

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

TESE

**Biodiversidade das comunidades endoparasitárias de
quatro espécies de peixes carnívoros de lagoas marginais
da bacia do alto e médio rio São Francisco, Brasil**

Rayane Duarte Gomes

2022



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

**BIODIVERSIDADE DAS COMUNIDADES ENDOPARASITÁRIAS DE
QUATRO ESPÉCIES DE PEIXES CARNÍVOROS DE LAGOAS
MARGINAIS DA BACIA DO ALTO E MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO,
BRASIL**

RAYANE DUARTE GOMES

Sob a Orientação da Professora
Marilia de Carvalho Brasil-Sato

e Coorientação da Professora
Michelle Daniele dos Santos-Clapp

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutora em**
Ciências, no Programa de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias.

Seropédica, RJ
Agosto de 2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



ATA Nº 3747/2022 - PPGCV (12.28.01.00.00.00.50)

Nº do Protocolo: 23083.052709/2022-37

Seropédica-RJ, 26 de agosto de 2022.

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

RAYANE DUARTE GOMES

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor(a) em Ciências**, no Programa de Pós- Graduação em Ciências Veterinárias.

TESE APROVADA EM 22/08/2022

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações(SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese.

(Assinado digitalmente em 27/08/2022 17:36)

BRUNO PEREIRA BERTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptBA (12.28.01.00.00.00.45)
Matricula: ###715#5

(Assinado digitalmente em 26/08/2022 16:17)

MARILIA DE CARVALHO BRASIL SATO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptBA (12.28.01.00.00.00.45)
Matricula: ###69#3

(Assinado digitalmente em 26/08/2022 11:06)

MICHELLE DANIELE DOS SANTOS CLAPP
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptBA (12.28.01.00.00.00.45)
Matricula: ###088#9

(Assinado digitalmente em 26/08/2022 21:06)

MARCIA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.587-##

(Assinado digitalmente em 26/08/2022 16:32)

DÉBORA HENRIQUE DA SILVA ANJOS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.127-##

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G633b Gomes, Rayane Duarte, 1994-
Biodiversidade das comunidades endoparasitárias de
quatro espécies de peixes carnívoros de lagoas
marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco,
Brasil / Rayane Duarte Gomes. - Rio de Janeiro, 2022.
220 f.: il.

Orientadora: Marília de Carvalho Brasil Sato.
Coorientadora: Michelle Daniele dos Santos Clapp.
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias, 2022.

1. Parasitologia. 2. Helminologia. 3. Ecologia
parasitária. 4. Ictioparasitologia. 5. Helmintos de
peixes carnívoros de água doce. I. Sato, Marília de
Carvalho Brasil , 1964-, orient. II. Clapp, Michelle
Daniele dos Santos, 1980-, coorient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós
Graduação em Ciências Veterinárias. IV. Título.

Você é o único representante do seu sonho na face da Terra.
Emicida

Dedico este trabalho a minha mãe, que mesmo com pouco estudo me formou doutora, ao meu pai, aos meus irmãos, a minha família e aos meus amigos, por acompanharem minha caminhada até aqui. Dedico ao meu noivo, que desde a escola segue ao meu lado, me incentivando, apoiando e comemorando minhas conquistas. Dedico às vítimas da COVID-19. E, por fim, dedico aos cientistas, aos trabalhadores da saúde e a todos que acreditam no poder e na importância da Ciência.

AGRADECIMENTOS

Aos orixás e guias espirituais por me sustentarem na fé durante toda minha caminhada.

Aos meus pais por todo suporte desde antes da graduação me concedendo a oportunidade de apenas estudar, isso com certeza foi decisivo para que eu conseguisse manter o bom rendimento durante esses anos de formações. Toda minha dedicação é em gratidão a essa oportunidade que me deram na vida e que a realização deste trabalho só foi possível, também, por causa de vocês.

Aos meus irmãos Kátia, Felipe e Ana Beatriz, por todo apoio. Amo vocês!!

Ao meu noivo (quase marido) Igor Cavalcante, meu bem, são 12 anos de parceria e amor. Obrigada por estar ao meu lado durante todas as minhas fases e sempre me incentivando, acompanhando e enfrentando altos e baixos comigo, espero que assim continuemos por mais uma infinidade de anos, sempre juntos. Te amo muito!!!

Aos amigos pessoais.

A todos os professores que me passaram um pouco do saber durante a vida. Também aqueles da graduação na UEZO, onde em conjunto teve início a minha caminhada Ruralina, ainda como estagiária e hoje (quase ex-) aluna da pós-graduação e onde também tive oportunidade de tanto aprender.

A minha orientadora Marília, você é incrível! Obrigada por todo conhecimento transmitido, dedicação, ajuda, paciência, correções, resumos, trabalhos e por todas as oportunidades que me concedeu. Obrigada pela ótima convivência durante esses anos juntas.

A minha amada coorientadora Michelle Clapp, por acreditar em mim desde que era sua aluna de disciplina da graduação, por decidir apostar em um projeto comigo, que mesmo não conseguindo nosso apoio financeiro seguimos de forma voluntária até fecharmos aquele ciclo. Você sempre como minha orientadora, mãe, amiga, conselheira, torcedora, incentivadora e assim ficou até hoje. Te agradeço por tudo!! Obrigada por guiar grande parte da minha formação. Você foi e é muito importante para mim!!

As amigas que tive a oportunidade de conhecer e compartilhar as jornadas de pós-graduação, graduação e laboratório juntas: Bruna, Caroline, Daniela, Nathália (que já já vira até cumadi de casório, haha) e tantas outras que passaram pela minha caminhada ruralina.

A todos profissionais que passaram pelo Anexo II do ICBS, pela boa convivência e gentilezas.

Aos doutores docentes da banca examinadora que aceitaram ler cuidadosamente esse trabalho e contribuíram com sugestões e análise crítica para enriquecer a versão final.

Ao secretário Arthur pelo atendimento dedicado e cuidadoso e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, através do qual essa pesquisa pôde ser desenvolvida no Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos – LABEPAR/UFRRJ.

Ao Dr Yoshimi Sato do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (1ª. CIT/CODEVASF, Três Marias, MG) por todo apoio, contribuições e peixes cedidos, provenientes do projeto “Revitalização de lagoas marginais da bacia do alto-médio rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil”, conduzido em cooperação com Dr Mario Tallarico de Miranda, a quem também agradeço, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, MG).

Ao Dr. Marcelo Knoff, curador da Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz e equipe, pela disponibilidade e cuidados na deposição de espécimes representativos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001, agradeço o financiamento desta pesquisa.

Me agradeço por ser perseverante.

BIOGRAFIA

Rayane Duarte, filha de Vilma Duarte Coimbra e Sandro Nogueira da Costa, nasceu em 20 de março de 1994 no Rio de Janeiro, onde cursou o ensino fundamental no Centro Educacional da Lagoa (CEL), na Escola Municipal George Bernanos e no Colégio Célio Rodrigues. Formou-se (bolsista de 50% por êxito em notas) no ensino médio pelo Colégio Santa Mônica - Cachambi.

Em 2011, após um ano de curso pré-vestibular noturno no Miguel Couto - Méier, foi aprovada através do vestibular estadual para o curso de graduação em Ciências Biológicas do Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO), no qual ingressou em 2012 e formou-se em 2015, obtendo seu título de Bacharela em Ciências Biológicas em 2016. Neste período participou do projeto “Pesquisa por fungos degradadores de Petróleo”, e foi estagiária e aluna de iniciação científica do Programa de Iniciação Científica Voluntária (PROVIC/UEZO) no Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos (LABEPAR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Com a pesquisa ictioparasitológica desenvolvida, defendeu a monografia intitulada “Fauna endoparasitária de *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850 (Bryconidae: Salmininae) do reservatório de Três Marias, bacia do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil”.

Concomitante a graduação formou-se técnica em análises clínicas, no Centro Educacional Henry Dunant.

Em março de 2016, com a aprovação no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – PPGCV da UFRRJ, ingressou em nível de mestrado, seguindo a pesquisa na área de parasitologia veterinária, como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, defendeu em janeiro de 2018 a dissertação “Biodiversidade de parasitos metazoários de *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil” e obteve seu título de Mestra em Ciências.

Em março de 2018 foi aprovada no processo seletivo para doutoramento no PPGCV da UFRRJ, ingressando no curso como bolsista CAPES.

Concomitante ao doutorado, no ano de 2019, cursou o Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes, na Universidade Cândido Mendes (UCAM) – Méier em convênio com a AVM Educacional, no qual obteve a habilitação para lecionar Ciências Biológicas para Ensino Fundamental e Médio.

Na presente data defende seu trabalho final de Tese como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

RESUMO

DUARTE, Rayane. **Biodiversidade das comunidades endoparasitárias de quatro espécies de peixes carnívoros de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Brasil.** 2022. 197p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Para o estudo da biodiversidade parasitária foram selecionadas quatro espécies de peixes carnívoros representantes de: Acestrorhynchidae - *Acestrorhynchus lacustris*, peixe-cachorro, nativo das bacias do rio São Francisco e do alto Paraná, de Erythrinidae - *Hoplias malabaricus*, traíra, bem distribuída nas Américas Central e do Sul (da Costa Rica até a Argentina) e de Serrasalminidae - *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii*, piranha e pirambeba, respectivamente, endêmicas da bacia do São Francisco. Os peixes foram coletados em diferentes lagoas marginais da bacia do alto e do médio rio São Francisco. No total, 28 espécies de táxons parasitos foram encontradas, estando alocadas entre os filos **Platyhelminthes**: Digenea fam. gen. sp., *Clinostomum* sp., *Sphincterodiplostomum musculosum* e Proteocephalidae gen. sp.1 e 2 (larvas plerocercoides encistadas e juvenis/adultos, respectivamente), **Nematoda**: Nematoda fam. gen. sp., *Freitascapillaria* sp., *Paracapillaria piscicola*, Capillariidae gen. sp. 1 e 2, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *freitasi*, *Procamallanus* (*S.*) *hilarii*, *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus*, *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis*, *Guyanema baudi*, *Travassosnema travassosi paranaensis*, *Gnathostoma* sp., *Spiroxys* sp., *Cystidicoloides fischeri* e *Spinitectus rodolphiheringi*, **Acanthocephala**: *Quadrigrusus* sp. e **Pentastomida**: *Sebekia* sp.. As diferenças alimentares entre os hospedeiros carnívoros estudados refletiram na estrutura das comunidades endoparasitárias, com a ocorrência de espécies exclusivas e compartilhadas, indicando maior ou menor similaridade de itens alimentares ingeridos. Proteocephalidae gen. sp.1 (larvas plerocercoides), *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp. (helmintos larvais generalistas), *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* (helminto adulto generalista) e *C. fischeri* foram comuns entre as comunidades endoparasitárias das quatro espécies de peixes. *Clinostomum* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Quadrigrusus* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, *Procamallanus* (*S.*) *hilarii*, *Travassosnema t. paranaensis* e *S. rodolphiheringi* foram exclusivas da comunidade endoparasitária de *A. lacustris*. *H. malabaricus* não apresentou espécies exclusivas. Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. foram exclusivas de *P. piraya*. e *Procamallanus* (*S.*) *freitasi*, *Goezia* sp. e Digenea fam. gen. sp. exclusivas de *S. brandtii*. A presença, com índices ecológicos expressivos (chegando à prevalência de 100%) de endoparasitos larvais nas quatro comunidades revelou o papel desempenhado por esses peixes predadores de topo, também, como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos dos ciclos de vida parasitários, além da esperada atuação como hospedeiros definitivos. Foi possível realizar novos registros de espécies de endoparasitos para os hospedeiros, para a bacia e para os ambientes lagunares. As lagoas marginais mostraram-se potencial ambiente para as transmissões parasitárias, suas interações bióticas refletiram positivamente no parasitismo dos peixes carnívoros. Isto foi evidenciado pelo aumento no número de espécies de parasitos registradas no presente trabalho, as quais, passam a compor a biodiversidade parasitária de peixes da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Palavras-chave: Acanthocephala, Ecologia parasitária, Helmintos de peixes carnívoros de água doce, Ictioparasitologia, Nematoda, Parasitologia de ambientes lacustres, Platyhelminthes, Pentastomida

ABSTRACT

DUARTE, Rayane. **Biodiversity of endoparasitic communities of four species of carnivorous fish from marginal lagoons of the upper and middle São Francisco river basin, Brazil.** 2022. 197p. Thesis (Doctorate in Veterinary Sciences). Veterinary Institute, Department of Animal Parasitology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

For the study of parasitic biodiversity, four species of carnivorous fish representing: Acestrorhynchidae - *Acestrorhynchus lacustris*, “peixe-cachorro”, native to the São Francisco and upper Paraná river basins; of Erythrinidae - *Hoplias malabaricus*, trahira, well distributed in Central and South America (from Costa Rica to Argentina); and Serrasalminidae - *Pygocentrus piraya* and *Serrasalmus brandtii*, “piranha” and “pirambeba”, respectively, endemic to the São Francisco basin. The fish were collected in different marginal lagoons of the upper and middle São Francisco river basin. In total, 27 taxa were found, which are allocated among the phyla **Platyhelminthes**: Digenea fam. gen. sp.; *Clinostomum* sp., *Sphincterodiplostomum musculosum* and Proteocephalidae gen. sp. 1 and 2 (encysted plerocercoids larvae and juvenile/adult, respectively); **Nematoda**: Nematoda fam. gen. sp.; *Freitascapillaria* sp.; *Paracapillaria piscicola*; Capillariidae gen. sp. 1 and 2; *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; *Brevimulticaecum* sp.; *Contracaecum* sp. Types 1 and 2; *Hysterothylacium* sp.; *Goezia* sp.; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *freitasi*, *Procamallanus* (S.) *hilarii*; *Procamallanus* (S.) *inopinatus*; *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*; *Guyanema baudii*; *Travassosnema travassosi paranaensis*; *Gnathostoma* sp.; *Spiroxys* sp.; *Cystidicoloides fischeri* and *Spinitectus rodolphiheringi*; **Acanthocephala**: *Quadrigrusus* sp.; and **Pentastomida**: *Sebekia* sp.. The dietary differences between the carnivorous hosts studied reflected in the structure of the endoparasitic communities, showing the occurrence of exclusive and shared species, indicating greater or lesser similarity of ingested food items. The species Proteocephalidae gen. sp. 1 (plerocercoid larvae), *Contracaecum* sp. Types 1 and 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp. (general larval helminths), *Procamallanus* (S.) *inopinatus* (generalist adult helminths) and *C. fischeri* were common among the endoparasitic communities of the four fish species. *Clinostomum* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Travassosnema t. paranaensis*, *S. rodolphiheringi* and *Quadrigrusus* sp. were exclusive to the endoparasitic community of *A. lacustris*; *H. malabaricus* did not present exclusive species; *Sebekia* sp. was exclusive to *P. piraya*; and *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Goezia* sp. and Digenea fam. gen. sp. exclusive to *S. brandtii*. The presence, with significant ecological indexes (reaching a prevalence of 100%), of larval endoparasites in the four communities revealed the role played by these top predatory fish, also, as intermediate and/or paratenic hosts of the parasitic life cycles, beyond the expected acting as definitive hosts of adult helminth species. It was also possible to carry out new records of endoparasite species for the hosts, for the basin and for the lagoon environments. The marginal lagoons proved to be a potential environment for parasitic transmissions; in them, the varied biotic interactions reflected positively on the parasitism of carnivorous fish. This was evidenced by the increase in the number of parasite species recorded in the present work, which become part of the parasitic biodiversity of fish in the São Francisco river basin.

Keywords: Acanthocephala, Parasitic ecology, Helminths of freshwater carnivorous fish, Ichthyoparasitology, Nematoda, Parasitology of lagoon environments, Platyhelminthes, Pentastomida

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Espécime de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	3
Figura 2. Mapa de distribuição geográfica de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875).....	4
Figura 3. Desenho representativo de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875).....	4
Figura 4. Espécime de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	9
Figura 5. Mapa de distribuição geográfica de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794).....	10
Figura 6. Espécime de <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	15
Figura 7. Espécime de <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....	17

CAPÍTULO I

Figura 8. Mapa da bacia do rio São Francisco com divisão político-administrativa.....	23
Figura 9. Nascentes do rio São Francisco.....	24
Figura 10. Exemplo de frasco utilizado no acondicionamento de vísceras das quatro espécies de hospedeiros.....	26
Figura 11. Órgãos internos de <i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, MG.....	27
Figura 12. <i>Clinostomum</i> sp. endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Grande, médio São Francisco, MG.....	31
Figuras 13A-D. <i>Sphincterodiplostomum musculosum</i> Dubois, 1936 endoparasito de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) da lagoa Maris, médio São Francisco, MG.....	33
Figuras 14A-C. Proteocephalidae gen. sp.1 (plerocercóides encistados) endoparasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) da lagoa Curral de Varas, médio São Francisco, MG.....	36
Figuras 15A-F. Proteocephalidae gen. sp. 2 (cestóides sem cisto e mais desenvolvidos)	38
Figuras 16A-B. <i>Freitascapillaria</i> sp. endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Feia, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	41

Figuras 17A-E. <i>Paracapillaria piscicola</i> (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Feia, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	43
Figuras 18A-D. <i>Cucullanus</i> (<i>Cucullanus</i>) sp. endoparasito de <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	47
Figuras 19A-B. <i>Brevimulticaecum</i> sp. endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo, bacia do médio rio São Francisco, BA.....	49
Figuras 20A-B. <i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	52
Figuras 21A-B. <i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2 endoparasito de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	54
Figuras 22A-C. <i>Hysterothylacium</i> sp. endoparasito de <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 da lagoa Batatas, alto São Francisco, MG.....	57
Figuras 23A-B. <i>Goezia</i> sp. endoparasito de <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 da lagoa Silva Campos, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	59
Figuras 24A-B. <i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>freitasi</i> (Moreira, Oliveira & Costa, 1994) endoparasito de <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 da lagoa Volta Grande, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	62
Figuras 25A-B. <i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>hilarii</i> Vaz & Pereira, 1934 endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Batatas, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	64
Figuras 26A-E. <i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>inopinatus</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928 endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Curral de Varas da bacia do alto rio São Francisco, MG.....	67
Figura 27. <i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>saofranciscensis</i> (Moreira, Oliveira & Costa, 1994) endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo da bacia do médio rio São Francisco, MG.....	69
Figuras 28A-E. <i>Guyanema baudi</i> Petter & Dlouhy, 1985 endoparasito de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) da lagoa Grande da bacia do médio rio São Francisco, MG.	71
Figuras 29A-E. <i>Travassosnema travassosi paranaensis</i> Moravec, Kohn & Fernandes, 1993 endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	73
Figuras 30A-B. <i>Gnathostoma</i> sp. endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	75
Figuras 31A-B. <i>Spiroxys</i> sp. endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	78

Figuras 32A-C. <i>Cystidicoloides fischeri</i> (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) endoparasito de <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	81
Figuras 33A-E. <i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Vaz & Pereira, 1934 endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Silva Campos, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	83
Figura 34. <i>Quadrigrurus</i> sp. endoparasito de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) da lagoa Batatas, bacia do alto rio São Francisco, MG.....	85
Figura 35. <i>Sebekia</i> sp. endoparasito de <i>Pygocentrus piraya</i> Lütken, 1875 da lagoa Maris, bacia do médio rio São Francisco, MG.....	87
CAPÍTULO II	
Figura 1. Áreas de coleta (lagoas) de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil.....	95
Figura 2. Áreas de coleta (lagoas) de <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) na bacia do alto e do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.....	96
CAPÍTULO III	
Figura 1. Pontos de coleta (reservatório de Três Marias e rio São Francisco, jusante a barragem de Três Marias) de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) na bacia do alto São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil.....	117
Figura 2. Áreas de coleta (lagoas) de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil.....	120
Figura 3. Áreas de coleta (lagoas) de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) na bacia do alto e do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.	121
CAPÍTULO IV	
Figura 1. Áreas de coleta <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil.....	140
Figura 2. Áreas de coleta (lagoas) de <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819) na bacia do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.....	141
Figura 3. Áreas de coleta <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 na região da bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil.....	143
Figura 4. Áreas de coleta <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875 na bacia do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.....	144

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

- Tabela 1.** Lista de trabalhos publicados sobre a endoparasitofauna (em ordem alfabética) de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) no Brasil e suas respectivas referências..... 7
- Tabela 2.** Lista de trabalhos publicados de 2018 até a atualidade referente a espécies de endoparasitos (em ordem alfabética) de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) do Brasil, uma atualização da listagem apresentada por Gião et al. (2020) dos registros até 2018 e inclusão de referências não citadas por estes autores..... 12
- Tabela 3.** Lista de trabalhos publicados de espécies de endoparasitos (em ordem alfabética) registrados em *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) no alto rio São Francisco (RSF) e no reservatório de Três Marias (RTM), Minas Gerais, Brasil e suas respectivas referências..... 16
- Tabela 4.** Lista de trabalhos publicados de espécies de endoparasitos (em ordem alfabética) registrados em *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 no alto rio São Francisco (RSF) e no reservatório de Três Marias (RTM) e suas respectivas referências..... 18

CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Pontos de coleta de hospedeiros em lagoas da bacia do alto e do médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 25

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Locais de coleta de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) nas margens da bacia do alto e médio rio São Francisco – RSF (margem), Estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 93
- Tabela 2.** Quantidade e comprimento dos espécimes de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) coletados em lagoas da bacia do rio São Francisco: número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; e respectivas faixas de tamanho..... 94
- Tabela 3.** Ocorrência de espécies de endoparasitos, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (cavidade abdominal - CA; estômago - E; intestino - I; cecos intestinais - CI; fígado - F), em *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) de lagoas do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 101
- Tabela 4.** Frequência de dominância (FD), frequência de dominância compartilhada (FDC), dominância relativa média (DRM), desvio padrão (DP), índice de dispersão (ID) com padrão de distribuição (< 1,00 - agregado; > 1,00 - uniforme; = 1,00 - aleatória) e teste estatístico $d(d)$, referente a *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) de lagoas marginais do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 104

Tabela 5. Análise dos índices parasitários, quanto à possível influência do comprimento total (r = coeficiente de correlação de Pearson; r_s = coeficiente de correlação de Spearman) e sexo (X^2 = qui-quadrado com correção de Yates; $F(p)$ = teste exato de Fisher; e U = teste U de Mann -Whitney), em <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875) coletado na bacia do alto (lagoa de Batatas, estado de Minas Gerais, MG) e médio rio São Francisco (lagoa de Mocambo, estado da Bahia, BA).....	107
--	-----

CAPÍTULO III

Tabela 1. Locais de coleta de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794), reservatório de Três Marias, rio São Francisco e lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG), Brasil.....	118
---	-----

Tabela 2. Quantidade e comprimento dos espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) coletados no reservatório de Três Marias, no rio São Francisco e em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco: número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; comprimento padrão – CP*; e respectivas faixas de tamanho (amplitude).....	119
--	-----

Tabela 3. Ocorrência de espécies de endoparasitos, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (bexiga urinária – BU; cavidade abdominal - CA; cecos intestinais - CI; estômago - E; intestino - I; musculatura anal – MA; musculatura opercular – MO; fígado – F; olhos – O), em <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) do reservatório de Três Marias (RTM), rio São Francisco (RSF) e lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.....	124
---	-----

Tabela 4. Frequência de dominância (FD), frequência de dominância compartilhada (FDC), dominância relativa média (DRM), desvio padrão (DP), índice de dispersão (ID) com padrão de distribuição (< 1,00 - agregada; > 1,00 - uniforme; = 1,00 - aleatória) e teste estatístico d (d), referente a <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) do reservatório de Três Marias (RTM), rio São Francisco (RSF) e lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.....	127
---	-----

Tabela 5. Análise dos índices parasitários, quanto à possível influência do comprimento total (r = coeficiente de correlação de Pearson; r_s = coeficiente de correlação de Spearman) e sexo (X^2 = qui-quadrado com correção de Yates; $F(p)$ = teste exato de Fisher; e U = teste U de Mann -Whitney), em <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) coletado na bacia do alto (reservatório de Três Marias (RTM) e rio São Francisco (RSF)) e do médio (lagoa Lapinha) rio São Francisco, Minas Gerais, MG, Brasil.....	130
---	-----

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Locais de coleta de <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819) em lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.....	139
---	-----

Tabela 2. Pontos de coleta, período de coleta, número e comprimento dos espécimes de <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819) coletados em lagoas marginais da bacia do alto	
---	--

e médio rio São Francisco, MG, Brasil. Número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; e respectivas faixas de tamanho (Amplitude)..... 139

Tabela 3. Locais de coleta de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 142

Tabela 4. Pontos de coleta, período de coleta, número e tamanho de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 coletados em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; e respectivas faixas de tamanho (Amplitude)..... 142

Tabela 5. Ocorrência de espécies endoparasitárias, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (cavidade abdominal - CA; cecos intestinais - CI; estômago - E; intestino - I), em *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 146

Tabela 6. Ocorrência de espécies de endoparasitos, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (cavidade abdominal - CA; cecos intestinais - CI; estômago - E; intestino - I;), em *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil..... 149

CAPÍTULO V

Tabela 1. Espécies de endoparasitos compartilhados entre as comunidades parasitárias das quatro espécies hospedeiras coletadas (*A. lacustris*; *H. malabaricus*; *P. piraya*; *S. brandtii*) em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, MG e BA..... 161

LISTA DAS ESPÉCIES DE PEIXES E SUAS RESPECTIVAS AUTORIAS

Acestrorhynchus britskii Menezes, 1969
Acestrorhynchus falcatus (Bloch, 1794)
Acestrorhynchus lacustris (Lütken, 1875)
Aphyocharax anisitsi Eigenmann & Kennedy, 1903
Astyanax altiparanae Garutti & Britski, 2000
Astyanax bimaculatus (Linnaeus, 1758)
Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)
Brycon orthotaenia Gunther, 1864
Bryconops affinis (Günther, 1864)
Cephalosilurus fowleri Hanseman, 1911
Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006
Cichla monoculus Agassiz, 1831
Cichlasoma meeki (Brind, 1918) (= *Thorichthys meeki* Brind, 1918, sinônimo júnior)
Cichlasoma urophthalmus (Günther, 1862)
Conorhynchus conirostris (Valenciennes, 1840)
Curimatella lepidura (Eigenmann & Eigenmann, 1889)
Dormitator maculatus (Bloch, 1792)
Duopalatinus emarginatus (Valenciennes, 1840)
Erythrinus (Bloch & Schneider, 1801)
Franciscodoras marmoratus (Lütken, 1874)
Galeocharax knerii (Steindachner, 1879)
Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)
Gymnotus carapo Linnaeus, 1758
Gymnotus inaequilabiatus (Valenciennes, 1839)
Hemigrammus marginatus Ellis, 1911
Hemisorubim platyrhynchus (Valenciennes, 1840)
Hoplerythrinus (Spix & Agassiz, 1829)
Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix & Agassiz, 1829)
Hoplias intermedius (Günther, 1864)
Hoplias lacerdae Miranda Ribeiro, 1908
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)
Hyphessobrycon eques (Steindachner, 1882)
Iheringichthys labrosus (Lütken, 1874)
Leporinus elongatus Valenciennes, 1850
Leporinus friderici (Bloch, 1794)
Leporinus lacustris Amaral Campos, 1945
Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1837)
Leporinus piau Fowler, 1941
Leporinus reinhardti Lütken, 1875
Leporinus teaniatus Lütken, 1875
Loricariichthys brunneus (Hancock, 1828)
Loricariichthys rostratus Reis & Pereira, 2000
Metynnis lippincottianus (Cope, 1870)
Moenkhausia costae (Steindachner, 1907)
Moenkhausia intermedia Eigenmann, 1908
Myloplus levis (Eigenmann & McAtee, 1907)
Oreochromis aureus (Steindachner, 1864)

Orthospinus franciscensis (Eigenmann, 1914)
Pachyurus squamipennis Agassiz, 1831
Pimelodus maculatus Lacepède, 1803
Pimelodus pohli Ribeiro & Lucena, 2006
Poecilia velifera (Regan, 1914)
Prochilodus argenteus Spix & Agassiz, 1829
Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1837)
Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829)
Pygocentrus cariba (Humboldt, 1821)
Pygocentrus nattereri Kner, 1858
Pygocentrus palometa Valenciennes, 1850
Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819)
Rhamdia guatemalensis (Günther, 1864)
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)
Rhaphiodon vulpinus Spix & Agassiz, 1829
Roeboides paranaenses Pignalberi, 1975
Salminus brasiliensis (Cuvier, 1816)
Salminus franciscanus Lima & Britski, 2007
Salminus hilarii Valenciennes, 1850
Salminus maxillosus Valenciennes, 1850 (= *S. brasiliensis*, sinônimo júnior)
Schizodon borellii (Boulenger, 1900)
Schizodon knerii (Steindachner, 1875)
Serrasalmus brandtii Lütken, 1875
Serrasalmus marginatus Valenciennes, 1847
Sorubim lima (Bloch & Schneider, 1801)
Synbranchus marmoratus Bloch, 1795
Steindachnerina insculpta (Fernández-Yépez, 1948)
Tetragonopterus chalceus Spix & Agassiz, 1829
Triportheus guentheri (Garman, 1890)

LISTA DAS ESPÉCIES VÁLIDAS DE PARASITOS E SUAS RESPECTIVAS AUTORIAS

Argulus elongatus Heller, 1857
Argulus multicolor Stekhoven, 1937
Austrodiplostomum Szidat & Nani, 1951
Austrodiplostomum compactum (Lutz, 1928) Dubois, 1970
Austrodiplostomum mordax Szidat & Nani, 1951
Bellumcorpus majus Kohn, 1962 (= *Bellumcorpus major*, sinônimo júnior)
Braga fluviatilis Richardson, 1911
Capillostrongyloides sentinosa (Travassos, 1927)
Contracaecum sp. Tipo 1 Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
Contracaecum sp. Tipo 2 Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
Clinostomum complanatum (Rudolphi, 1918) Braun, 1899
Clinostomum marginatum (Braun, 1899)
Cucullanus marajoara Pinheiro, Santana, Monks, Santos & Giese, 2018
Cucullanus pinnai Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Cystidicoloides dlouhyi Petter, 1984
Cystidicoloides fischeri (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) (= *Cystidicola fischeri* Travassos, Artigas & Pereira, 1928)
Cystidicoloides izecksohni (Fabio, 1982) (= *Heliconema izecksohni* Fabio, 1982)
Cystidicoloides vaucheri Petter, 1984
Dioctophyma renale Collet-Meygret, 1802 (= *Dioctophyme renale* (Goeze, 1782))
Eustrongylides ignotus Jägerskiöld, 1909
Gnathostoma americana Travassos, 1925
Gnathostoma binucleatum Almeyda-Artigas, 1991
Gnathostoma brasiliense Ruiz, 1952
Gnathostoma gracile (Diesing, 1839)
Gnathostoma spinigerum Owen, 1836
Gnathostoma turgidum Stossich, 1902
Goezia brasiliensis Moravec, Kohn & Fernandes, 1994
Goezia brevicaeca Moravec, Kohn & Fernandes, 1994
Goezia intermedia Rasheed, 1965
Goezia leporini Martins & Yoshitoshi, 2003
Goezia nonipapillata Osorio-Sarabia, 1982
Goezia spinulosa (Diesing, 1839)
Gorytocephalus spectabilis (Machado-Filho, 1959)
Guyanema baudi Petter & Dlouhy, 1985
Guyanema raphiodoni Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
Ithyoclinostomum dimorphum (Diesing, 1850) Witenberg, 1925
Neocucullanus neocucullanus Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Paracapillaria piscicola (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) Mendonça, 1963
Paraseuratum soaresi Fabio, 1982
Parspina argentinensis (Szidat, 1954) Sogandares-Bernal, 1959
Neophilometroides caudatus (Moravec, Scholz & Vivas-Rodríguez, 1995) Moravec, Salgado-Maldonado & Aguilar-Aguila, 2002 (= *Philometroides caudata* Moravec, Scholz & Vivas-Rodríguez, 1995)
Phyllodistomum rhamdiae Amato & Amato, 1993
Phyllodistomum spatula Odhner, 1902

Procamallanus cearensis Pereira, Dias & Azevedo, 1936 (= *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii* Vaz & Pereira, 1934)
Procamallanus (*Procamallanus*) *peraccuratus* Pinto, Fábio, Noronha & Rolas, 1976
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *amarali* Vaz & Pereira, 1934
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *freitasi* (Moreira, Oliveira & Costa, 1994)
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *hilarii* Vaz & Pereira, 1934
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *iheringi* Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *neocaballeroi* (Caballero-Deloya, 1977)
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis* (Moreira, Oliveira & Costa, 1994)
Procamallanus (*Spirocamallanus*) *solani* Pinto, Fábio, Noronha & Rolas, 1975
Proteocephalus macrophallus (Diesing, 1850) La Rue, 1914
Proteocephalus microscopicus Woodland, 1935
Pseudosellacotyla lutzi (Freitas, 1941) Yamaguti, 1954
Quadrigyus brasiliensis Machado-Filho, 1941
Quadrigyus machadoi Fabio, 1983
Quadrigyus nickoli Schmidt & Huggins, 1973
Quadrigyus torquatus Van Cleave, 1920
Rhabdochona acuminata (Molin, 1860) Molin, 1860
Rhipidocotyle gibsoni Kohn & Fernandes, 1994
Rhipidocotyle santanaensis Lunaschi, 2004
Salmonema ephemeridarum (von Linstow, 1872) Moravec, Santos & Brasil-Sato, 2008
Schulmanella petruschewskii (Shulman, 1948) Ivashkin, 1964 (= *Capillaria acerinae* Thieme, 1961; *Capillaria eupomotis* Ghittino, 1961; *Hepaticola petruschewskii* Shulman, 1948)
Sebekia oxycephala (Diesing, 1836) Sambon, 1922
Sphincterodiplostomum musculosum Dubois, 1936
Spinitectus agonostomi Moravec & Baruš, 1971
Spinitectus asperus Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (= *Spinitectus jamundensis* Thatcher & Padilha, 1977)
Spinitectus carolini Holl, 1928
Spinitectus multipapillatus Petter, 1987
Spinitectus pachyuri Petter, 1984
Spinitectus rodolphiheringi Vaz & Pereira, 1934
Spinitectus yorkei Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Spirocamallanus incarocai Freitas & Ibañez, 1970 (= *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii* Vaz & Pereira, 1934)
Spiroxys contortus (Rudolphi, 1819)
Thometrema overstreeti (Brooks, Mayes & Thorson, 1979) Lunaschi, 1989
Travassosnema travassosi paranaensis Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
Travassosnema travassosi travassosi Costa, Moreira & Oliveira, 1991

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875).....	3
2.1.1. Características taxonômicas gerais e distribuição.....	3
2.1.2. Características morfológicas, biologia e comportamento.....	4
2.1.3. Hábito alimentar.....	5
2.1.4. Reprodução.....	6
2.1.5. Parasitos registrados no Brasil.....	6
2.2. <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794).....	9
2.2.1. Características taxonômicas gerais e distribuição.....	9
2.2.2. Características morfológicas, biologia e comportamento.....	10
2.2.3. Hábito alimentar.....	11
2.2.4. Reprodução.....	11
2.2.5. Parasitos registrados no Brasil.....	12
2.3. <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819).....	15
2.3.1. Características taxonômicas gerais e distribuição.....	15
2.3.2. Características morfológicas, biologia e comportamento.....	15
2.3.3. Hábito alimentar.....	16
2.3.4. Reprodução.....	16
2.3.5. Parasitos registrados no Brasil.....	16
2.4. <i>Serrasalmus brandtii</i> Lütken, 1875.....	17
2.4.1. Características taxonômicas gerais e distribuição.....	17
2.4.2. Características morfológicas, biologia e comportamento.....	17
2.4.3. Hábito alimentar.....	17
2.4.4. Reprodução.....	18
2.4.5. Parasitos registrados no Brasil.....	18
 CAPÍTULO I - TAXONOMIA, CLASSIFICAÇÃO E RESENHA ECOLÓGICA DOS ENDOPARASITOS DE <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (LÜTKEN, 1875), <i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794), <i>Pygocentrus piraya</i> (CUVIER, 1819) E <i>Serrasalmus brandtii</i> LÜTKEN, 1875 DA BACIA DO ALTO E DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, MG/BA.....	 19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1. Introdução.....	22
2. Material e métodos.....	22
2.1. Características da bacia do rio São Francisco.....	22
2.2. Pontos de coleta de hospedeiros na bacia do alto e do médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, Brasil.....	25
2.3. Determinação e necropsia dos hospedeiros.....	26
2.4. Coleta, processamento, identificação e classificação dos parasitos.....	27
2.5. Deposição de espécimes.....	28
2.6. Estudo microscópico dos espécimes de endoparasitos.....	28
3. Resultados.....	29

3.1. Taxonomia, classificação e resenha ecológica dos endoparasitos de quatro peixes carnívoros da bacia do alto e do médio rio São Francisco, MG/BA.....	29
4. Conclusões.....	88

CAPÍTULO II - METAZOÁRIOS ENDOPARASITOS DE <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (LÜTKEN, 1875) (ACTINOPTERYGII: ACESTRORHYNCHIDAE) DE LAGOAS MARGINAIS DA BACIA DO ALTO E MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL.....	89
RESUMO.....	90
ABSTRACT.....	91
1. Introdução.....	92
2. Material e métodos.....	93
3. Resultados.....	98
3.1 Estrutura da comunidade parasitária.....	98
3.2. Dados sobre sexo e comprimento total dos hospedeiros.....	106
3.3. Influência do comprimento total e do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência e abundância parasitárias.....	106
4. Discussão.....	108
5. Conclusões.....	112

CAPÍTULO III - METAZOÁRIOS ENDOPARASITOS DE <i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794) (ACTINOPTERYGII: ERITHRINIDAE) DA BACIA DO ALTO E MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL.....	113
RESUMO.....	114
ABSTRACT.....	115
1. Introdução.....	116
2. Material e métodos.....	117
3. Resultados.....	123
4. Discussão.....	131
5. Conclusões.....	134

CAPÍTULO IV - FAUNA ENDOPARASITÁRIA DE <i>Pygocentrus piraya</i> (CUVIER, 1819) E <i>Serrasalmus brandtii</i> LÜTKEN, 1875 DE LAGOAS MARGINAIS DA BACIA DO ALTO E DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS (MG) E BAHIA (BA), BRASIL.....	135
RESUMO.....	136
ABSTRACT.....	137
1. Introdução.....	138
2. Material e métodos.....	138
3. Resultados.....	145
4. Discussão.....	151
5. Conclusões.....	155

CAPÍTULO V - ASPECTOS GERAIS E BREVE COMPARAÇÃO DAS RIQUEZAS PARASITÁRIAS DAS COMUNIDADES ENDOPARASITÁRIAS DE <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (LÜTKEN, 1875), <i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794), <i>Pygocentrus piraya</i> (CUVIER, 1819) E	
--	--

<i>Serrasalmus brandtii</i> LÜTKEN, 1875 DA BACIA DO ALTO E DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, MG/BA.....	156
RESUMO.....	157
ABSTRACT.....	158
Desenvolvimento.....	159
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	164
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	166
5. REFERÊNCIAS.....	168
ANEXOS.....	187
Anexo A – Formulário de necropsia de peixes de Amato et al. (1991).....	188
Anexos B – Trabalhos publicados com hospedeiros e/ou dados da Tese.....	189
Anexos C – Trabalhos publicados com outros hospedeiros.....	194

1. INTRODUÇÃO GERAL

O rio São Francisco foi uma das principais fontes históricas de pescado para a população ribeirinha e mercados brasileiros. A pesca auxiliava o desenvolvimento de estabelecimentos comerciais que tinham nela sua fonte principal ou secundária de recursos. Além disso, atraía a atenção de pescadores desportivos devido à ictiofauna diversa com grande importância ambiental, social e econômica, não só para as comunidades a margem como em todo território nacional. Pouco mais de um terço dessa bacia encontra-se em Minas Gerais e suas principais hidrelétricas na região inferior do rio, apenas uma, Três Marias, na região do alto São Francisco (GODINHO & GODINHO, 2003; CAMPECHE et al., 2011).

A parasitologia e as patologias de peixes são campos de crescente importância, devido à expansão mundial da piscicultura (THATCHER, 2006), mas para Brasil-Sato (2003) existe, também, a relevância dos estudos biológicos e a contribuição à biodiversidade antes mesmo dos investimentos puramente comerciais da piscicultura. Eiras (1994) descreve o ambiente aquático como um meio que facilita a penetração de agentes patogênicos, podendo provocar elevadas taxas de mortalidade, redução das capturas ou diminuição dos valores comerciais de peixes. A ictioparasitologia é uma ferramenta fundamental para entender os papéis desempenhados pelos parasitos e seus hospedeiros no ambiente, além de propiciar através da identificação dos agentes causadores de doenças nos peixes a busca por alternativas para diminuir os problemas gerados por estes parasitos aos peixes (e seu ambiente natural), aos consumidores e à piscicultura.

As espécies de hospedeiros do alto e do médio rio São Francisco selecionadas para este estudo foram representantes de Acestrorhynchidae: *Acestrorhynchus lacustris*, peixe-cachorro, nativo das bacias do rio São Francisco e do alto Paraná; de Erythrinidae: *Hoplias malabaricus*, traíra, presente nas Américas Central e do Sul: da Costa Rica até a Argentina ocorrendo na maioria das bacias e rios; e de Serrasalminidae: *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii*, popularmente conhecidas como piranha e pirambeba, respectivamente, endêmicas do rio São Francisco (FROESE & PAULY, 2022).

Algumas espécies de peixes podem estabilizar a situação dentro de um ecossistema por seu hábito carnívoro, regulando o tamanho populacional das espécies de presas. Eles também são chamados de “limpadores biológicos”, devido ao fato de que eliminam os indivíduos doentes ou fracos das espécies de presas da população (NIKOLSKII, 1963; POPOVA, 1978). Simon (1983) também considera que os predadores são importantes para manter as comunidades naturais saudáveis, removendo os indivíduos velhos e fracos, que são os mais

disponíveis para eles. *Acestrorhynchus lacustris* embora não seja apreciada comercialmente, possui relevante papel na cadeia alimentar de outras espécies de peixes; as demais espécies de peixes carnívoros incluídas, além de preservarem a importância biológica e ecológica por serem predadores de topo, também são apreciadas comercialmente e na alimentação humana, o que remete a possíveis infecções zoonóticas.

As faunas endoparasitárias das quatro comunidades propostas no presente trabalho refletiram algumas diferenças de alimentação e de distribuição geográfica dos peixes hospedeiros entre as localidades nos dois segmentos da bacia do rio São Francisco. Além disso, esperava-se que por se tratarem de espécies predadoras de topo na cadeia alimentar albergariam mais (quantidade e/ou biodiversidade) parasitos em estágio adulto, atuando principalmente como hospedeiros definitivos.

Os objetivos do presente estudo foram registrar os endoparasitos metazoários das comunidades parasitárias dos carnívoros *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya* e *S. brandtii* de lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco; apresentar índices ecológicos de cada espécie encontrada (por hospedeiro e localidade); apresentar e comparar a diversidade entre as comunidades parasitárias; relacionar as espécies componentes de cada comunidade parasitária (se exclusivas ou compartilhadas entre os hospedeiros); e consequentemente ampliar o conhecimento da parasitologia de peixes de água doce nesta importante bacia hidrográfica brasileira.

O presente trabalho de Tese foi dividido em capítulos, mas apresenta revisão de literatura geral que fundamenta os resultados dos capítulos subsequentes. O capítulo I contempla a taxonomia dos grupos parasitários encontrados nas infracomunidades das quatro espécies de peixes hospedeiras coletadas em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, MG e BA, Brasil. O capítulo II corresponde à tradução do artigo intitulado “Metazoan endoparasites of *Acestrorhynchus lacustris* (Actinopterygii: Acestrorhynchidae) from lagoons bordering the upper and middle São Francisco river basin, Brazil” publicado na Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária (RBPV), cuja capa consta nos anexos desta Tese. O capítulo III corresponde à versão em língua portuguesa do manuscrito intitulado “Metazoan endoparasites of *Hoplias malabaricus* (Actinopterygii: Erythrinidae) from upper and middle São Francisco river basin, Brazil” publicado no periódico Parasitology Research cuja capa foi anexada ao final da Tese. O capítulo IV corresponde às estruturas das comunidades endoparasitárias de *P. piraya* e *S. brandtii* de lagoas e comparação aos registros do reservatório de Três Marias, alto São Francisco, MG, Brasil. O quinto e último capítulo dispõe de uma comparação geral das quatro comunidades endoparasitárias anteriormente apresentadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875)

2.1.1. Características taxonômicas gerais e distribuição

Popularmente conhecida como peixe-cachorro, *A. lacustris* (**Figura 1**), pertence ao gênero monotípico *Acestrorhynchus*, família Acestrorhynchidae, subfamília Acestrorhynchinae, que compreende quatorze espécies válidas de peixes endêmicos da América do Sul (FROESE & PAULY, 2022).



Figura 1. Espécime de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Escala: 5 cm. Foto: Yoshimi Sato

Acestrorhynchus lacustris é nativa das bacias dos rios São Francisco e alto Paraná, no Brasil, também citada à ocorrência na Argentina e, possivelmente, no Peru (**Figura 2**) (FROESE & PAULY, 2022). Seu congênere *Acestrorhynchus britskii* é endêmico da bacia do rio São Francisco e é citado como menos preocupante na Lista Vermelha de espécies ameaçadas, enquanto *A. lacustris* não é citado (ICMBio, 2021).



Figura 2. Mapa de distribuição geográfica de *Acestorhynchus lacustris* (Lütken, 1875). Círculos verdes evidenciam a presença no Brasil e na Argentina; círculo verde com borda laranja evidencia possível ocorrência no Peru. Fonte: Froese & Pauly (2022)

2.1.2. Características morfológicas, biologia e comportamento

Os peixes desta subfamília vivem em ambientes de lagos, lagoas ou poções de rios, geralmente encontrados em ambientes lênticos. São peixes de tamanho médio (tamanho máximo de 40,0 cm de comprimento padrão), onde *A. lacustris* alcança até 27,0 cm de comprimento total, possui corpo alongado, comprimido, coberto com escamas ctenóides, que são finas e possuem pequenas projeções que formam uma coroa de minúsculos espinhos (dão uma aparência áspera), também apresenta notáveis manchas umeral e caudal (**Figura 3**) (BRITSKI et al., 1988; 1999).

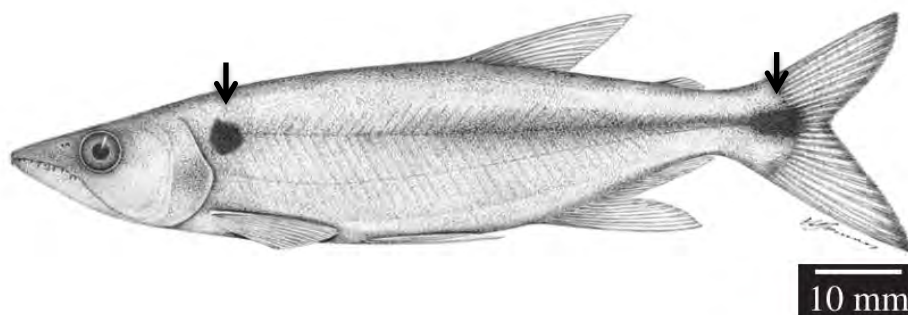


Figura 3. Desenho representativo de *Acestorhynchus lacustris* (Lütken, 1875). Setas evidenciando manchas umeral e sobre o pedúnculo caudal. Artista: Jaime Somera. Fonte: Silva & Goitein (2009)

A boca é terminal e de grande abertura com dentes cuspidados, cônicos e/ou caniniformes no pré-maxilar, dentário, parte anterior do maxilar e palato, por isso são popularmente conhecidos como “peixe-cachorro” (BRITSKI et al., 1999; GUEDES et al., 2021). A anatomia bucal relaciona-se à dieta baseada em organismos evasivos, com os dentes tornando mais eficiente a apreensão do alimento, *A. lacustris* tende a ocupar estratos mais superficiais da coluna d'água (TEIXEIRA & BENNEMANN, 2007).

Acestrorhynchus lacustris não é espécie apreciada para fins comerciais (BRITSKI et al., 1988), devido a carne apresentar textura diferente, ser mais mole e não ser tão saborosa (comunicação pessoal, Dr. Yoshimi Sato), por outro lado, é ecologicamente importante para a cadeia alimentar dos peixes (HAHN et al., 2000). Quando os reservatórios são construídos, as espécies forrageiras tornam-se abundantes e *A. lacustris*, como espécie predadora, é utilizada para controlar a proliferação dessas espécies de peixes (AGOSTINHO et al., 1992).

Rocha et al. (2011) observaram canibalismo em *A. lacustris* coletados no reservatório de Sobradinho, Bahia.

2.1.3. Hábito alimentar

Estudos envolvendo alimentação de *A. lacustris* foram desenvolvidos por alguns autores no Brasil. No rio Mogi-Guaçu, São Paulo, a dieta foi exclusivamente composta por peixes (MESCHIATTI, 1995); no rio Paraná, PR, *Steindachnerina insculpta*, *Moenkhausia intermedia* e *Astyanax bimaculatus* foram presas preferenciais para *A. lacustris*, enquanto outras espécies de peixes, camarões, insetos e gramíneas complementaram a dieta (ALMEIDA et al., 1997); no rio Tibagi, PR (BENNEMANN et al., 2000); e no reservatório de Itaipu, PR, *A. lacustris* alimentou-se exclusivamente de peixes totalizando 17 espécies (HAHN et al., 2000); no reservatório de captação de água do Ribeirão Claro, SP, *A. lacustris* apresentou uma dieta predominantemente piscívora (incluindo Characidae, Curimatidae, Gymnotidae e Cichlidae) mas também incluiu insetos, matéria vegetal e sedimentos, além disso, os autores registraram uma atividade alimentar menos intensa de *A. lacustris* durante o inverno, quando as temperaturas eram mais baixas, sendo a provável causa de uma menor atividade alimentar, e não a redução ou ausência de presas potenciais (já que a abundância delas se manteve praticamente a mesma naquela estação) (SILVA & GOITEN, 2009); todos classificaram esta espécie como preferencialmente e/ou exclusivamente piscívora.

Na bacia hidrográfica do rio São Francisco, estudos de Gomes & Verani (2003) no reservatório de Três Marias (alto rio São Francisco), Pompeu & Godinho (2003) em três lagoas marginais do médio rio (Juazeiro e Cajueiro - margem direita - e Curral de Varas - margem

esquerda), Luz et al. (2009) na lagoa Curralinho do submédio rio, Rocha et al. (2011) no reservatório de Sobradinho (entre os trechos médio e submédio) e Lopes & Oliveira-Silva (2013) nos rios Santo Antônio e São José (Lençóis e Remanso, Bahia), consideraram os hábitos alimentares de *A. lacustris* e seu congênere *A. britskii* exclusivamente piscívoros, e ocasionalmente atribuíram a presença de itens como insetos, camarões e tecido vegetal em suas dietas.

2.1.4. Reprodução

Acestrorhynchus lacustris têm seu ciclo reprodutivo iniciado na primavera, que começa com o macho perseguindo e mordiscando a fêmea, posteriormente ele pressiona a papila genital da fêmea forçando-a a liberar ovos, que serão fecundados em seguida (RECHI, 2017); os peixes-cachorros são desovadores múltiplos, sem cuidados parentais (BAZZOLI & GODINHO, 1991). Rizzo et al. (2002) estudaram adesividade e padrões de superfície de ovos de várias espécies de peixes teleósteos de água doce da região neotropical, inclusive *A. lacustris* e *A. britskii* caracterizados como peixes de estratégia reprodutiva sedentária (ou seja, não migratória) e com presença de adesividade nos ovos.

Recentemente, Gomes et al. (2022) avaliaram os impactos da barragem de Três Marias, na bacia do rio São Francisco, MG, sobre aspectos reprodutivos de *A. lacustris*, espécie não migradora. Esses autores concluíram que os parâmetros reprodutivos foram alterados no trecho a jusante da barragem de Três Marias, onde as condições físicas e químicas da água são desfavoráveis à reprodução dos peixes, notando-se em ambos os sexos diminuição do volume gonadal, sendo que as fêmeas apresentaram menores valores de diâmetro folicular e fecundidade, quando comparadas as do trecho de confluência dos rios São Francisco e Abaeté, confirmando que o impacto das barragens também ocorre em peixes não migradores.

2.1.5. Parasitos registrados no Brasil

Alguns trabalhos sobre parasitismo de *A. lacustris* foram publicados nos últimos 30 anos, os registros dos grupos e espécies parasitárias, localidade e respectivas referências foram listados na Tabela 1. Adicionalmente, Costa (2011) registrou em *A. lacustris* do reservatório de Três Marias, MG, larvas de *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., adultos de *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis* e *Travassosnema travassosi*.

Tabela 1. Lista de trabalhos publicados sobre a endoparasitofauna (em ordem alfabética) de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) no Brasil e suas respectivas referências.

Grupos de parasitos	Local	Referência
Acanthocephala		
<i>Quadrigyrus torquatus</i>	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
Nematoda		
Anisakidae gen. sp.	Brasil	Luque et al. (2011)
	rio Curiaú, Macapá, estado do Amapá	Silva-Júnior et al. (2011)
Capillariidae gen. sp.	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Contracaecum</i> sp.	rio São Francisco	Brasil-Sato (2003)
	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	usina hidrelétrica de Itaipu, Paraná	Kohn et al. (2011)
	Brasil	Luque et al. (2011)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Abdallah et al. (2012)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)
	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
	rio Batalha, São Paulo	Leite et al. (2017)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	Brasil	Luque et al. (2011)
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	Brasil	Luque et al. (2011)
<i>Diectophyma renale</i>	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Abdallah et al. (2012)
<i>Eustrongylides</i> sp.	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	Brasil	Luque et al. (2011)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Goezia brasiliensis</i>	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Guyanema raphiodoni</i>	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Heliconema</i> sp.	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Hysterothylacium</i> sp. (citado como <i>Heterotyphlum</i> sp.)	rio São Francisco	Brasil-Sato (2003)
Philometridae gen. sp.	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Philometroides caudata</i>	Brasil	Luque et al. (2011)

	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Abdallah et al. (2012)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)
	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Philonema</i> sp. "A"	Brasil	Eiras et al. (2010)
	Brasil	Luque et al. (2011)
<i>Procamallanus</i> sp.	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	Brasil	Luque et al. (2011)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Abdallah et al. (2012)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)
	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>neocabaleroii</i>	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Abdallah et al. (2012)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>saofranciscensis</i>	Brasil	Eiras et al. (2010)
	Brasil	Luque et al. (2011)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Abdallah et al. (2012)
	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>saofranciscensis</i> (citado como <i>Spirocamallanus saofranciscensis</i>)	rio São Francisco	Brasil-Sato (2003)
<i>Procamallanus</i> (S.) sp.	Brasil	Luque et al. (2011)
<i>Rhabdochona</i> (<i>Rhabdochona</i>) <i>acuminata</i>	reservatório de Três Marias	Costa et al. (2011)
<i>Spiroxys contortus</i>	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Travassosnema travassosi</i>	rio São Francisco	Brasil-Sato (2003)
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	rio Paraná, Guaira	Moravec et al. (1993)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	usina hidrelétrica de Itaipu, Paraná	Kohn et al. (2011)
	Brasil	Luque et al. (2011)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Travassosnema travassosi travassosi</i>	reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco	Costa et al. (1991)
	rio Tibagi, Sertanópolis, Paraná	Silva-Souza & Saraiva (2002)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	Brasil	Luque et al. (2011)
Platyhelminthes		
Eucestoda		
Cestoda fam. gen. sp.	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
Onchoproteocephalidea gen. sp.	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
Digenea		
<i>Ascocotyle</i> sp.	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)

<i>Austrodiplostomum compactum</i>	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Bellumcorpus major</i>	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Clinostomum</i> sp.	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
Diplostomidae gen. sp.	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)
<i>Rhipidocotyle gibsoni</i>	rio Paraná	Kohn & Fernandes (1994)
	lagoas marginais da bacia do alto rio Paraná	Carvalho et al. (2003)
	bacia do alto rio Paraná	Takemoto et al. (2009)
	Brasil	Eiras et al. (2010)
	usina hidrelétrica de Itaipu, Paraná	Kohn et al. (2011)
	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
<i>Rhipidocotyle santanaensis</i>	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016a)
	rio Batalha, São Paulo	Pedro et al. (2016b)
	bacia do alto rio Paraná	Lehun et al. (2020)
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i>	rio Peixe, Anhembi, São Paulo	Camargo et al. (2015)

2.2. *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)

2.2.1. Características taxonômicas gerais e distribuição

Popularmente conhecida como traíra, *H. malabaricus* (Figura 4), pertence à família Erythrinidae, que compreende dezoito espécies divididas em três gêneros: *Erythrinus*, *Hoplerythrinus* (ambos gêneros são popularmente conhecidos por jejús) e *Hoplias* (popularmente conhecidos por traíras e trairões), cujas espécies estão amplamente distribuídas pela América do sul e ocorrendo em águas brasileiras (OYAKAWA, 2003; FROESE & PAULY, 2022).



Figura 4. Espécime de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Seta indica que o limite da maxila inferior visivelmente ultrapassa o limite da maxila superior, característica que difere *Hoplias* dos outros dois gêneros da família Erythrinidae. Escala: 6,5cm. Foto: Yoshimi Sato

Hoplias malabaricus é nativa das Américas Central e do Sul, distribuída da Costa Rica à Argentina, ocorrendo na maioria das bacias hidrográficas, também é citada a ocorrência (não estabelecida) ocasionada por uma possível introdução na América do Norte (Figura 5) (FROESE & PAULY, 2022). As traíras são abundantes na bacia do rio São Francisco (BRITSKI et al., 1988) e são de importância comercial (SATO et al., 2003).



Figura 5. Mapa de distribuição geográfica de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). Círculos verdes evidenciam a presença no Brasil, em quase todos os países da América do Sul e na Costa Rica (América Central); círculo verde com borda vermelha indica ocorrência não estabelecida (provável introdução) nos Estados Unidos (América do Norte). Fonte: Froese & Pauly (2022)

2.2.2. Características morfológicas, biologia e comportamento

Hoplias spp. apresentam dentes caninos no maxilar e na porção anterior e posterior do dentário, esses dentes cônicos e caninos são fortemente adaptados a captura de peixes (BRITSKI et al., 1988); também diferem em vista lateral, porque observa-se a mandíbula visivelmente ultrapassando o limite da maxila superior, conforme seta indicada na Figura 4 (MARTINS, 2009). Podem atingir 40 cm de comprimento e 1,5 kg de peso corporal. Apresentam corpo cilíndrico, nadadeira dorsal contendo entre oito a quinze raios e nadadeira caudal arredondada, não possuem nadadeira adiposa. Juvenis possuem cor mais brilhante/clara, já as traíras adultas, possuem uma coloração marrom dourado, eventualmente com manchas escuras, adaptação ao seu hábito noturno, porém durante o dia também lhe confere certa camuflagem, para o uso da tática de tocaia e espreita para capturar suas presas. Tem

comportamento extremamente territorialistas e por isso não formam cardumes (BRITSKI et al., 1998, 1999; SATO et al., 2003).

Esta espécie é considerada um peixe magro e de alto valor nutricional, principalmente em relação à proteína (SANTOS et al., 2001). Apesar de não ter alto valor comercial, por apresentar carne de boa qualidade e sabor, é vendida a preços razoáveis (PRADO et al., 2006), sendo uma alternativa econômica viável para os pescadores artesanais que vivem às margens dos rios (NOVAES & CARVALHO, 2010).

A traíra é bem adaptada a ambientes lênticos, embora possa também ocorrer em rios pequenos ou grandes. Os indivíduos são geralmente encontrados em piscinas (em meio à vegetação marginal), onde capturam suas presas por emboscada (CASATTI et al., 2001; PRADO et al., 2006). Apresentam grande resistência a variações de temperatura e resistência (orgânica) a agressões ambientais, conseguem sobreviver em locais pouco oxigenados, suportando longos períodos de jejum (HASSUNUMA et al., 2013).

2.2.3. Hábito alimentar

O espectro alimentar das traíras varia durante seu desenvolvimento. Alevinos alimentam-se de plâncton, peixes juvenis consomem crustáceos, larvas de artrópodes e outros invertebrados. Quando adultos ou acima de 15 cm, utilizam preferencialmente peixes na dieta e são considerados predadores piscívoros de emboscada (LOUREIRO & HAHN, 1996; FROESE & PAULY, 2022).

2.2.4. Reprodução

Realizam fecundação externa, construção de ninho, desova múltipla, guarda de ovos, e cuidado parental. O cuidado parental é exercido normalmente pelos machos, mas pode ocorrer de forma facultativa o cuidado biparental. A construção do ninho geralmente ocorre em locais rasos para reduzir a mortandade de ovos. As fêmeas desovam e depositam seus ovos em depressões, como em troncos de árvores e folhas e, em seguida, elas deixam o local do ninho (ARAÚJO-LIMA & BITTENCOURT, 2001; PRADO et al., 2006; NOVAES & CARVALHO, 2010).

No Brasil o período de reprodução de *H. malabaricus* ocorre entre a primavera e o verão, variando com a temperatura e a precipitação. No rio Paranapanema, na represa de Jurumirim, SP, durante os períodos chuvosos observou-se aumento na taxa reprodutiva (NOVAES & CARVALHO, 2010). Sato et al. (2003) relataram que *H. malabaricus* se reproduz em viveiros de pisciculturas.

2.2.5. Parasitos registrados no Brasil

Muitos trabalhos sobre o parasitismo de *H. malabaricus* foram publicados desde o registro mais antigo localizado de Pinto & Noronha (1976). Entre eles alguns “check-lists”, sendo o mais recente de Gião et al. (2020) que incluiu registros de Monogenea, Digenea, Nematoda e Hirudinea parasitando *H. malabaricus* no Brasil até o ano de 2018, com isso os registros não incluídos por estes autores e os posteriores ao levantamento realizado foram incluídos na Tabela 2. Adicionalmente, Costa (2015) registrou os nematoides *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Porrocaecum* sp. e *Travassosnema travassosi*, no alto rio São Francisco.

Tabela 2. Lista de trabalhos publicados de 2018 até a atualidade referente a espécies de endoparasitos (em ordem alfabética) de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) do Brasil, uma atualização da listagem apresentada por Gião et al. (2020) dos registros até 2018 e inclusão de referências não citadas por estes autores.

Espécies de parasito	Local	Referência
Acanthocephala		
Acanthocephala fam. gen. sp.	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Gorytocephalus spectabilis</i>	rio Vila Nova, tributário do rio Amazonas, Mazagão, Amapá	Oliveira et al. (2018)
<i>Neoechynorhynchus</i> (N.) sp.	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Quadrigyus machadoi</i>	lagoa em Aguaí, São Paulo	Rosim et al. (2005)
	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Quadrigyus torquatus</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
Apicomplexa		
<i>Calyptospora</i> spp.	rio Curiaú, Macapá, Amapá	Negrão et al. (2019)
Hirudinea		
Glossiphoniidae gen. sp.	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Helobdella</i> sp.	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Placobdella</i> sp.	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
Nematoda		
<i>Contracaecum</i> sp.	rio Paraná, Paraná	Martins et al. (2003)
	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	lagos em Pirassununga, São Paulo	Correa et al. (2013)
	rio São Francisco	Correa et al. (2015)
	rio Vila Nova, tributário do rio Amazonas, Mazagão, Amapá	Oliveira et al. (2018)
	lagoas artificiais próxima às cabeceiras do igarapé Quinoá, Acre	Maggi et al. (2019)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)

	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
	lagoas marginais ao rio Tapajós, Pará	Corrêa et al. (2021)
<i>Eustrongylides ignotus</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Eustrongylides</i> sp.	alto São Francisco, Minas Gerais	Brasil-Sato (2003)
	lagoas artificiais próxima às cabeceiras do igarapé Quinoá, Acre	Maggi et al. (2019)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
	Barra Velha, Santa Catarina	Gueretz et al. (2020)
	Magé, Rio de Janeiro	Kuraiem et al. (2020)
	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
	lagoas marginais ao rio Tapajós, Pará	Corrêa et al. (2021)
<i>Goezia brasiliensis</i>	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Goezia spinulosa</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Guyanema baudi</i>	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Hysterothylacium</i> sp.	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
	rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu, sub-bacia Tietê-Jacaré, São Paulo	Leite et al. (2021)
<i>Paracapillaria piscicola</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Paraseuratum soaresi</i>	bacia de Campos, Rio de Janeiro	Fábio (1982)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Porrocaecum</i> sp.	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Procamallanus</i> (P.) <i>peraccuratus</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>amarali</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>hilarii</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>iheringi</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	lagoa Jupuranã, Espírito Santo	Pinto & Noronha (1976)
	bacia de Campos, Rio de Janeiro	Fábio (1982)
	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	rio Vila Nova, tributário do rio Amazonas, Mazagão, Amapá	Oliveira et al. (2018)
<i>Rhabdochona acuminata</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Spiroxys contortus</i>	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
Pentastomida		
<i>Sebekia oxycephala</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
Platyhelminthes		

Digenea

<i>Austrodiplostomum compactum</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu rio Batalha, São Paulo	Corrêa et al. (2020) Gião et al. (2020)
<i>Austrodiplostomum mordax</i>	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	alto rio São Francisco, Minas Gerais	Costa et al. (2015)
<i>Austrodiplostomum</i> spp.	rio São Francisco	Correa et al. (2014)
Bucephalidae gen. sp.	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Clinostomum complanatum</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Clinostomum marginatum</i>	rio Vila Nova, tributário do rio Amazonas, Mazagão, Amapá	Oliveira et al. (2018)
<i>Clinostomum</i> sp.	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Diplostomum</i> sp.	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Diplostomum (Tyloodelphys) sp.1</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Diplostomum (Tyloodelphys) sp.2</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	rio das Velhas, tributário do rio São Francisco, Minas Gerais	Souza et al. (2018)
	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Ithyoclinostomum</i> sp.	alto São Francisco, Minas Gerais	Brasil-Sato (2003)
	alto rio São Francisco, Minas Gerais	Costa et al. (2015)
	Barra Velha, Santa Catarina	Gueretz et al. (2020)
<i>Parspina argentinensis</i>	lagos do rio Mogi-Guaçu	Corrêa et al. (2020)
<i>Phyllodistomum rhamdiae</i>	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Phyllodistomum spatula</i>	alto rio São Francisco, Minas Gerais	Costa et al. (2015)
<i>Phyllodistomum</i> sp.	rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu, sub-bacia Tietê-Jacaré, São Paulo	Leite et al. (2021)
<i>Prosthenhystera</i> sp.	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Pseudosellacotyla lutzi</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
	América do Sul	Pantoja et al. (2018)
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Thometrema overstreeti</i>	alto Paraná, Paraná	Takemoto et al. (2009)
<i>Tyloodelphys</i> sp.	rio Batalha, São Paulo	Gião et al. (2020)
<i>Tyloodelphys</i> sp. (haplótipos 1 e 2)	rio Batalha, São Paulo	Pelegri et al. (2019)

2.3. *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)

2.3.1. Características taxonômicas gerais e distribuição

Pygocentrus piraya (Figura 6), conhecida popularmente como piranha do São Francisco, pertence à família Serrasalminidae (conhecida por compreender piranhas e pacus), subfamília Serrasalminae. *Pygocentrus* apresenta 15 variações nominais conhecidas, no entanto apenas quatro são espécies válidas neste gênero: *P. cariba*, *P. nattereri*, *P. palometa* e *P. piraya*. *Pygocentrus piraya* é espécie endêmica da bacia do São Francisco e abundante no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, MG (BRITSKI et al., 1988; FROESE & PAULY, 2022).



Figura 6. Espécime de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Escala: 5 cm. Foto: Yoshimi Sato.

2.3.2. Características morfológicas, biologia e comportamento

Segundo Britski et al. (1988) os peixes pertencentes a este grupo apresentam dentes cortantes, que são capazes de arrancar pedaços de suas presas. De porte mediano, apresentando corpo comprimido e alto.

Pygocentrus piraya pode alcançar 51 cm de comprimento total (PINKGUNI, 1997) e peso corporal acima de seis kilogramas (FERREIRA et al., 1996), sendo a maior espécie entre as piranhas (FROESE & PAULY, 2022). Segundo Fink (1993) distinguem-se das demais piranhas por seus espécimes apresentarem, quando adultos, raios na nadadeira adiposa, além de agressividade, serem gregários (forma cardumes) e habitam geralmente ambientes lênticos (BRAGA, 1975). Adultos possuem corpo uniformemente colorido, enquanto os juvenis apresentam manchas no flanco e região posterior da cauda (BRITSKI et al., 1988).

Devido à sua ferocidade causa prejuízos à pesca, além de causar muitas vezes, acidentes com seres humanos e animais de criação. Devido aos referidos problemas chegou-se a pensar na possibilidade de erradicá-la no Nordeste do Brasil (BRAGA, 1954; 1975).

2.3.3. Hábito alimentar

Pygocentrus piraya tem hábito alimentar carnívoro preferencialmente piscívoro (BRITSKI et al., 1988; ALVIM, 1999) e comportamento oportunista (GOMES, 2002). Segundo Alvim (1999) *P. piraya* foi classificada como piscívora, mas também citou a presença de insetos terrestres em seu conteúdo estomacal.

2.3.4. Reprodução

Na região do alto São Francisco, no reservatório de Três Marias, seu período reprodutivo é longo e sua desova é do tipo parcelada (FERREIRA et al., 1996). O comprimento padrão correspondente à primeira maturação sexual, foi estimado para machos em torno de 10,8 cm e para fêmeas em torno de 17 cm (CRUZ et al., 1996).

2.3.5. Parasitos registrados no Brasil

Poucos trabalhos sobre parasitismo de *P. piraya* foram publicados, os registros dos grupos e espécies parasitárias, localidade e respectivas referências foram listados na Tabela 3. Adicionalmente, Santos (2008) registrou Monogenea (*Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp. e Gyrodactylidae gen. sp.), Copepoda (*Gamydactylus* sp. e *Ergasilus* sp.), Isopoda (*Braga fluviatilis*) e Branchiura (*Argulus multicolor*).

Tabela 3. Lista de trabalhos publicados de espécies de endoparasitos (em ordem alfabética) registrados em *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) no alto rio São Francisco (RSF) e no reservatório de Três Marias (RTM), Minas Gerais, Brasil e suas respectivas referências.

Espécies de parasito	Local	Referência
Nematoda		
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	RTM	Santos-Clapp et al. (2022)
<i>Contracaecum</i> sp.	RTM	Santos-Clapp et al. (2022)
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	RTM	Moravec et al. (2008)
<i>Goezia</i> sp.	RTM	Santos-Clapp et al. (2022)
<i>Hysterothylacium</i> sp.	RTM	Santos-Clapp et al. (2022)
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i> (citado como <i>Spirocamallanus inopinatus</i>)	RSF	Brasil-Sato (2003)
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	RTM	Santos-Clapp et al. (2022)
<i>Spiroxys</i> sp.	RTM	Santos et al. (2009);

Platyhelminthes**Digenea***Austrodiplostomum* sp.

RTM

Santos-Clapp et al. (2022)

Eucestoda

Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)

RTM

Santos-Clapp et al. (2022)

2.4. *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875**2.4.1. Características taxonômicas gerais e distribuição**

Popularmente conhecida como pirambeba ou como piranha branca, *S. brandtii* (Figura 7), que também pertence à família Serrasalminidae, subfamília Serrasalminae, compartilha o gênero com mais trinta espécies válidas; entretanto, assim como *P. piraya* é espécie endêmica da bacia do rio São Francisco (BRITSKI et al., 1988; FROESE & PAULY, 2022).



Figura 7. Espécime de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Escala: 5 cm. Foto: Yoshimi Sato

2.4.2. Características morfológicas, biologia e comportamento

A subfamília Serrasalminae apresenta indivíduos de porte mediano, corpo comprimido e alto (GOMES & VERANI, 2003). Os espécimes de *S. brandtii* podem atingir 31 cm de comprimento total e 700 g de peso corporal. De modo geral, apresentam comportamento gregário (BRAGA, 1975). Segundo Gomes & Verani (2003) as pirambebas apresentam porte um pouco menor se comparadas à *P. piraya*.

2.4.3. Hábito alimentar

De hábito alimentar preferencialmente piscívoro (ALVIM, 1999; GOMES, 2002), *S. brandtii* é capaz de arrancar pedaços de suas presas por possuir dentes cortantes (BRITSKI et al., 1988). Alvim (1999) indicou que *S. brandtii* é piscívora e concluiu que nadadeiras de peixes menores constituem seu principal alimento, adicionalmente registrou invertebrados terrestres (formigas) e aquáticos (larvas de insetos), porém com baixa representatividade. Pompeu & Godinho (2003) a classificaram como espécie piscívora-insetívora. Segundo Winemiller (1989), as piranhas de uma maneira geral, são conhecidas como predadoras mutiladoras, pois ingerem essencialmente nadadeiras, escamas e outras partes do corpo de suas presas. De acordo com Oliveira (1999), *S. brandtii* também pode ingerir insetos, frutos e sementes, de acordo com a disponibilidade desses itens no ambiente, sendo, portanto, considerada espécie oportunista.

2.4.4. Reprodução

Serrasalmus brandtii não realiza migração reprodutiva (piracema), apresentando período reprodutivo longo e desova do tipo parcelada (TELES, 1989). É espécie abundante durante todo o ano (TELES & GODINHO, 1997).

2.4.5. Parasitos registrados no Brasil

Apenas quatro trabalhos sobre parasitismo de *S. brandtii* foram publicados até o presente momento, os registros dos grupos e espécies parasitárias, localidades e respectivas referências foram listadas na Tabela 4. Santos (2008) confirmou a presença dos nematoides citados por Brasil-Sato (2003) e ampliou os registros com *Capillostrongyloides sentinosa*, *Philometra* sp., *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.; Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp. e *Anacanthorus* spp.; Copepoda: *Gamidactylus* sp. e *Ergasilus* sp.; Isopoda: *Braga fluviatilis* e Branchiura: *Argulus multicolor*.

Tabela 4. Lista de trabalhos publicados de espécies de endoparasitos (em ordem alfabética) registrados em *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 no alto rio São Francisco (RSF) e no reservatório de Três Marias (RTM) e suas respectivas referências.

Espécies de parasito	Local	Referência
Nematoda		
<i>Contracaecum</i> sp.	RSF	Brasil-Sato (2003)
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	RTM	Moravec et al. (2008)
<i>Procamallanus</i> (<i>S.</i>) <i>inopinatus</i> (citado como <i>Spirocamallanus inopinatus</i>)	RSF	Moreira et al. (1994)
	RSF	Brasil-Sato (2003)
<i>Spiroxys</i> sp.	RTM	Santos et al. (2009)

CAPÍTULO I

**TAXONOMIA, CLASSIFICAÇÃO E RESENHA ECOLÓGICA DOS
ENDOPARASITOS DE *Acestrorhynchus lacustris* (LÜTKEN, 1875), *Hoplias
malabaricus* (BLOCH, 1794), *Pygocentrus piraya* (CUVIER, 1819) e *Serrasalmus brandtii*
LÜTKEN, 1875 DA BACIA DO ALTO E DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, MG/BA**

RESUMO

O objetivo do capítulo I deste trabalho de Tese foi realizar uma breve descrição taxonômica das espécies de endoparasitos metazoários encontrados *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 coletados em lagoas marginais da bacia do alto e do médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia. Pelo menos 27 espécies de endoparasitos metazoários foram encontradas nas quatro comunidades componentes, sendo pelo menos 18 em *A. lacustris*, nove em *H. malabaricus*, 14 em *P. piraya* e 14 em *S. brandtii*. Do Filo **Platyhelminthes**: Digenea fam. gen. sp.; *Clinostomum* sp., *Sphincterodiplostomum musculosum* e Proteocephalidae gen. sp.1 e 2 (larvas plerocercoides encistadas e juvenis/adultos, respectivamente). Do Filo **Nematoda**: Nematoda fam. gen. sp.; *Freitascapillaria* sp.; *Paracapillaria piscicola*; Capillariidae gen. sp. 1 e 2; *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; *Brevimulticaecum* sp.; *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2; *Hysterothylacium* sp.; *Goezia* sp.; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *freitasi*, *Procamallanus* (*S.*) *hilarii*; *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus*; *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis*; *Guyanema baudi*; *Travassosnema travassosi paranaensis*; *Gnathostoma* sp.; *Spiroxys* sp.; *Cystidicoloides fischeri* e *Spinitectus rodolphiheringi*. Do Filo **Acanthocephala**: *Quadrigrusus* sp.; e do Filo **Pentastomida**: *Sebekia* sp.. Entre os táxons encontrados, as espécies Proteocephalidae gen. sp.1 (larvas plerocercoides), *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* e *Cystidicoloides fischeri* foram comuns as quatro comunidades endoparasitárias. O registro de algumas espécies identificadas foi inédito para os hospedeiros e/ou bacia do rio São Francisco, sendo possível ampliar a listagem de hospedeiros conhecidos e/ou distribuição geográfica de endoparasitos encontrados em *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya* e em *S. brandtii* provenientes de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco. Este estudo envolvendo endoparasitos de peixes de ambientes lacustres permitiu a produção de trabalhos recentemente publicados e submetidos a periódicos científicos.

Palavras-chave: Acanthocephala, Descrição taxonômica, Nematoda, Parasitos de peixes de água doce, Platyhelminthes, Pentastomida,

ABSTRACT

The objective of chapter I of this thesis was to carry out a brief taxonomic description of the metazoan endoparasite species found *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) and *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 collected in marginal lagoons of the upper and middle São Francisco river basin, Minas Gerais and Bahia. At least 27 species of metazoan endoparasites were found in the four component communities, being at least 18 in *A. lacustris*, nine in *H. malabaricus*, 14 in *P. piraya* and 14 in *S. brandtii*. From the Phylum **Platyhelminthes**: Digenea fam. gen. sp.; *Clinostomum* sp., *Sphincterodiplostomum musculosum* and Proteocephalidae gen. sp.1 and 2 (encysted and juvenile/adult plerocercoid larvae, respectively). From the Phylum **Nematoda**: Nematoda fam. gen. sp.; *Freitascapillaria* sp.; *Paracapillaria piscicola*; Capillariidae gen. sp. 1 and 2; *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; *Brevimulticaecum* sp.; *Contracaecum* sp. Types 1 and 2; *Hysterothylacium* sp.; *Goezia* sp.; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *freitasi*, *Procamallanus* (*S.*) *hilarii*; *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus*; *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis*; *Guyanema baudi*; *Travassosnema travassosi paranaensis*; *Gnathostoma* sp.; *Spiroxys* sp.; *Cystidicoloides fischeri* and *Spinitectus rodolphiheringi*. From the Phylum **Acanthocephala**: *Quadrigyus* sp.; and Phylum **Pentastomida**: *Sebekia* sp.. Among the taxa found, the species Proteocephalidae gen. sp.1 (plerocercoid larvae), *Contracaecum* sp. Types 1 and 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* and *Cystidicoloides fischeri* were common to the four endoparasitic communities. The record of some identified species was unprecedented for the hosts and/or São Francisco river basin, making it possible to expand the list of known hosts and/or geographic distribution of endoparasites found in *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya* and in *S. brandtii* from marginal lagoons of the upper and middle São Francisco river basin. This study involving endoparasites of fish from lake environments allowed the production of recently published and submitted works with unprecedented results.

Keywords: Acanthocephala, Nematoda, Parasitology of lagoon environments, Freshwater fish parasites, Platyhelminthes, Pentastomida, Taxonomic description

1. Introdução

A taxonomia é uma ciência una, que progride com o uso continuado e cuidadoso de ferramentas, sendo a diferença entre a taxonomia de ontem e a de hoje o emprego de ferramentas que evoluíram permitindo maior acurácia nas identificações, mas não ao ponto de fazer desta ciência uma “Taxonomia Moderna”, uma vez que sua base se mantém (BICUDO, 2004). O primeiro capítulo deste trabalho de Tese teve como objetivo apresentar um breve histórico taxonômico das espécies de endoparasitos metazoários encontrados nas quatro espécies de peixes carnívoros hospedeiras coletadas em lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, cujas comunidades parasitárias foram investigadas e descritas estruturalmente nos demais capítulos subsequentes.

2. Material e métodos

2.1. Características da bacia do rio São Francisco

A bacia hidrográfica do rio São Francisco (Figura 8) abrange uma área com cerca de 645 mil Km², equivalente a 8% do território nacional, aproximadamente entre as coordenadas 13°-21° Lat. S e 36°-48° Log. O. Trata-se da terceira maior bacia do Brasil, perdendo somente para as bacias dos rios Amazonas e Tocantins. Considerada a maior com curso d'água, é exclusivamente contida em território brasileiro. Essa bacia drena os estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e o Distrito Federal, banhando 505 municípios com aproximadamente 18 mil habitantes (GODINHO & GODINHO, 2003; KOHLER, 2003; SILVA et al., 2003 AGOSTINHO et al. 2007; CODEVASF, 2015).

O bioma predominante é o Cerrado. O clima da região do alto São Francisco é do tipo tropical úmido ou de savana, apresentando as duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa e uma seca. A temperatura média anual é em torno de 22 a 23°C, sendo a mínima anual entre 15°C e 16°C e a máxima entre 29°C e 30°C. A precipitação total anual encontra-se entre 1.200 e 1.500 mm. Os meses mais chuvosos são novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (que correspondem ao período mais quente) e os meses mais secos vão de junho a agosto (que correspondem ao período mais frio) (SATO & GODINHO, 1999).

O médio São Francisco faz parte da região do semiárido nordestino, apresentando clima quente, regime térmico estável e alto poder evaporante. As estações anuais não são bem definidas, sendo as variações mais características padronizadas por longos períodos de seca e períodos de chuva desordenados, concentrados no final da primavera e verão, muitas vezes intercalados com veraneios. A temperatura média anual é superior a 22 °C, sendo registrada no

mês mais frio temperatura superior a 18 °C. As chuvas são responsáveis pelo processo de enchimento das lagoas marginais, juntamente com o transbordamento das águas do rio São Francisco, por ocasião de suas cheias (MELO et al., 2003).

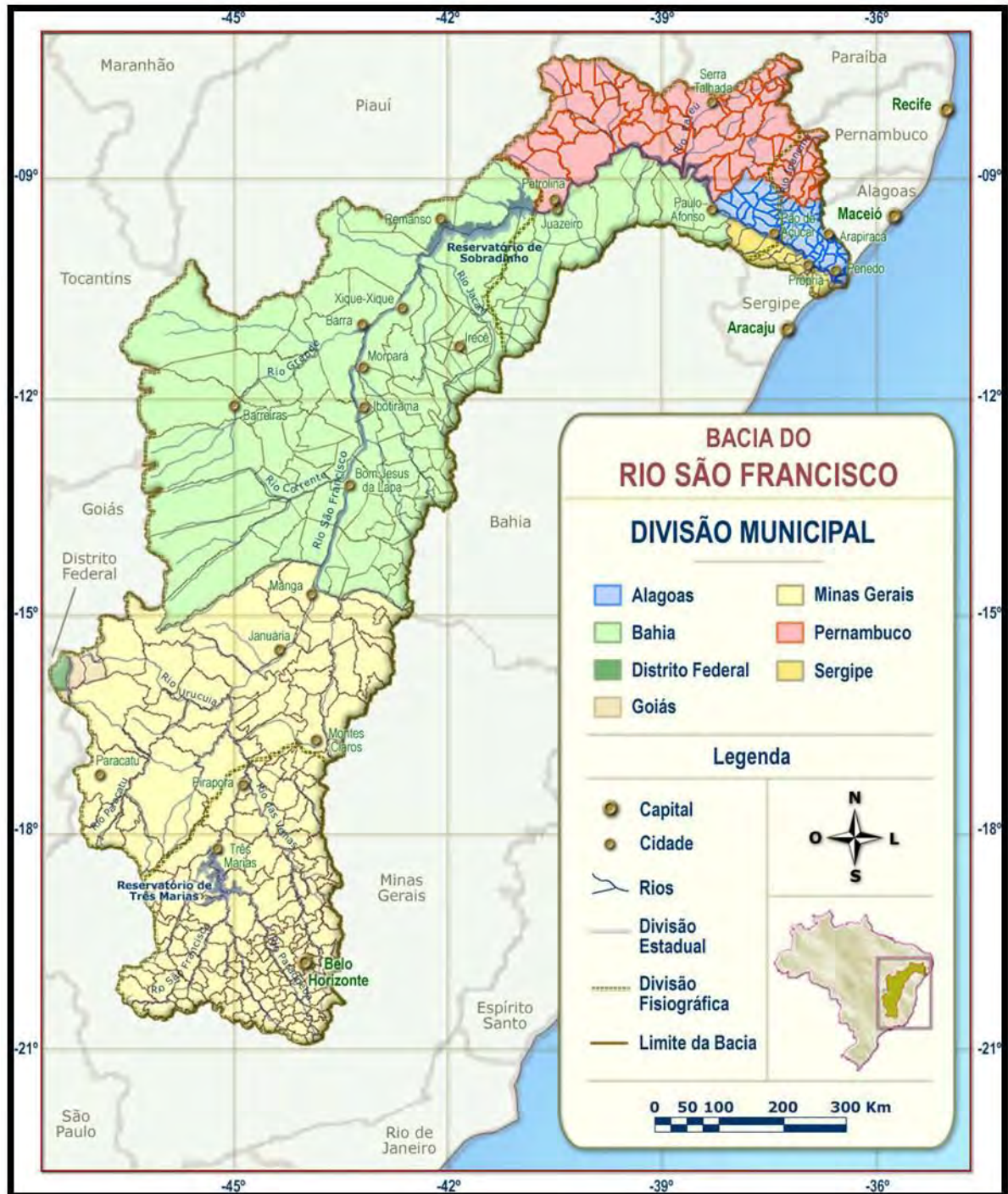


Figura 8. Mapa da bacia do rio São Francisco com divisão político-administrativa. Agência Nacional de Águas (ANA). Região Hidrográfica do São Francisco: Águas que contribuem para o desenvolvimento de 521 municípios, 2010.

Disponível

em:

<<https://www.gov.br/ana/ptbr/search?SearchableText=bacia%20do%20rio%20S%C3%A3o%20Francisco>>.
Acesso: março de 2022.

Tradicionalmente é dividida em quatro segmentos: alto (da nascente até Pirapora - MG, com águas rápidas, frias e oxigenadas), médio (de Pirapora até Remanso - BA, trecho mais longo, caracterizado como rio de planalto, com menor velocidade e sujeito a cheias), submédio (de Remanso até Paulo Afonso – BA, praticamente barrado) e baixo (de Paulo Afonso até a foz, trecho de planície, mais curto, lento e sob influência marinha) rio São Francisco. Entre a barragem de Três Marias e o reservatório de Sobradinho (extensão aproximada de mil quilômetros) o rio flui sem barramentos (PLANVASF, 1989; PAIVA, 1982 apud GODINHO & GODINHO, 2003).

O curso principal do rio São Francisco tem extensões variadas em razão da divergência na localização de sua nascente, histórica e geográfica, ambas em Minas Gerais (Figura 9).

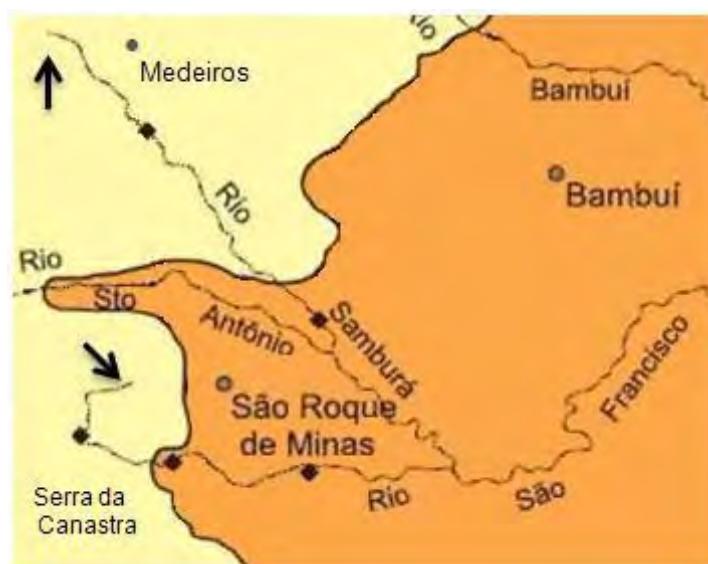


Figura 9. Nascentes do rio São Francisco. Setas indicam as duas nascentes do rio São Francisco, a histórica na Serra da Canastra e a geográfica pelo rio Samburá, no município de Medeiros, Minas Gerais. Fonte: Adaptado de Chaves et al. (2008)

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) delimita sua nascente geográfica no rio Samburá, na Serra da Confusão, no município de Medeiros, MG, devido à calha ser mais larga e apresentar maior vazão na confluência, assim como apresentado por Silva et al. (2003), possuindo 2.863 km dessa cabeceira à foz (CODEVASF, 2015).

Entretanto, sua nascente histórica encontra-se em área protegida pelo Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas, MG. Apresentando 2.814 km entre esta cabeceira e a foz, que deságua no Oceano Atlântico, entre os estados de Sergipe e Alagoas (KOHLER, 2003; CODEVASF, 2015).

Os principais afluentes do São Francisco são os rios Paraopeba, das Velhas, Paracatu, Urucuia, Corrente e Grande, entre outros, que em grande parte são temporários. Todos esses rios vêm sofrendo com as ações de origem antrópica que provocam poluição e degradação do ambiente, através do desmatamento de áreas de mata ciliar, despejo de esgotos domésticos, efluentes de indústrias mineradoras e de atividades agropecuárias, destacando-se aqueles em regiões de grande desenvolvimento econômico e potencial mineral (ANDRADE, 2002; GODINHO & GODINHO, 2003; GODINHO et al., 2015).

Além de todas essas características, o vale do São Francisco ainda é responsável por 17% de todo o potencial elétrico do país, devido a grande quantidade de usinas hidrelétricas presentes, as principais encontram-se na calha principal do rio sendo a de Três Marias a única no terço superior, enquanto que as demais (Sobradinho, Itaparica, Moxotó, o complexo Paulo Afonso e Xingó) estão distribuídas no terço inferior da bacia (BRITSKI et al., 1988; PAIVA, 1982 apud GODINHO & GODINHO, 2003).

2.2. Pontos de coleta de hospedeiros na bacia do alto e do médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, Brasil

Os peixes foram coletados com o auxílio de redes de espera, as quais foram posicionadas na tarde anterior a retirada dos hospedeiros, que foi realizada na manhã seguinte nas diferentes lagoas distribuídas ao longo dos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco. Os pontos amostrados estão indicados na Tabela 1 junto às respectivas coordenadas geográficas, município, proximidade a qual rio e margem (direita ou esquerda) de onde ocorreu a coleta. As espécies de peixes e o número de espécimes coletados em cada ponto são apresentados nos capítulos correspondentes a cada uma das espécies hospedeiras.

Tabela 1. Pontos de coleta de hospedeiros em lagoas da bacia do alto e do médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Locais (lagoas)	Coordenadas	Município	Rio	Margem
<u>Alto</u>				
Volta Grande	20°01'42" S - 45°36'21" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Porcos	19°59'31" S - 45°36'04" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Batatas	19°59'09" S - 45°35'24" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Feia	19°57'54" S - 45°34'22" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Piranhas	19°48'09" S - 45°29'01" O	Moema/MG	São Francisco	Direita
Capuava	19°46'10" S - 44°54'09" O	Conceição do Pará/MG	Pará	Direita
Rio Velho	19°19'09" S - 44°34'49" O	Papagaios/MG	Paraopeba	Esquerda
Silva Campos	18°58'18" S - 45°05'54" O	Pompéu/MG	São Francisco	Direita
<u>Médio</u>				

Grande	15°30'27" S - 44°17'04" O	Pedras de Maria Cruz/MG	São Francisco	Direita
Curral de Varas	15°03'09" S - 44°02'00" O	Itacarambi/MG	São Francisco	Esquerda
Lapinha	14°57'43" S - 43°58'20" O	Matias Cardoso/MG	São Francisco	Direita
Maris	14°25'17" S - 43°52'42" O	Manga/MG	São Francisco	Esquerda
Mocambo	14°19'40" S - 43°43'37" O	Malhada/BA	São Francisco	Direita

2.3. Determinação e necropsia dos hospedeiros

A autoria dos táxons dos hospedeiros e peixes citados no decorrer deste trabalho seguiu Fishbase (FROESE & PAULY, 2022).

Os peixes, no Laboratório de Ictiologia da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da CODEVASF, foram identificados segundo Britski et al. (1988) e classificados de acordo com: Nelson et al. (2016) e Froese & Pauly (2022) – Serrasalminidae; Menezes (2003) – Acestrorhynchidae; e Oyakawa (2003) – Erythrinidae. As vísceras foram extraídas da cavidade corporal e embaladas individualmente em potes plásticos contendo formalina a 3% (Figura 10) e os potes foram marcados com identificação do hospedeiro, dados biométricos, data, nome da lagoa, local e coordenadas geográficas (nas etiquetas).

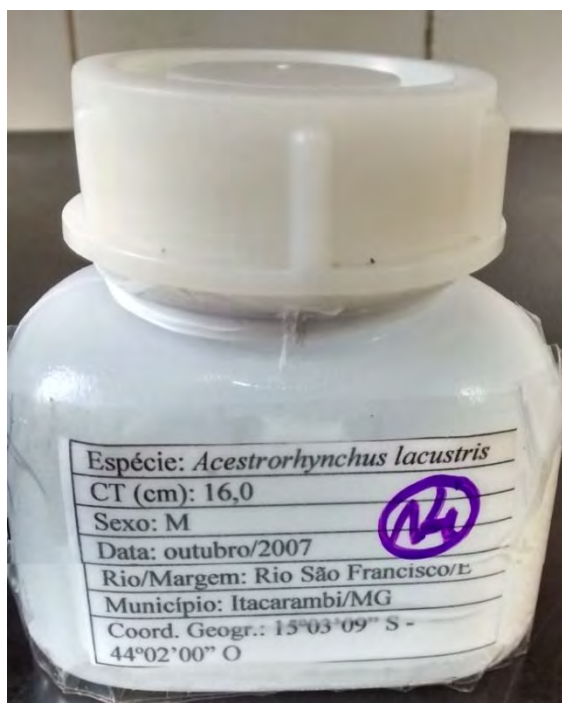


Figura 10. Exemplo de frasco utilizado no acondicionamento de vísceras das quatro espécies de hospedeiros. Devidamente etiquetado com identificação da espécie, comprimento total, sexo, data e local de coleta. Foto: Rayane Duarte

Posteriormente, as vísceras cedidas foram enviadas ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos (LABEPAR), do anexo II do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, para exame parasitológico. Durante as necropsias, os dados obtidos foram registrados em formulários de necropsia de peixes (ANEXO - A), seguindo o protocolo de Amato et al. (1991). Os peixes tiveram os órgãos internos separados da solução fixadora conforme exemplo da Figura 11, com auxílio de pinça e tesoura e colocados em placas de Petri contendo água destilada para o exame. As estruturas internas examinadas isoladamente em placas de Petri, sob estereomicroscópio Olympus (modelo SZ40) com o auxílio de estilete, tesoura e pinça, à procura de parasitos metazoários foram, em ordem alfabética: cavidade celomática (solução fixadora/líquido livre e quando presente a gordura abdominal), cecos intestinais (ou pilóricos), estômago, fígado, gônadas, intestino e vesículas biliar e gasosa. Em seguida, o material foi lavado com água destilada sob uma peneira de malha fina (de 154 µm) e colocado novamente em placa de Petri para um último exame.



Figura 11. Órgãos internos de *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850 do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, MG. Órgãos internos (vísceras) fixados, em formalina 3%, de *S. hilarii* separados da solução fixadora e ainda não individualizados em placa de Petri. Foto: Rayane Duarte

2.4. Coleta, processamento, identificação e classificação dos parasitos

O procedimento de preparo de lâminas temporárias (em lactofenol de Aman) ou permanentes (em bálsamo do Canadá) de espécimes de parasitos seguiu metodologia padronizada (AMATO et al., 1991). Para identificar e classificar os táxons, foram consultadas

as seguintes referências: Kanev et al. (2002) e Niewiadomska (2002) para metacercárias digenéticas; Chervy (2002) e Chambrier et al. (2017) para plerocercoides eucestoides; Moravec (1998) para larvas, juvenis e adultos de Nematoda; Amin (1987) para espécimes juvenis de Acanthocephala, além de artigos especializados.

2.5. Deposição de espécimes

Espécimes representativos dos hospedeiros foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, SP, Brasil, *A. lacustris* sob o número MZUSP 105886; *H. malabaricus* MZUSP 95162; *P. piraya* MZUSP 95149; e *S. brandtii* MZUSP 95150. Espécimes representativos dos parasitos dos quatro hospedeiros foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, de acordo com a numeração apresentada nos capítulos correspondentes a cada um.

2.6. Estudo microscópico dos espécimes de endoparasitos

Os parasitos foram visualizados e imagens de alguns espécimes foram obtidas e estudadas através da câmera Dino Lite acoplada ao microscópio óptico de luz Opton e/ou estereomicroscópio Olympus, com programa computacional – DinoCapture 2.0, versão 1.3.5.

3. Resultados

3.1. Taxonomia, classificação e resenha ecológica dos endoparasitos de quatro peixes carnívoros da bacia do alto e do médio rio São Francisco, MG/BA

Domínio Eukaryota Chatton, 1925
Reino Animalia Linnaeus, 1758
Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
Classe Cercomeridea Brooks, O'Grady & Glenn, 1985
Subclasse Trematoda Rudolphi, 1808
Infraclasse Digenea Van Beneden, 1858

Digenea fam. gen. sp.

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: metacercária

Hospedeiro(s): *S. brandtii*

Prevalência: 6%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,06 \pm 0,24$

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Batatas, alto São Francisco

Comentários:

Os Digenea são exclusivamente parasitos, de corpo não segmentado, tendo sempre como hospedeiro definitivo um vertebrado, sendo na maioria hermafroditas. Tipicamente de corpo achatado, foliáceo, com uma ventosa anterior circundando a boca (ventosa oral) e outra ventosa médio-ventral (ventosa ventral ou acetábulo) com funções de fixação. O ciclo de vida é complexo e sempre heteroxeno, envolve uma reprodução assexuada no primeiro hospedeiro intermediário molusco, com raras exceções. Peixes se infectam com metacercárias encistadas no alimento. Os trematódeos adultos vivem no trato digestivo, órgãos ocos, sistema circulatório ou tecido conjuntivo subcutâneo de vertebrados. A cópula e a produção de ovos (reprodução sexuada) são realizadas nesses hospedeiros. Os ovos são transportados para o ambiente externo com as fezes ou urina do hospedeiro e geralmente eclodem logo após atingirem a água (THATCHER, 2006; EIRAS et al., 2010).

O espécime único de Digenea encontrado em *S. brandtii* estava comprometido e não foi possível sua identificação. A presença de Digenea fam. gen. sp. na cavidade abdominal de pirambeba da lagoa Batatas reforça a necessidade de mais estudos sobre parasitologia dos peixes e demais organismos de lagoas marginais da bacia do São Francisco.

Ordem Strigeiformes La Rue, 1926
Superfamília Diplostomoidea Poirier, 1886
Família Clinostomidae Lühe, 1901
Subfamília Clinostominae Lühe, 1901
Clinostomum Leidy, 1856

***Clinostomum* sp.**
(Figura 12)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: metacercária

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 8%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,08 \pm 0,29$

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Grande, médio São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39106

Comentários:

Thatcher (2006) descreve a doença das Manchas Amarelas, causada pela coloração amarelada das metacercárias, provocada por espécies da família Clinostomidae, do gênero *Clinostomum* cujo hospedeiro definitivo são aves piscívoras.

De acordo com Eiras et al. (2010) metacercárias de *Clinostomum* sp. já foram registradas parasitando as seguintes espécies de peixes no Brasil: *A. lacustris*, *A. altiparanae*, *C. kelberi*, *Geophagus brasiliensis*, *H. malabaricus*, *Hoplosternum litorale*, *Loricariichthys rostratus*, *P. maculatus*, *Schizodon borellii* e *Synbranchus marmoratus*.

No São Francisco, Brasil-Sato (2003) registrou metacercárias de *Clinostomum* sp. em *P. maculatus*. Albuquerque (2013) fez o primeiro registro de *Clinostomum marginatum* em *Astyanax fasciatus* e *Bryconops affinis*, também, ampliando a distribuição geográfica conhecida desta espécie de parasito. O presente estudo reforça a presença de *Clinostomum* sp. em *A. lacustris* no rio e estende sua ocorrência para o trecho médio da bacia do São Francisco.

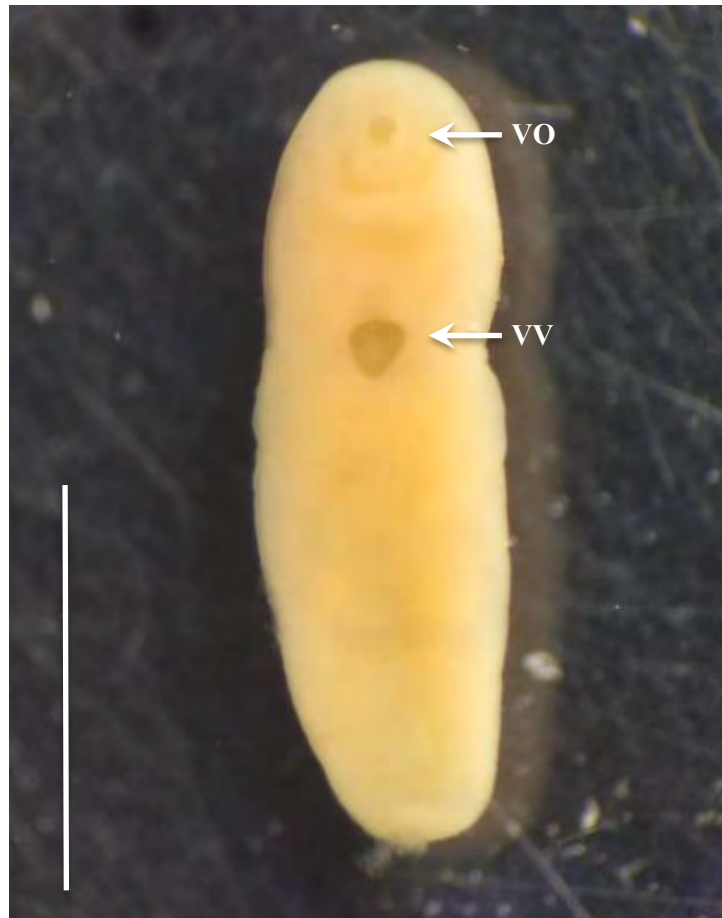


Figura 12. *Clinostomum* sp. endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Grande, médio São Francisco, MG. Espécime fotografado sob estereomicroscópio em etanol 70° GL (VO – ventosa oral; VV – ventosa ventral ou acetábulo), escala = 0,2 cm. Fonte: Rayane Duarte

Família Diplostomidae Poirier, 1886
Subfamília Diplostominae Poirier, 1886
Sphincterodiplostomum Dubois, 1936

***Sphincterodiplostomum musculosum* Dubois, 1936**
(Figuras 13A-D)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: metacercária

Hospedeiros: *H. malabaricus* e *S. brandtii*

Prevalência:

H. malabaricus – 8%

S. brandtii – 6%

Intensidade média:

H. malabaricus – 10,00

S. brandtii – 1,00

Abundância média:

H. malabaricus – $0,77 \pm 2,77$

S. brandtii – $0,06 \pm 0,24$

Sítios de infecção:

H. malabaricus – cavidade abdominal

S. brandtii – estômago

Locais:

H. malabaricus – lagoa Maris, médio São Francisco

S. brandtii – lagoa Batatas, alto São Francisco

Número de depósito:

H. malabaricus – CHIOC 39329

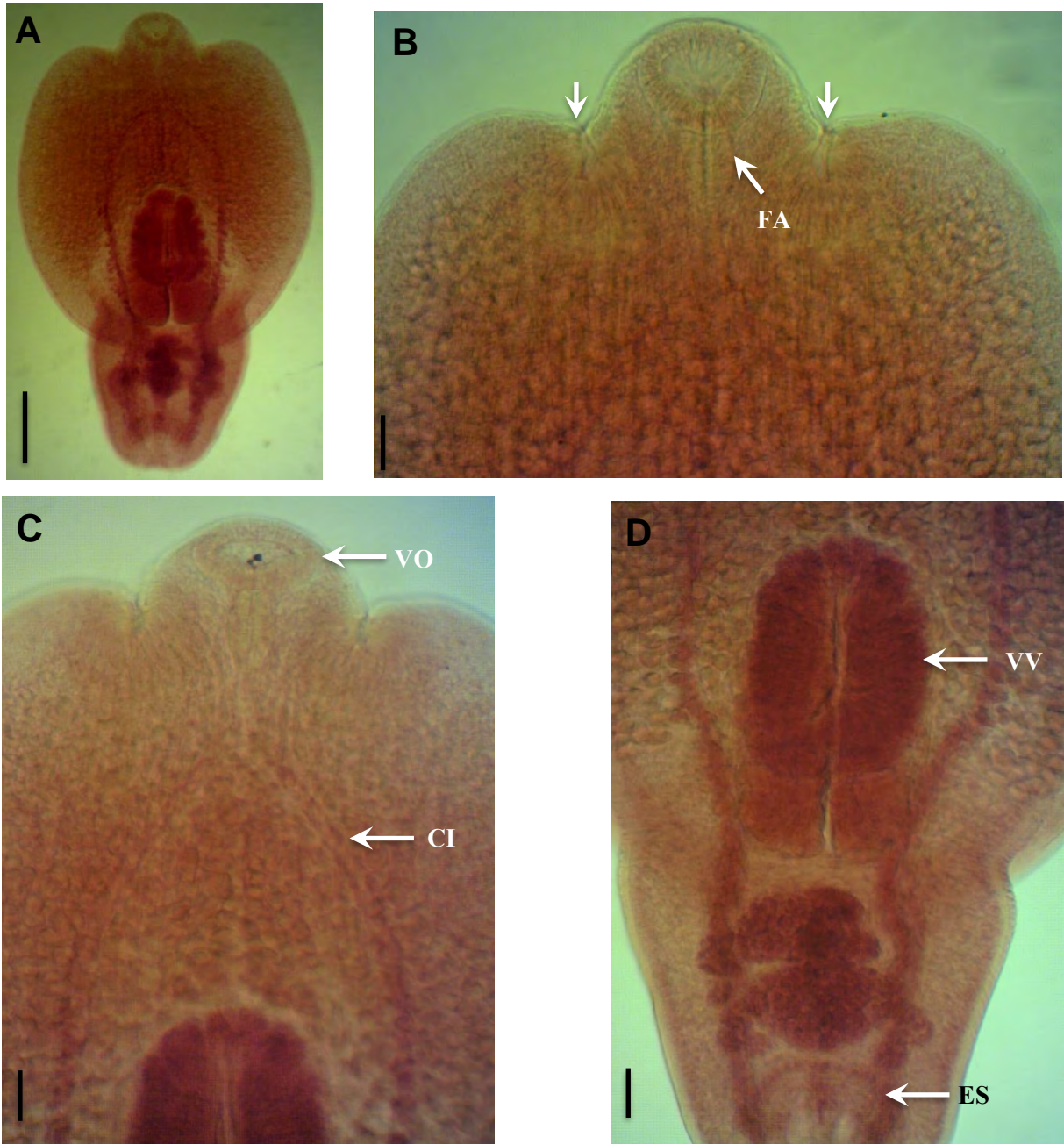
S. brandtii – CHIOC 39328

Comentários:

Sphincterodiplostomum musculosum foi descrita por Dubois (1936) a partir de espécimes imaturos coletados do intestino de *Agamia agami* (Gmelin, 1789) (Ardeidae) do Brasil; Lunaschi & Drago (2006) adicionaram à descrição original características dos espécimes adultos coletados do intestino de *Ardea alba* (Linnaeus, 1758) (Ardeidae). É diferenciada de outros membros de Diplostomidae com base na principal característica que é a presença do esfíncter muscular próximo a extremidade posterior (NIEWIADOMSKA, 2002; LUNASCHI & DRAGO, 2006). Seu ciclo de vida ainda não foi totalmente elucidado, no entanto, *S. musculosum* é conhecida por utilizar uma grande diversidade de peixes como segundo hospedeiro intermediário.

Metacercárias de *S. musculosum* foram relatadas em *H. malabaricus* de Laguna Salta La Vieja, Chaco Province, Argentina (SZIDAT, 1969). No Brasil já foram registradas em *H. malabaricus* e *Hemisorubim platyrhynchos* do alto rio Paraná, PR (TAKEMOTO et al., 2009); e também registradas em diferentes espécies de peixes de diversos sistemas hídricos brasileiros (ABDALLAH et al., 2005; LIZAMA et al., 2006; CESCHINI et al., 2010; ACOSTA et al., 2013; ZAGO et al., 2013; BRANDÃO et al., 2014; ROCHA et al., 2015).

Este é o primeiro registro de *S. musculosum* em *H. malabaricus* e *S. brandtii* da bacia do alto e médio rio São Francisco, expandindo a distribuição geográfica da espécie. A ocorrência dessa espécie é confirmada em *H. malabaricus* e pela primeira vez citada em *S. brandtii*.



Figuras 13A-D. *Sphincterodiplostomum musculosum* Dubois, 1936 endoparasito de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) da lagoa Maris, médio São Francisco, MG. Espécimes corados com Carmim Acético, clarificado com Creosoto de Faia em montagem definitiva com Bálsamo do Canadá. A (visão geral do espécime), escala= 200µm; B e C (extremidade anterior); B – setas indicam pseudoventosas, FA: faringe, escala = 50µm; C – VO: ventosa oral, CI – cecos intestinais, escala = 50µm; D – VV: ventosa ventral, ES: esfíncter, escala = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

Classe Cestoda Rudolphi, 1808
Subclasse Cercomeromorphae Bychowsky, 1937
Infraclasse Cestodaria Monticelli, 1891
Coorte Cestoidea Rudolphi, 1808
Subcoorte Eucestoda Southwell, 1930
Ordem Onchoproteocephalidea Caira, Jensen, Waeschenbach, Olson & Littlewood, 2014
Família Proteocephalidae La Rue, 1911

Proteocephalidae gen. sp.1 (plerocercoides encistados)
(Figuras 14A-C)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva (plerocercoides)

Hospedeiros: *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 100%; 22%; 100%; 77%; 33%; 100%; 100%; e 87%

H. malabaricus – 100%; 100%; 100%; 33%; 100%; 100%; 100%; 78%; e 85%

P. piraya – 36%; 50%; 88%; 60% e 48%

S. brandtii – 67%; 14%; 82%; 60%; e 80%

Intensidade média:

A. lacustris – 101,70 ± 75,48; 20,83 ± 12,86; 224,30 ± 149,87; 420,00 ± 221,16; 10,00; 281,70 ± 137,70; 858,60 ± 699,94; e 187,00 ± 135,03. Não são valores absolutos devido à alta taxa de infecção, são estimativas de contagem em placa de Petri durante o exame parasitológico.

H. malabaricus – 100,00; 10,00; 10,00; 20,00; 10,00; 569,23 ± 236,77; 988,89 ± 306,98; 227,78 ± 131,11; e 360,00 ± 172,28

P. piraya – 24,00 ± 8,22; 20,00; 205,33 ± 143,57; 45,00 ± 53,03; e 19,10 ± 17,17

S. brandtii – 30,00; 20,00 ± 14,14; 8,78 ± 3,70; 9,33 ± 6,03; e 19,38 ± 20,32

Abundância média:

A. lacustris – 101,70 ± 75,48; 4,63 ± 10,09; 224,30 ± 149,87; 323,10 ± 265,72; 3,33 ± 5,77; 281,70 ± 137,70; 858,60 ± 699,94; 162,61 ± 141,04. Não são valores absolutos devido à alta taxa de infecção, são estimativas de contagem em placa de Petri durante o exame parasitológico.

H. malabaricus – 100,00; 10,00; 10,00; 6,67 ± 11,55; 10,00; 569,23 ± 236,77; 988,89 ± 306,98; 178,26 ± 135,80; 304,62 ± 207,39

P. piraya – 8,57 ± 12,77; 10,00 ± 14,14; 181,18 ± 150,62; 27,00 ± 46,13; e 9,10 ± 15,11

S. brandtii – 20,00 ± 17,32; 2,86 ± 8,25; 7,18 ± 4,85; 5,60 ± 6,66; e 15,50 ± 19,73

Sítios de infecção:

A. lacustris; *H. malabaricus*; e *P. piraya* – cavidade abdominal e cecos intestinais

S. brandtii – cavidade abdominal, estômago e cecos intestinais

Locais:

A. lacustris – lagoas Porcos, Batatas, Feia, Piranhas e Silva Campos (alto); Grande, Curral de Varas e Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

H. malabaricus – lagoas Porcos, Feia, Piranhas, Capuava, Rio Velho (alto), Grande, Curral de Varas, Lapinha e Maris (médio São Francisco), respectivamente.

P. piraya – lagoas Piranhas, Silva Campos (alto), Curral de Varas, Maris e Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

S. brandtii – lagoas Feia (alto), Grande, Curral de Varas, Lapinha e Mocambo (médio), respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39123 (Piranhas); 39122 (Curral de Varas); 39124 (Mocambo)

H. malabaricus – CHIOC 39325 (Curral de Varas)

P. piraya – CHIOC 39327 (Maris)

S. brandtii – CHIOC 39326 (Curral de Varas)

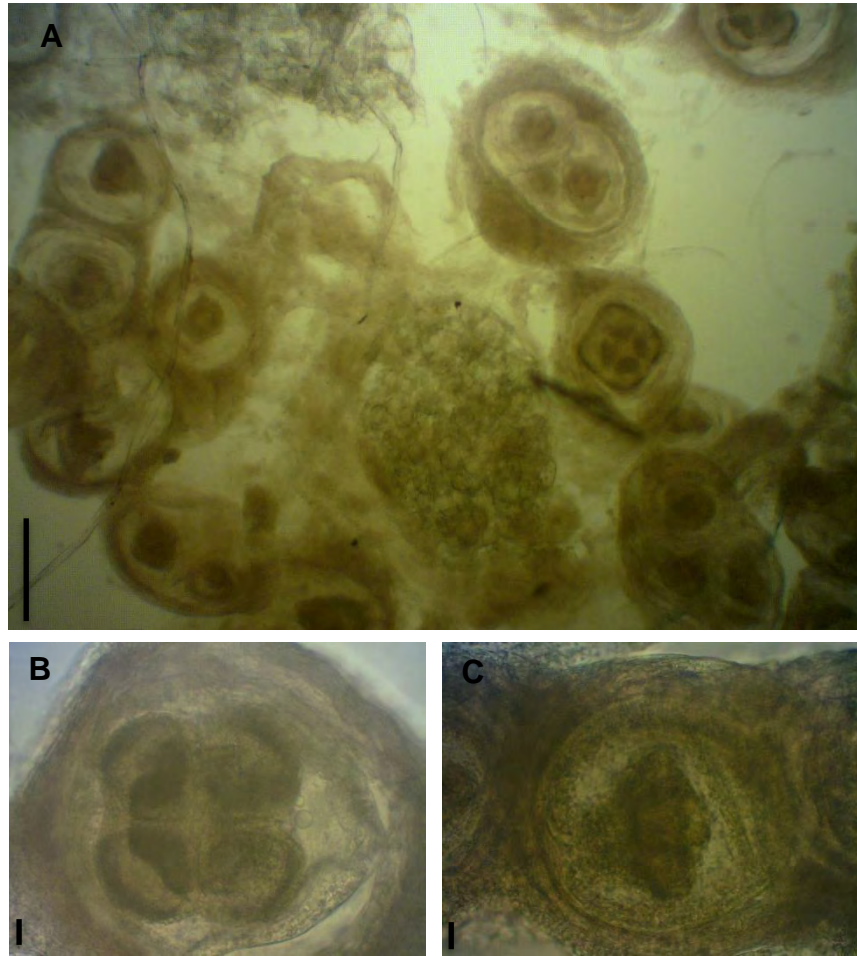
Comentários:

Recentemente Chambrier et al. (2017) propuseram que Eucestoda englobasse 17 ordens: Bothriocephalidea, Caryophyllidea, Cathetocephalidea, Cyclophyllidea, Diphyllidea, Diphyllbothriidea, Haplobothriidea, Lecanicephalidea, Litobothriidea, Nippotaeniidea, Onchoproteocephalidea n. ord., Phyllobothriidea n. ord., Rhinebothriidea, Spathebothriidea, Tetrabothriidea, Trypanorhyncha e Tetraphyllidea. Dessas, 13 foram registradas na América do Sul, com Onchoproteocephalidea exibindo a maior riqueza, representando 50% de toda a diversidade de espécies, composta por três famílias: Onchobothriidae, Prosobothriidae e Proteocephalidae. Seus ciclos de vida complexos incluem um ou mais hospedeiros intermediários em uma ampla gama de filos de animais (principalmente artrópodes) e são transmitidos exclusivamente através da cadeia alimentar (CHAMBRIER et al., 2017).

Os representantes de Proteocephalidae encontrados neste estudo, os plerocercoides (ou ainda metacestoides), estavam livres na cavidade celomática (no líquido em que as vísceras estavam imersas), encistados sobre as vísceras, em órgãos como cecos intestinais, estômago e intestinos anterior, médio e posterior, ou ainda no interior deles (mais raro), formando grupos com grandes quantidades de cistos, os quais continham pequenos indivíduos com quatro ventosas cada, além disso, também foram encontrados em cistos aderidos ao fígado e ainda em meio à gordura abdominal. Devido a grande quantidade de cistos encontrados durante as necropsias, a obtenção de valores absolutos de intensidade e abundância médias foi impossibilitada.

No alto rio São Francisco, há registros de larvas não identificadas de metacestoides de Proteocephalidae em *Prochilodus argenteus* (MONTEIRO et al., 2009; MONTEIRO, 2011); em *Leporinus obtusidens*, *Leporinus piau*, *L. reinhardti* e *Schizodon knerii* (MARTINS, 2012); em *A. bimaculatus*, *A. fasciatus*, *Hemigrammus marginatus*, *Moenkhausia costae* e *Orthospinus franciscensis* (ALBUQUERQUE, 2013); em *Cephalosilurus fowleri* (SABAS, 2014); e em *Pimelodus pohli* (SABAS & BRASIL-SATO, 2014). Além disso, na mesma localidade existem relatos de cistos na mucosa intestinal de *P. piraya* (SANTOS, 2008; SANTOS-CLAPP et al., 2022); assim como na mucosa intestinal e cavidade celomática de *Triportheus guentheri* e *Tetragonopterus chalceus* (ALBUQUERQUE et al., 2016). Larvas plerocercoides não identificadas de Proteocephalidae foram registradas em *Salminus hilarii* do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, por Duarte et al. (2016); e em *Metynnis lippincottianus* por Almeida-Berto et al. (2018).

Este é o primeiro registro de larvas plerocercoides de Proteocephalidae gen. sp. em *A. lacustris*; *H. malabaricus* e *S. brandtii*.



Figuras 14A-C. Proteocephalidae gen. sp.1 (plerocercoides encistados) endoparasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) da lagoa Curral de Varas, médio São Francisco, MG. Espécimes clarificados com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (visão geral dos espécimes), escala= 200µm; B (cisto em visão apical evidenciando as quatro ventosas), escala = 20µm; C (cisto em visão lateral, é possível observar a espessura do envoltório), escala = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

**Proteocephalidae gen. sp.2 (desencistados e mais desenvolvidos)
(Figuras 15A-F)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenis/adultos

Hospedeiros: *P. piraya* e *S. brandtii*

Prevalência:

P. piraya – 33%; 36%; 18%; 53% e 19%

S. brandtii – 6%; 7%; e 40%

Intensidade média:

P. piraya – 1.00; 1.40 ± 0.55 ; 5.33 ± 6.66 ; 1.63 ± 0.92 ; e 1.50 ± 0.58

S. brandtii – 1.00; 1.00; e 1.00

Abundância média:

P. piraya – 0.33 ± 0.58 ; 0.50 ± 0.76 ; 0.94 ± 3.15 ; 0.87 ± 1.06 ; 0.29 ± 0.64

S. brandtii – 0.06 ± 0.24 ; 0.07 ± 0.27 ; e 0.40 ± 0.55

Sítios de infecção:

P. piraya e *S. brandtii* – intestino e cavidade abdominal

Locais:

P. piraya – lagoas Feia, Piranhas (alto), Curral de Varas, Maris e Mocambo (médio), respectivamente.

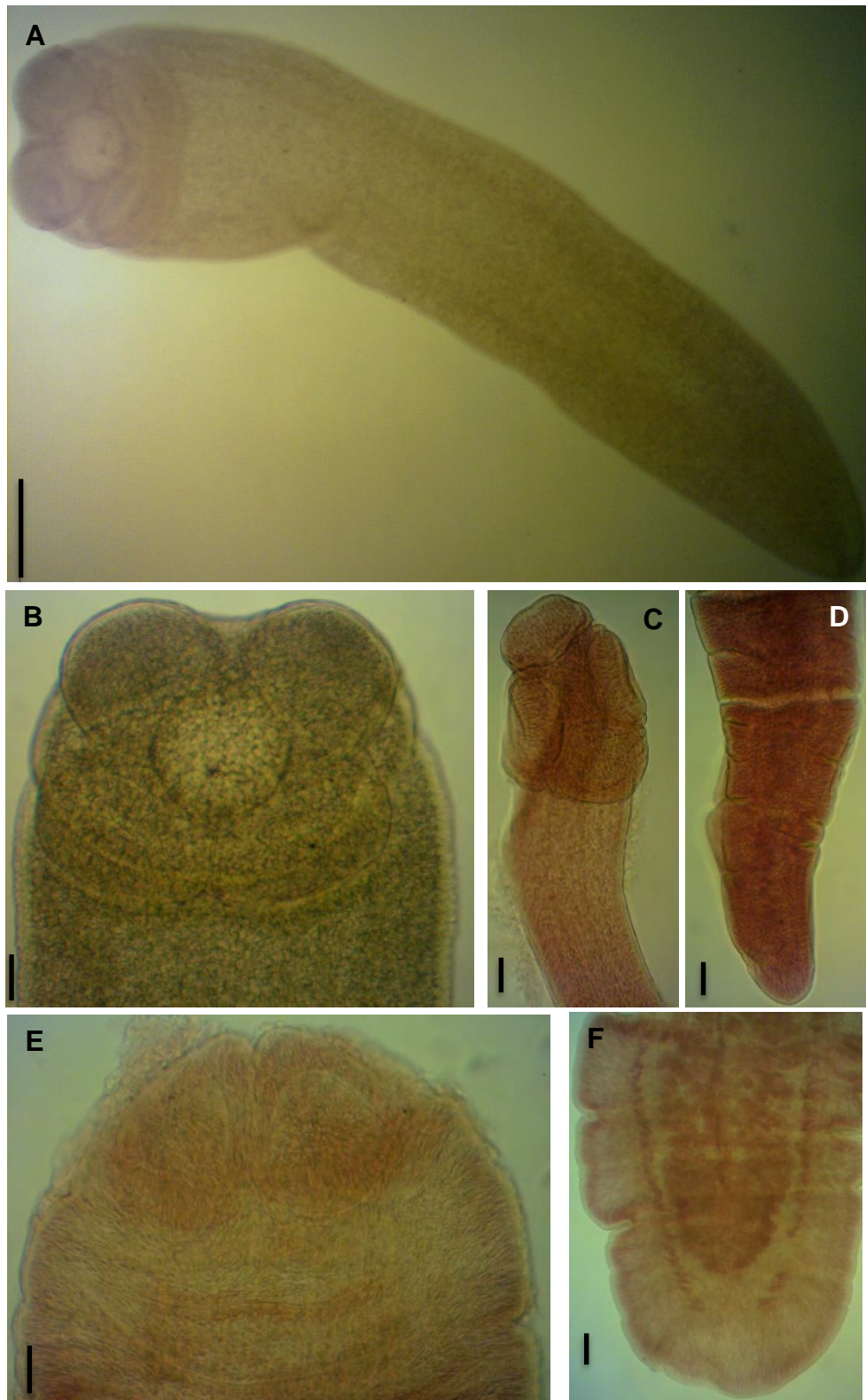
S. brandtii – lagoas Batatas (alto), Grande e Lapinha (médio), respectivamente.

Comentários:

No alto rio São Francisco, há registros de cestoides mais desenvolvidos em *Duopalatinus emarginatus* e *P. pohli* (SABAS, 2014; SABAS & BRASIL-SATO, 2014), já apresentando escólice com quatro ventosas, colo e estróbilo com proglótides, porém sem sistema reprodutor. Semelhantes a alguns dos espécimes encontrados no presente estudo em *P. piraya* e *S. brandtii*.

Monteiro (2011) sugeriu que os anastomídeos atuem como hospedeiros intermediários no ciclo destes cestoides e que peixes piscívoros, predadores de topo, sejam seus hospedeiros definitivos. Proteocefalídeos maduros como *Proteocephalus microscopicus* e *Proteocephalus macrophallus* foram registrados em *C. kelberi* (predador de topo) do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, MG (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014).

Os espécimes mais desenvolvidos coletados em *P. piraya* e *S. brandtii* eram muito delicados na manipulação, provavelmente durante o processo de fixação os espécimes se contorceram e assim ficaram conservados até o momento das necropsias, principalmente no interior dos intestinos. Esse fato dificultou a identificação genérica e específica dos espécimes, que com mais recursos deverão ser, cuidadosamente, examinados no futuro para determinação da(s) espécie(s) e deposição de espécimes em coleção.



Figuras 15A-F. Proteocephalidae gen. sp. 2 (cestoides sem cisto e mais desenvolvidos). Espécimes clarificados com Lactofenol de Amann em montagem temporária (A e B); espécimes corados com Carmim de Semichon, clarificados com Creosoto de Faia em montagem definitiva com Bálsamo do Canadá (C-F). Espécime A-B (visão geral e detalhe ventosas, respectivamente) - endoparasito de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 da lagoa Grande, médio São Francisco, MG; escalas = 200µm e 50µm. Espécime C-D (extremidades anterior e posterior, detalhe ventosas e proglótide, respectivamente) - endoparasito de *S. brandtii* da lagoa Lapinha, médio São Francisco, MG, ambas as escalas = 50µm. Espécime E-F (extremidades anterior e posterior, detalhe ventosas e proglótide, respectivamente) - endoparasito de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) da lagoa Maris, médio São Francisco, MG. Fonte: Rayane Duarte

Filo Nematoda (Rudolphi, 1808) Lankester, 1877

Nematoda fam. gen. sp.

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adulto (fêmeas)

Hospedeiro(s): *P. piraya*

Prevalência: 20%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: 0.20 ± 0.41

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Maris, médio São Francisco

Comentários:

Os nematoides são parasitos comumente encontrados em peixes dulcícolas e geralmente necessitam de dois ou mais hospedeiros para completar o seu ciclo de vida. Parasitam, principalmente, o tubo digestório, mas podem estar presentes em quaisquer outros órgãos de seus hospedeiros (PAVANELLI et al., 1999).

Os espécimes não identificados de Nematoda coletados em *P. piraya* estavam completamente comprometidos para identificação, na logística, disponibilidades de equipamentos e recursos durante o período pandêmico. Foram encontradas fêmeas desses nematoides identificados por sua característica básica, o corpo cilíndrico. O material além de fragmentado (possivelmente no processo de evisceração), não apresentava os fragmentos das extremidades para que auxiliasse a identificação dos mesmos, entretanto as diminutas larvas liberadas (do interior do corpo da fêmea adulta grávida) no líquido de fixação em que as vísceras estavam imersas poderá, futuramente com recurso microscópico adequado, apontar para uma identificação mais acertiva e em menores níveis taxonômicos.

Classe Adenophorea Linstow, 1905
Ordem Enoplida
Superfamília Trichuroidea Railliet, 1916
Família Capillariidae Railliet, 1915
Freitascapillaria Moravec, 1982

***Freitascapillaria* sp.
(Figuras 16A-B)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adulto

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 14%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,14 \pm 0,38$

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Feia, alto São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39109 ♂

Comentários:

O gênero *Freitascapillaria* é descrito compreendendo espécies de parasitos do trato digestivo de peixes, apresentam esticossoma com fileira simples de esticócitos, asa caudal lateral ausente e cauda arredondada nos machos, distintamente expandida lateralmente, sem papilas com abertura cloacal terminal, espículo supostamente ausente (curto, pouco esclerotizado e provavelmente presente), bainha do espículo sem espinhos e apêndice vulvar ausente (MORAVEC, 1998).

Este é o primeiro registro de *Freitascapillaria* sp. em *A. lacustris* e na bacia do rio São Francisco, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos e a distribuição geográfica desta espécie.



Figuras 16A-B. *Freitascapillaria* sp. endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Feia, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécime macho clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) – detalhe da fileira simples de esticócitos que compõe o esticossoma, escala = 20µm; B (extremidade posterior) – detalhe para terminação da cauda arredondada e expandida lateralmente, escala = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Paracapillaria Mendonça, 1963

***Paracapillaria piscicola* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928)**

(Sin.: *Capillaria piscicola* Travassos, Artigas & Pereira, 1928)

(Figuras 17A-E)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adulto

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 14%

Intensidade média: 2,00

Abundância média: $0,29 \pm 0,76$

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Feia, alto São Francisco

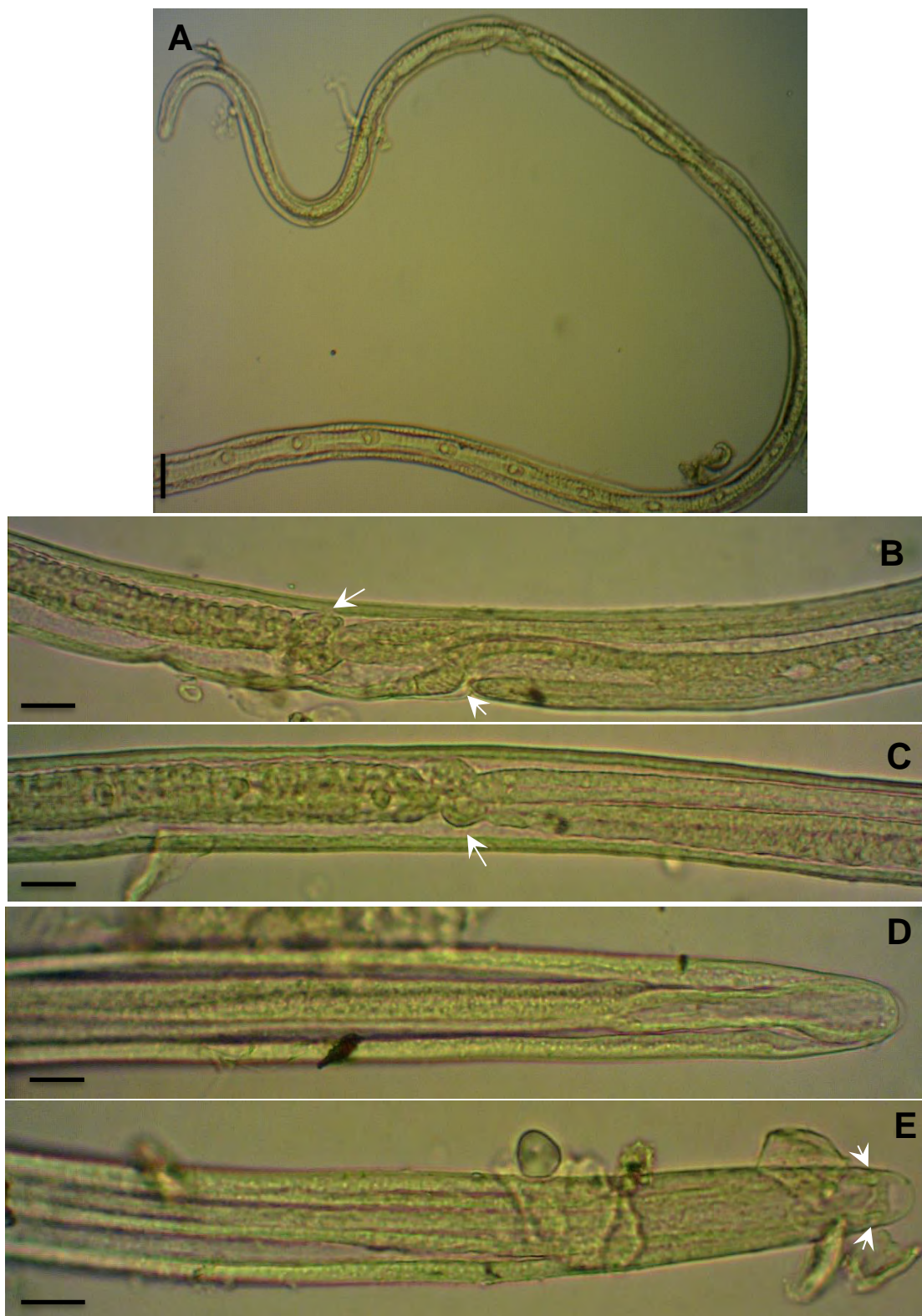
Número de depósito: CHIOC 39110 ♀

Comentários:

Paracapillaria piscicola é a espécie-tipo, que parasita estômago e intestino de peixes e que propôs a descrição do gênero. Comparativamente são nematoides pequenos, de cutícula lisa, com extremidade anterior arredondada e estreita com indistintas papilas bucais. Apresentam duas bandas bacilares grandes que se estendem ao longo de quase todo corpo, esôfago muscular relativamente curto, esticossoma com fileira simples de esticócitos cada um subdividido em numerosos anéis transversais e provido de núcleos de células visivelmente grandes, todos os esticóticos tem cor uniforme. O anel nervoso circunda o esôfago muscular aproximadamente ao nível de seu primeiro e segundo terços, apresentam duas células distintas semelhantes a asas na junção do esôfago com o intestino, machos apresentam um par de grandes papilas pós-anais redondas, na base das projeções caudais (MORAVEC, 1998).

Seu hospedeiro-tipo é o congênere de *A. lacustris*, *Acestrorhynchus falcatus*, mas também registrada em vários peixes caracídeos da região Neotropical (MORAVEC, 1998).

Este é o primeiro registro de *P. piscicola* em *A. lacustris* e na bacia do rio São Francisco, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos e a distribuição geográfica desta espécie.



Figuras 17A-E. *Paracapillaria piscicola* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Feia, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécimes adultos clarificados com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (visão geral das regiões anterior e mediana) – detalhe da fileira simples de esticócitos com núcleos celulares grandes e evidenciados, escala = 20µm. B (região mediana fêmea) – primeira seta (da esquerda para direita) indica célula característica da espécie na junção esôfago-intestino, segunda seta indica vulva situada posteriormente a curta distância do esôfago, escala = 20µm. C (região mediana macho) seta indica a célula semelhante a asa que delimita o final do esôfago e início do intestino, escala = 20µm. D e E (extremidades posteriores fêmea e macho, respectivamente), setas na figura E indicam o par de papilas característico dos machos desta espécie, escala = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Capillariidae gen. sp. 1

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adultos

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 29%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,29 \pm 0,49$

Sítio de infecção: cavidade abdominal e estômago

Local: lagoa Feia, alto São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39111 ♂; 39112 ♀

Comentários:

Os espécimes encontrados se aproximam de *Schulmanella* Ivashkin, 1964, cuja única espécie descrita é *Schulmanella petruschewskii*, sinônimo de *Hepaticola petruschewskii*, *Capillaria acerinae* e *Capillaria eupomotis*. *Schulmanella petruschewskii* é descrita parasitando parênquima hepático e como espécie com baixo grau de especificidade de hospedeiros, na Europa foi reportada em diferentes famílias de peixes de água doce. Na região Neotropical foi registrada na tilápia *Oreochromis aureus* (MORAVEC, 1998).

Pelos espécimes do presente estudo ($n = 2$; um macho e uma fêmea) serem únicos e fixados há alguns anos, a identificação ao nível genérico ou específico foi prejudicada, além disso, não foi encontrada uma correlação de eventos que pudesse justificar a introdução dessa espécie de parasito na bacia do São Francisco, por estes motivos serão necessários: melhor exame dos espécimes depositados na CHIOC e novas coletas de hospedeiros na lagoa para possível encontro de mais espécimes comparativos.

Este é o primeiro registro de Capillariidae gen. sp.1 em *A. lacustris* e na bacia do rio São Francisco, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos e a distribuição geográfica.

Capillariidae gen. sp. 2

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenis/adultos

Hospedeiros: *P. piraya* e *S. brandtii*

Prevalência:

P. piraya – 29%; 100%; 60%; e 10%

S. brandtii – 20%

Intensidade média:

P. piraya – 1.50 ± 1.00 ; 1.00; 2.78 ± 1.72 ; e 1.50

S. brandtii – 1.00

Abundância média:

P. piraya – 0.43 ± 0.85 ; 1.00; 1.67 ± 1.91 ; e 0.14 ± 0.36

S. brandtii – 0.20 ± 0.45

Sítios de infecção:

P. piraya – cavidade abdominal, cecos intestinais, estômago e intestino

S. brandtii – estômago

Locais:

P. piraya – lagoas Piranhas, Silva Campos (alto), Maris e Mocambo (médio), respectivamente.

S. brandtii – lagoa Lapinha (médio).

Comentários:

A limitação logística, de equipamentos e recursos enfrentada durante o período pandêmico, dificultaram o processo de identificação dos espécimes coletados nestes hospedeiros, uma vez que por si só capilarídeos já são parasitos extremamente delgados e de difícil visualização das estruturas internas. Os espécimes encontrados nestes hospedeiros podem ou não pertencer a mais de uma espécie. A identificação possível até o momento permitiu, ao menos, separar os espécimes coletados em *P. piraya* e *S. brandtii* daqueles capilarídeos identificados em *A. lacustris*.

O único registro de espécie de Capillariidae em *P. piraya* e *S. brandtii* é de *C. sentinosa*, no reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, MG (SANTOS, 2008; SANTOS-CLAPP et al., 2022).

Será necessário melhor exame dos espécimes coletados em *P. piraya* e *S. brandtii*, do presente estudo, para futura identificação de nível genérico e/ou específico, registro de espécies ou confirmação de ocorrência nesses hospedeiros e deposição de espécimes representativos.

Classe Secernentea Von Linstow, 1905
Ordem Ascaridida Skrjabin & Schulz, 1940
Superfamília Seuratoidea Hall, 1916
Família Cucullanidae Cobbold, 1864
Cucullanus Müller, 1777

Cucullanus (Cucullanus) sp.
(Figuras 18A-D)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adultos

Hospedeiros: *P. piraya* e *S. brandtii*

Prevalência:

P. piraya – 12%; e 7%

S. brandtii – 5%

Intensidade média:

P. piraya e *S. brandtii* – 1.00 (em ambos os hospedeiros e localidades)

Abundância média:

P. piraya – 0.12 ± 0.33 ; e 0.07 ± 0.26

S. brandtii – 0.20 ± 0.45

Sítios de infecção:

P. piraya e *S. brandtii* – intestino (em ambos)

Locais:

P. piraya – lagoas Curral de Varas e Maris (médio), respectivamente.

S. brandtii – lagoa Mocambo (médio).

Número de depósito:

P. piraya – CHIOC 39338; 39339 (Curral de Varas)

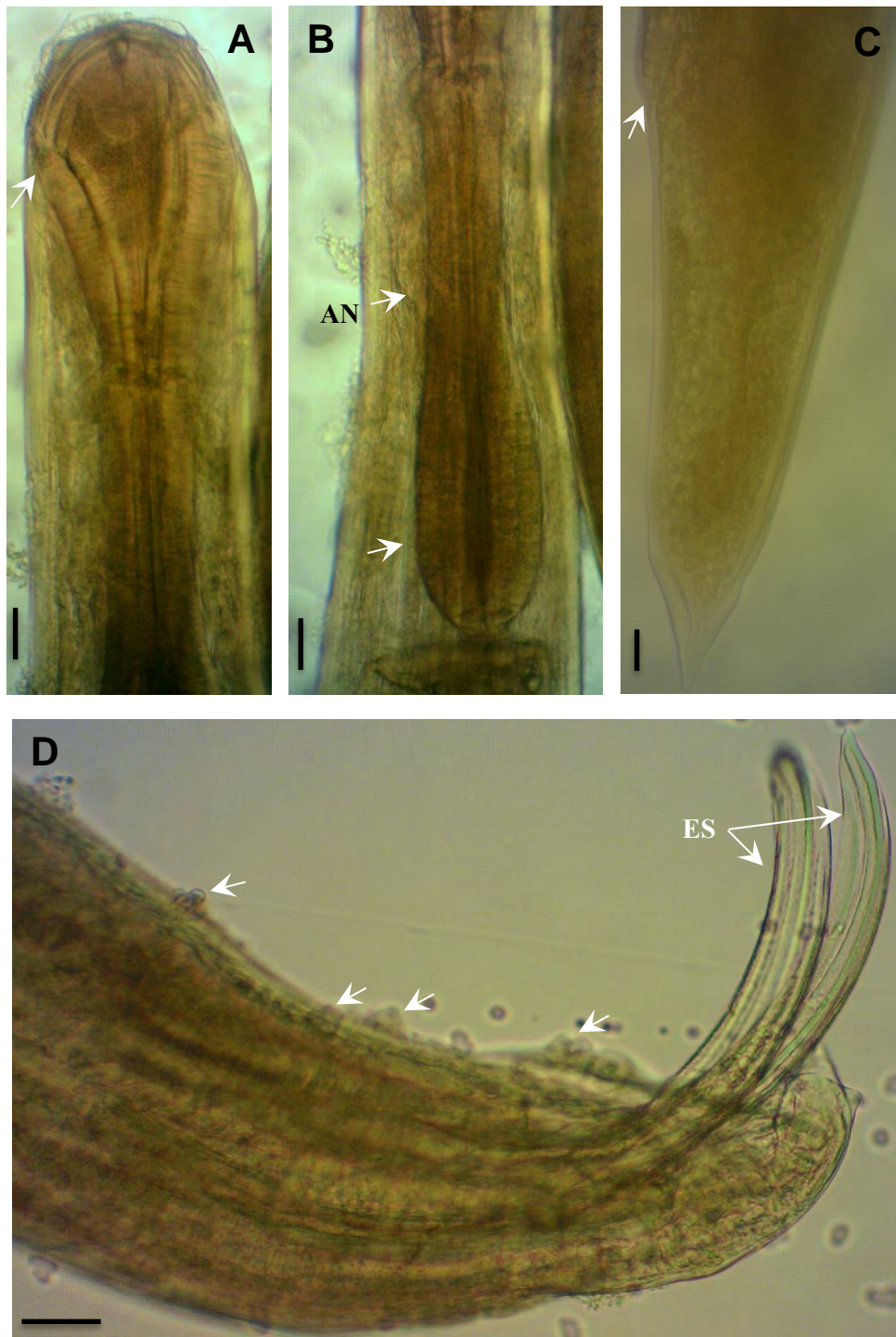
Comentários:

Segundo Moravec (1998), espécies do gênero *Cucullanus* apresentam pseudocápsula bucal (o esofastoma), não apresentam ceco, os espículos são similares, a vulva é posicionada na metade do corpo, vagina direcionada anteriormente, têm dois ovários e são ovíparas. Parasitam intestino de peixes e as vezes quelônios.

Brasil-Sato (2003) compilou as espécies de cuculanídeos: *Neocucullanus Neocucullanus*; *C. pinnai*; *Cucullanus sp.*; e *Dichelyne sp.* parasitando diferentes espécies de peixes na região do alto rio São Francisco.

Os espécimes do presente estudo foram brevemente examinados para identificação e definição genérica, a partir das observações possíveis (devido as limitações durante a pandemia) de suas características, entre elas, esofastoma com poucas placas cuticularizadas e separadas por uma sutura simples em formato de Y, ventosa pré-cloacal presente em machos, cujos espículos são similares e menores que um milímetro, a região posterior do esôfago não excede a largura da região do esofastoma (anterior) e o anel nervoso está ligeiramente acima da metade do esôfago. Outras características precisarão ser melhor observadas, tal como realizada medição dos espécimes para comparação direta entre várias espécies recentemente descritas. *Cucullanus marajoara* foi a última espécie descrita parasitando peixe brasileiro, por Pinheiro et al. (2018), neste trabalho os autores compararam a morfometria de todas espécies de *Cucullanus* descritas no Brasil com a nova espécie proposta, o exame comparativo a esses dados possivelmente permitirá a identificação específica dos espécimes do presente estudo.

Este é o primeiro registro de *Cucullanus (Cucullanus) sp.* parasitando os serrasalmídeos *P. piraya* e *S. brandtii* na bacia do rio São Francisco.



Figuras 18A-D. *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp. endoparasito de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécimes adultos clarificados com Lactofenol de Amann em montagens temporárias. A e B (extremidade e região anterior, respectivamente) – seta indica detalhe do esofastoma, AN: anel nervoso ligeiramente acima da metade do esôfago, seta indica região posterior do esôfago, a qual não excede a largura do esofastoma, respectivamente nas figuras A e B, escalas = 50µm. C (região posterior fêmea) seta indica abertura anal, escala = 20µm. D (extremidade posterior macho), setas menores indicam presença de algumas papilas pré-cloacais, ES: espículos, similares em formato e tamanho, escala = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

Superfamília Ascaridoidea Railliet & Henry, 1915
Família Acanthocheilidae Wülker, 1929
Brevimulticaecum Mozgovoy, 1951

***Brevimulticaecum* sp.**
(Figuras 19A-B)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 4%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,04 \pm 0,21$

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Mocambo, médio São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39107

Comentários:

Larvas do gênero *Brevimulticaecum* foram descritas por Moravec, Prouza & Royero, 1997 em peixes Gymnotiformes e Siluriformes na Venezuela. As principais características apresentadas pelas larvas de *Brevimulticaecum* spp. são: apêndice ventricular pequeno, poro excretor próximo ao anel nervoso, a extremidade anterior do corpo é circundada por papilas, duas subdorsais e duas subventrais e duas proeminências tipo dentes, uma dorsal e outra ventral, indo para região mediana do corpo pode ser visto 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, PROUZA & ROYERO, 1997; MORAVEC, 1998).

Crocodilos, jacarés (BRUCE et al., 1994; WADDLE et al., 2009; CARDOSO et al., 2012), arraias 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 nematoides 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*, *Gymnotus carapo*, *Gymnotus inaequilabiatus*, *H. platyrhynchos*, *H. malabaricus*, *Loricariichthys brunneus*, *L. elongatus*, *Leporinus lacustris*, *L. friderici*, *Myloplus levis*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *P. nattereri*, *Rhamdia guatemalensis*, *Serrasalmus 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 São Francisco, Vieira-Menezes et al. (2017) registraram pela primeira vez larvas de *Brevimulticaecum* sp. em *A. fasciatus*, expandindo sua distribuição geográfica. Este é o primeiro registro de *Brevimulticaecum* sp. em *A. lacustris*, confirmando e estendendo para o trecho médio da bacia do São Francisco, a ocorrência desta espécie de parasito.



Figuras 19A-B. *Brevimulticaecum* sp. endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo, bacia do médio rio São Francisco, BA. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) - PC: proeminência cefálica, CI: ceco intestinal, VE: ventrículo. B (extremidade posterior) – detalhe cauda pontiaguda, escalas = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912
Contracaecum Railliet & Henry, 1912

***Contracaecum* sp. Tipo 1 larva de Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
(Figuras 20A-B)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva

Hospedeiros: *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 33%; 85%; 100%; 100%; 100%; 67%; 53%; e 87%

H. malabaricus – 100%; 100%; 100%; 33%; 100%; 69%; 44%; 83%; e 92%

P. piraya – 67%; 86%; 50%; 24%; 73%; e 38%

S. brandtii – 100%; 60%; 29%; 67%; 83%; 100%; 100%; 93%; 18%; 100%; e 30%

Intensidade média:

A. lacustris – 15,50 ± 13,44; 5,43 ± 4,91; 14,57 ± 24,76; 11,69 ± 6,13; 8,33 ± 6,66; 1,75 ± 0,71; 1,63 ± 1,06

H. malabaricus – 1.00; 25.00; 2.00; 1.00; 7.60 ± 5.59; 2.89 ± 1.07; 2.00 ± 0.82; 3.16 ± 2.30; e 4.67 ± 3.42

P. piraya – 2.50 ± 2.12; 6.42 ± 6.68; 2.00; 2.25 ± 1.26; 3.00 ± 2.14; e 2.00 ± 2.45

S. brandtii – 5.00; 3.00 ± 2.65; 2.20 ± 2.68; 3.00 ± 2.83; 6.60 ± 5.50; 2.50 ± 2.12; 3.00; 27.31 ± 41.17; 4.50 ± 4.95; 11.00 ± 10.15; e 1.67 ± 0.82

Abundância média:

A. lacustris – 5,17 ± 10,01; 4,63 ± 4,95; 14,57 ± 24,76; 11,69 ± 6,13; 8,33 ± 6,66; 1,17 ± 1,03; 0,87 ± 1,13; 13,04 ± 16,90

H. malabaricus – 1.00; 25.00; 2.00; 0.33 ± 0.38; 7.60 ± 5.59; 2.00 ± 1.63; 0.89 ± 1.17; 2.61 ± 2.41; e 4.31 ± 3.25

P. piraya – 1.67 ± 2.08; 5.50 ± 6.57; 1.00 ± 1.41; 0.53 ± 1.12; 2.20 ± 2.27; e 0.76 ± 1.76

S. brandtii – 5.00; 1.80 ± 2.49; 0.65 ± 1.69; 2.00 ± 2.65; 5.50 ± 5.61; 2.50 ± 2.12; 3.00; 25.36 ± 40.22; 0.82 ± 2.40; 11.00 ± 10.15; e 0.50 ± 0.89

Sítios de infecção:

A. lacustris – cavidade abdominal, cecos intestinais e fígado

H. malabaricus – cavidade abdominal e cecos intestinais

P. piraya e *S. brandtii* – cavidade abdominal, cecos intestinais e estômago

Locais:

A. lacustris – lagoas Porcos, Batatas, Feia, Piranhas, Silva Campos, Grande, Curral de Varas e Mocambo, respectivamente.

H. malabaricus – lagoas Volta Grande, Porcos, Piranhas, Capuava, Silva Campos, Grande, Curral de Varas, Lapinha e Maris, respectivamente.

P. piraya – lagoas Feia, Piranhas, Silva Campos, Curral de Varas, Maris e Mocambo, respectivamente.

S. brandtii – lagoas Volta Grande, Porcos, Batatas, Feia, Piranhas, Rio Velho, Silva Campos, Grande, Curral de Varas, Lapinha e Mocambo, respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39150 (Porcos); 39152 (Batatas); 39151 (Feia); 39145 (Piranhas); 39146 (Silva Campos); 39149 (Grande); 39147 (Curral de Varas); 39148 (Mocambo)

H. malabaricus – CHIOC 39332 (Porcos)

P. piraya – CHIOC 39331 (Curral de Varas)

S. brandtii – CHIOC 39333 (Rio Velho)

Comentários:

Os hospedeiros definitivos de nematoides podem ser os peixes, as aves, mamíferos e, em alguns casos, os humanos. Os anisquídeos têm papel importante no âmbito da saúde pública devido ao seu potencial zoonótico em seres humanos, como casos de infecções acidentais (BENIGNO et al., 2012).

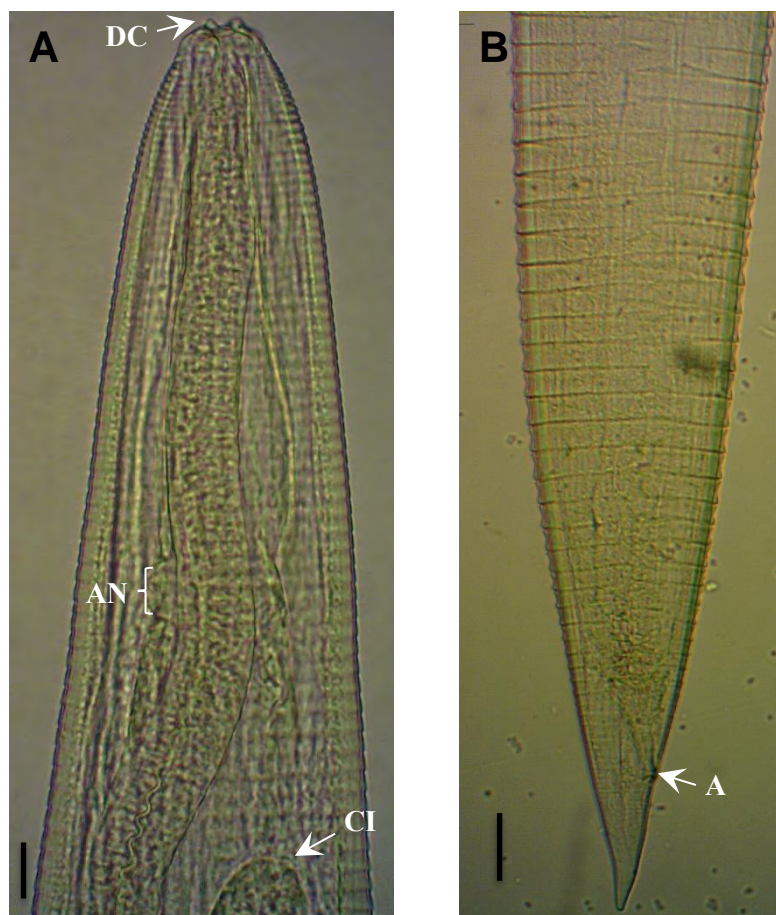
Os representantes desse gênero apresentam na extremidade anterior um dente cefálico, o esôfago provido de ventrículo, apêndice ventricular posterior, ceco intestinal anterior e poro excretor situado na base dos lábios (MORAVEC, 1998).

A dinâmica de transmissão de *Contracaecum* no ambiente aquático pode envolver como hospedeiros paratênicos crustáceos (em especial copépodes), oligoquetas, larvas de insetos e os próprios peixes, os quais também podem atuar como hospedeiros intermediários destas larvas. Isso demonstra a ausência de especificidade quanto ao hospedeiro intermediário, apresentando ainda ampla distribuição mundial. Quando adultos parasitam répteis, aves piscívoras e mamíferos aquáticos, seus hospedeiros definitivos (ANDERSON, 1992; MORAVEC, 1998; MADI & SILVA, 2005).

Moravec, Kohn & Fernandes (1993) propuseram larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 1 e *Contracaecum* sp. Tipo 2, cuja principal diferença é o tamanho (e proporções de estruturas internas) dos espécimes, menores no primeiro (entre 3,89 e 5,49 mm) e maiores no segundo (entre 15,70 e 25,70 mm). Com mesmo padrão de infecção livre ou encistados na cavidade abdominal, intestino ou fígado, são generalistas e bem reportadas em peixes brasileiros (MORAVEC, 1998).

No alto rio São Francisco, Moreira (1994) na análise de dois espécimes de *S. hilarii* do reservatório de Três Marias registrou larvas de *Contracaecum* sp. em diversas espécies de peixes (*Acestrorhynchus britskii*, *A. lacustris*, *A. fasciatus*, *Curimatella lepidura*, *Hoplias lacerdae*, *Leporinus teaniatus*, *L. piau*, *P. maculatus*, *Pimelodus* sp., *Serrasalmus brandtii* e *T. chalceus*). Nesta mesma localidade, Brasil-Sato (2003) inventariou larvas de *Contracaecum* sp. em *P. corruscans* e *Salminus brasiliensis*; Santos (2008) e Santos-Clapp et al. (2022) em *P. piraya*; Monteiro (2011) em *P. argenteus*; Martins (2012) em *L. reinhardti*; Albuquerque (2013) em *A. bimaculatus*, *B. affinis*, *H. marginatus*, *M. costae*, *O. franciscensis*; Santos-Clapp & Brasil-Sato (2014) em *C. kelberi*; Sabas (2014) em *Conorhynchus conirostris*, *D. emarginatus* e *C. fowleri*; Sabas & Brasil-Sato (2014) em *P. pohli*; Costa (2015) em *Hoplias intermedius* e *H. malabaricus*; Albuquerque et al. (2016) em *T. chalceus* e *T. guentheri*; Veira-Menezes et al. (2017) em *A. fasciatus*; e Duarte et al. (2016) em *S. hilarii*.

No presente estudo, larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 1 são registradas nas quatro espécies hospedeiras, com ocorrência geral superior em relação a *Contracaecum* sp. Tipo 2, confirmando a presença deste grupo na bacia do rio São Francisco, e também, em ambientes lagunares.



Figuras 20A-B. *Contracaecum* sp. Tipo 1 endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) - DC: dente cefálico, AN: anel nervoso envolvendo o esôfago, CI: ceco intestinal. B (extremidade posterior) – detalhe estriações transversais na cutícula, A: ânus, e cauda pontiaguda, escalas = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

***Contracaecum* sp. Tipo 2 larva de Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
(Figuras 21A-B)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva

A. lacustris, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 4%; 14%; 8%; 33%, 17%; e 7%

H. malabaricus – 100%; 40%; 31%; 33%; 52%; e 46%

P. piraya – 14%; 18%; e 14%

S. brandtii – 6%; 14%; 27%; e 5%

Intensidade média:

A. lacustris – 1,00 (em todas as lagoas)

H. malabaricus – 1.00; 1.00; 1.50 ± 1.00; 5.67 ± 4.04; 1.58 ± 0.90; e 1.33 ± 0.58

P. piraya – 2.00; 2.67 ± 2.08; e 1.67 ± 1.15

S. brandtii – 1.00; 1.00; 3.00 ± 1.73; e 1.00

Abundância média:

A. lacustris – 0.04 ± 0.19; 0.14 ± 0.38; 0.08 ± 0.28; 0.33 ± 0.58; 0.17 ± 0.39; e 0.07 ± 0.26

H. malabaricus – 1.00; 0.40 ± 0.55; 0.46 ± 0.88; 1.89 ± 3.48; 0.83 ± 1.03; e 0.62 ± 0.77

P. piraya – 0.29 ± 0.73; 0.47 ± 1.28; e 0.24 ± 0.70

S. brandtii – 0.06 ± 0.24; 0.14 ± 0.53; 0.82 ± 1.60; e 0.05 ± 0.22

Sítios de infecção:

A. lacustris e *S. brandtii* – cavidade abdominal

H. malabaricus – cavidade abdominal e cecos intestinais

P. piraya – cavidade abdominal e estômago

Locais:

A. lacustris – lagoas Porcos, Batatas, Feia, Piranhas, Silva Campos, Grande, Curral de Varas e Mocambo, respectivamente.

H. malabaricus – lagoas Piranhas, Silva Campos, Grande, Curral de Varas, Lapinha e Maris, respectivamente.

P. piraya – lagoas Piranhas, Curral de Varas e Mocambo, respectivamente.

S. brandtii – lagoas Batatas, Grande, Curral de Varas e Mocambo, respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39143; 39144; 39141; 39140; 39139; e 39142, respectivamente.

H. malabaricus – CHIOC 39334 (Curral de Varas)

P. piraya – CHIOC 39337 (Piranhas) e 39335 (Curral de Varas)

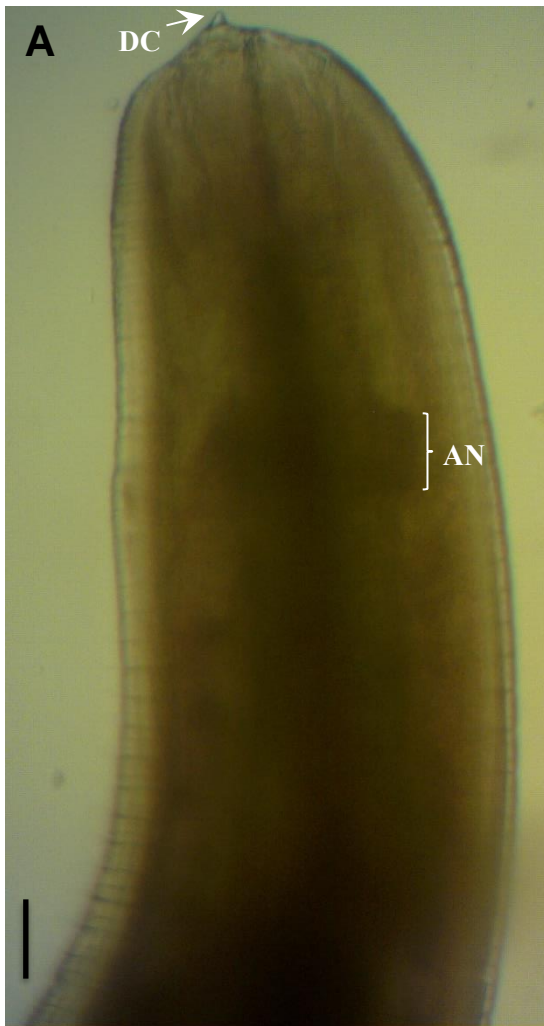
S. brandtii – CHIOC 39336 (Curral de Varas)

Comentários:

Madi & Silva (2005) registraram larvas L3 de *Contracaecum* sp. Tipo 2 em *H. malabaricus*, *Rhamdia quelen* e *S. hilarii*, no reservatório de Jaguari, São Paulo. Karling et al. (2013) registraram larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 2 em *S. brasiliensis*, do alto rio Paraná.

No presente estudo, os espécimes de *Contracaecum* sp. Tipo 2 foram expressivamente maiores em tamanho do que as larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 1, também apresentando diferenças nas proporções de estruturas internas se comparadas ao primeiro tipo, conforme descrito por Moravec, Kohn & Fernandes (1993). As larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 2 foram menos frequentes entre os hospedeiros e entre as lagoas, inclusive com menores valores de prevalência que larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 1.

No presente estudo, larvas de *Contracaecum* sp. Tipo 2 têm menor ocorrência geral nas quatro espécies hospedeiras, em relação a *Contracaecum* sp. Tipo 1.



Figuras 21A-B. *Contracaecum* sp. Tipo 2 endoparasito de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) - detalhe das estriações transversais na cutícula, DC: dente cefálico e AN: anel nervoso envolvendo o esôfago, escala = 50µm. B (extremidade posterior) – A: ânus e cauda pontiaguda curta, escala = 200µm. Fonte: Rayane Duarte

Hysterothylacium Ward & Magath, 1917

***Hysterothylacium* sp.**

(Figuras 22A-C)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva

Hospedeiros: *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 44%; 14%; 33%; 20%; e 9%

H. malabaricus – 60%; 8%; e 11%

P. piraya – 100%; e 7%

S. brandtii – 42%; 33%; 50%; 100%; e 7%

Intensidade média:

A. lacustris – 3,92 ± 4,58; 3,00; 1,00; 1,33 ± 0,58; e 2,50 ± 2,12

H. malabaricus – 6.67 ± 4.62; 1.00; e 6.00

P. piraya – 2.00; e 1.00

S. brandtii – 27.29 ± 28.95; 1.00; 1.00; 7.00; e 1.00

Abundância média:

A. lacustris – 1,74 ± 3,58; 0,43 ± 1,13; 0,33 ± 0,58; 0,27 ± 0,59; e 0,22 ± 0,85

H. malabaricus – 4.00 ± 4.90; 0.08 ± 0.28; e 0.67 ± 2.00

P. piraya – 2.00 ± 1.41; e 0.07 ± 0.26

S. brandtii – 11.24 ± 22.49; 0.33 ± 0.58; 0.50 ± 0.71; 7.00; e 0.07 ± 0.27

Sítios de infecção:

A. lacustris e *S. brandtii* – cavidade abdominal e estômago

H. malabaricus – cavidade abdominal e cecos intestinais

P. piraya – cavidade abdominal

Locais:

A. lacustris – lagoas Batatas, Feia e Silva Campos, Curral de Varas e Mocambo, respectivamente.

H. malabaricus – lagoas Silva Campos, Grande e Curral de Varas, respectivamente.

P. piraya – lagoas Silva Campos e Maris, respectivamente.

S. brandtii – lagoas Batatas, Feia, Rio Velho, Silva Campos e Grande, respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39128 (Batatas); 39126 (Silva Campos); 39127 (Curral de Varas); 39125 (Mocambo), respectivamente.

H. malabaricus – CHIOC 3949 (Silva Campos)

S. brandtii – CHIOC 39348 (Batatas)

Comentários:

O gênero já foi indicado por Gibbons (2010), de acordo com a classificação proposta por Fagerholm (1991), como pertencente à família Raphidascarididae. Porém, também foi classificado como Anisakidae e usado por Moravec et al. (2016), e assim assumido neste trabalho. Nos últimos anos foram realizadas publicações adotando as duas classificações a nível de família evidenciando a necessidade de uma revisão taxonômica do grupo.

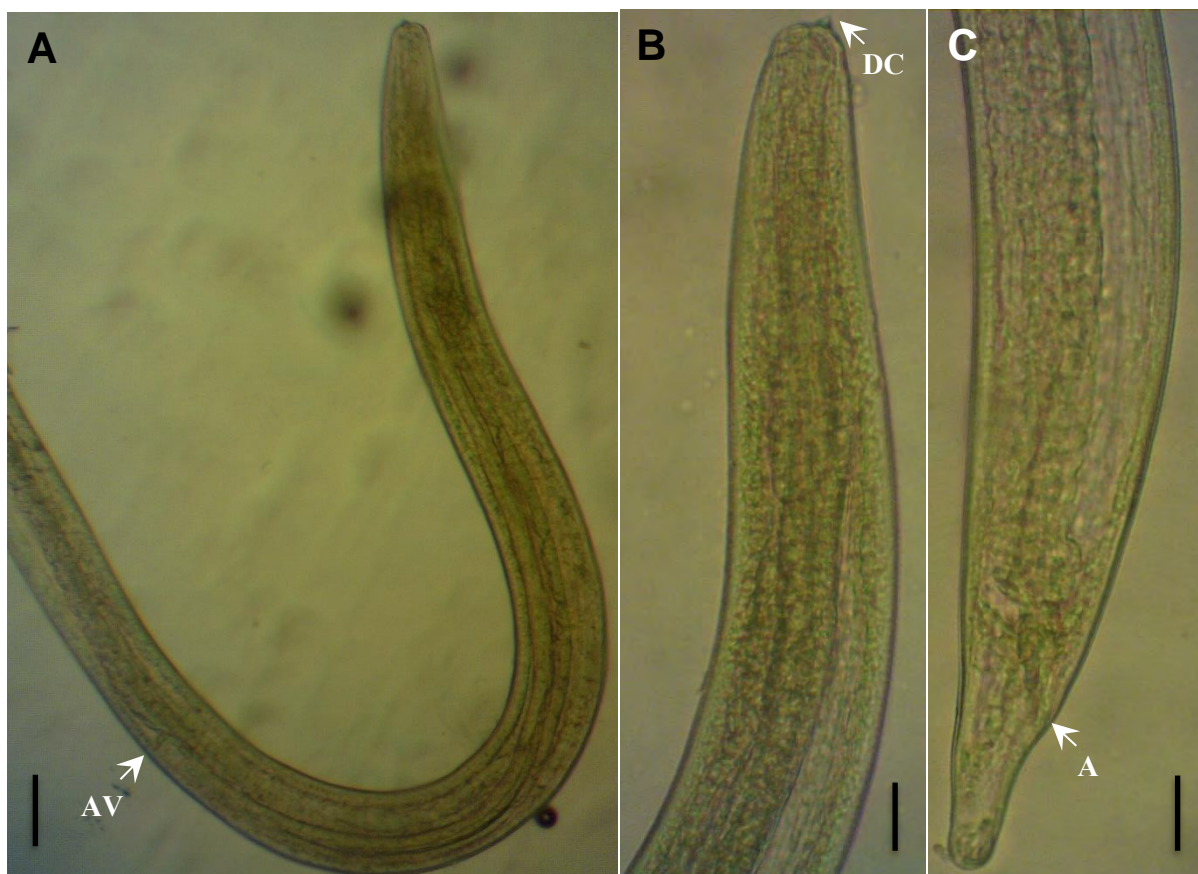
São características genéricas a presença do esôfago com ventrículo, apêndice ventricular longo, ceco intestinal curto, poro excretor situado ao nível do anel nervoso e cauda cônica. Os espécimes adultos deste gênero são encontrados principalmente em peixes marinhos, mas também em peixes de água doce. As larvas podem ser encontradas em cistos ou livres na cavidade celomática, musculatura ou intestino, onde podem servir de presa ao hospedeiro definitivo (MORAVEC, 1998).

Neste estudo foram coletados espécimes larvais de *Hysterothylacium* sp., livres e encistados, principalmente na cavidade celomática, estômago e intestinos. Alguns espécimes da cavidade celomática estavam em muda, apresentando excesso de cutícula, em outros foi possível visualizar o dente cefálico na extremidade anterior, o apêndice ventricular longo se estendendo desde a região anterior até a região mediana, assim como a cauda cônica na extremidade posterior, confirmando o diagnóstico genérico. Indivíduos em estágio de desenvolvimento larval foram registrados em vários tecidos de invertebrados, incluindo gastrópodes, camarões, caranguejos e lulas (ANDERSON, 1992).

Peixes provavelmente atuam como hospedeiros paratênicos quando ingerem copépodes previamente infectados com larvas de terceiro estágio; quando os peixes são predados pelos hospedeiros definitivos corretos as larvas alcançam a maturidade originando os vermes adultos (ANDERSON, 1992).

As larvas de *Hysterothylacium* são generalistas tendo sido encontradas em diversas espécies de peixes de diferentes famílias e localidades geográficas (MORAVEC et al., 1993; MOREIRA, 1994; BRASIL-SATO, 2003). No rio Paraná, larvas de *Hysterothylacium* sp. foram reportadas em *Salminus maxillosus* (= *S. brasiliensis*) (MORAVEC et al., 1993) e no rio Mogi Guaçu, em *S. brasiliensis* (MESQUITA et al., 2012). Essas larvas já foram registradas em outros peixes no reservatório de Três Marias: em *P. piraya* e *S. brandtii* (SANTOS, 2008; SANTOS-CLAPP et al., 2022), *P. argenteus* (MONTEIRO, 2011); *C. kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); *C. conirostris*, *D. emarginatus*, *C. fowleri* e *P. pohli* (SABAS, 2014; SABAS & BRASIL-SATO, 2014); *H. intermedius* e *H. malabaricus* (COSTA, 2015); *T. chalceus* e *T. guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016); *A. fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017); e *S. hilarii* (DUARTE et al., 2016).

No presente estudo são registradas larvas de *Hysterothylacium* sp. nas quatro espécies hospedeiras, confirmando a ocorrência deste parasito na bacia do rio São Francisco, mas também estendendo sua ocorrência em peixes de ambientes lagunares dos trechos alto e médio da bacia.



Figuras 22A-C. *Hysterothylacium* sp. endoparasito de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 da lagoa Batatas, alto São Francisco, MG. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (visão geral região anterior e mediana) - detalhe para AV: apêndice ventricular, seta indica a terminação do apêndice que se estende até a região mediana do corpo. B (extremidade anterior) – DC: dente cefálico. C (extremidade posterior) – A: ânus e cauda cônica, escalas = 50 μ m. Fonte: Rayane Duarte

Família Raphidascarididae Hartwich, 1954
Goezia Zeder, 1800

***Goezia* sp.**
(Figuras 23A-B)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva

Hospedeiro(s): *S. brandtii*

Prevalência: 100% (apenas um hospedeiro)

Intensidade média: 5,00

Abundância média: 5,00

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Silva Campos

Número de depósito: CHIOC 39344

Comentários:

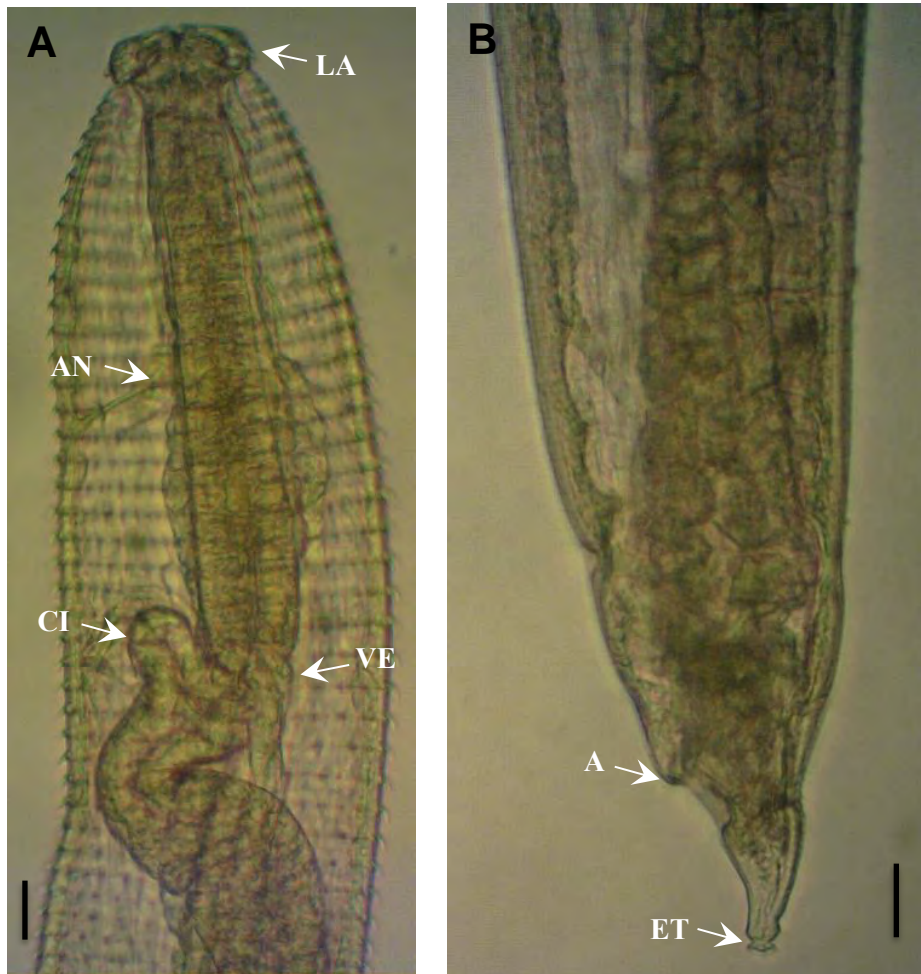
Anteriormente classificado como Anisakidae, Gibbons (2010) indica que o gênero *Goezia* é incluído na lista da família Raphidascarididae. Recentemente Silva et al. (2017) publicaram um estudo com *Goezia spinulosa* e apresentaram uma filogenia de Raphidascarididae com base nos genes de rDNA 18S e 28S parciais, que representaram bons marcadores genéticos para distinguir os gêneros dessa família, com exceção de *Hysterothylacium*.

Para o gênero foi descrito a presença de anéis cuticulares providos de espinhos. Tais anéis são mais compactos quando próximos da porção anterior e posterior do corpo. Os lábios são quase do mesmo tamanho, mais largos do que longos, tendo uma projeção angular proeminente. Seu esôfago é expandido posteriormente, podendo apresentar de um a dois apêndices ventriculares. O ceco está presente, mas é pequeno, apresentam uma projeção digitiforme na cauda, que é cônica, provida de espinhos terminais. Quando adultos parasitam peixes e répteis aquáticos. Em peixes, as larvas ocorrem principalmente no estômago e intestino (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006).

De acordo com Moravec (1998) cinco espécies de *Goezia* são conhecidas na região Neotropical: *G. spinulosa*, *G. brasiliensis*, *G. brevicaeca*, *G. intermedia* e *G. nonipapillata*, sendo as três primeiras existentes no Brasil. Martins & Yoshitoshi (2003) descreveram ainda, no Brasil, *G. leporini*.

A ocorrência desse gênero é ampla, Petter (1995) apud Moravec (1998), registrou a presença de larvas de *Goezia* sp. em *S. maxillosus* (= *S. brasiliensis*), no Paraguai. Já no Brasil, na região do alto rio São Francisco, larvas de *Goezia* sp. foram reportadas em *P. maculatus* (BRASIL-SATO, 2003); em *P. piraya* e *S. brandtii* (SANTOS, 2008; SANTOS-CLAPP et al., 2022); um espécime fêmea de *G. brasilienses* em *L. reinhardti* (MARTINS, 2012); *Goezia* sp. em *A. bimaculatus* (ALBUQUERQUE, 2013); *C. kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); *G. brevicaeca* em *C. fowleri* (SABAS, 2014); em *T. guentheri* e *T. chalceus* (ALBUQUERQUE et al., 2016); larvas e juvenis de *Goezia* sp. em *S. hilarii* (DUARTE et al., 2016); e larvas de *Goezia* sp. em *A. fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017).

No presente estudo, a ocorrência de larvas de *Goezia* sp. é confirmada (apenas) em *S. brandtii* da bacia do rio São Francisco e ampliada para ambiente lagunar, o fato de não ser registrada nas demais espécies remete a não inclusão de hospedeiros intermediários preferenciais do ciclo desses parasitos na dieta das demais espécies de peixes estudadas.



Figuras 23A-B. *Goezia* sp. endoparasito de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 da lagoa Silva Campos, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) - detalhe dos anéis transversais providos de espinhos distribuídos pelo corpo, LA: lábios, AN: anel nervoso envolvendo o esôfago, CI: ceco intestinal curto, VE: ventrículo. B (extremidade posterior) – A: ânus, ET: espinhos terminais na cauda cônica (digitiforme), escalas = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Ordem Spirurida Chitwood, 1933
Superfamília Camallanoidea Railliet & Henry, 1915
Família Camallanidae Railliet & Henry, 1915
Subfamília Procamallaninae Yeh, 1960
Procamallanus Baylis, 1923
Spirocamallanus Olsen, 1952

***Procamallanus (Spirocamallanus) freitasi* (Moreira, Oliveira & Costa, 1994)**
(Sin.: *Spirocamallanus freitasi* Moreira, Oliveira & Costa, 1994)
(Figuras 24A-B)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adulto

Hospedeiro(s): *S. brandtii*

Prevalência: 100%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: 1,00

Sítio de infecção: estômago

Local: lagoa Volta Grande

Número de depósito: CHIOC 39350 ♂

Comentários:

Existe uma diversidade de camalanídeos descritos no Brasil como apresentado por Kohn et al. (1985). Os nematoides deste grupo são parasitos de estômago e intestino de peixes e anfíbios. Muito comuns em peixes de água doce, principalmente naqueles de ambientes lênticos e represados, como reservatórios das usinas hidrelétricas (MORAVEC, 1998). A maior ocorrência destes parasitos nestes ambientes é devido a maior abundância de seus hospedeiros intermediários, os copépodes, cuja reprodução é favorecida (FELTRAN et al., 2004). Microcrustáceos (normalmente copépodes) atuam como hospedeiros intermediários em seu ciclo de vida e os peixes se infectam quando ingerem esses copépodes contendo o terceiro ou quarto estágio de desenvolvimento dessas larvas (THATCHER, 2006).

De acordo com Moravec (1998) apenas espécies do gênero *Procamallanus* parasitam peixes de água doce neotropicais. Moravec & Thatcher (1997) propuseram cinco subgêneros em *Procamallanus* (*Procamallanus*, *Spirocamallanus*, *Denticamallanus*, *Punctocamallanus* e *Spirocamallanoides*) conseguindo esclarecer muitas incertezas em torno da classificação deste grupo de nematoides.

Em *Procamallanus (Spirocamallanus)* estão alocadas 21 espécies que ocorrem na região neotropical, cujos indivíduos são dotados de cápsula bucal desenvolvida, com espiras esclerotizadas, que favorece a fixação na parede do intestino do hospedeiro, bem como hábito alimentar hematófago (MORAVEC & THATCHER, 1997; MORAVEC, 1998).

Moreira et al. (1994) registraram *Procamallanus (S.) freitasi* em pimelodídeos do reservatório de Três Marias, MG. Moravec (1998) não descarta que estudos mais aprofundados e subsequentes possam provar que *Procamallanus (S.) freitasi* e *Procamallanus (S.) solani* (parasito de peixes siluriformes do rio Amazonas) se tratam da mesma espécie, por suas características serem muito próximas. Entretanto, a terminação bifurcada do espículo não é citada em *Procamallanus (S.) solani* e por este motivo o espécime encontrado, neste estudo, foi identificado como *Procamallanus (S.) freitasi*. É uma alternativa para identificação das espécies e solução para dúvida a realização de estudos de biologia molecular das espécies para comparação e definição mais acertiva.

Este é o primeiro registro de *Procamallanus (S.) freitasi* em *S. brandtii*, confirmando a ocorrência da espécie na bacia do rio São Francisco, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos e a distribuição em ambiente lagunar dessa bacia.



Figuras 24A-B. *Procammallanus* (*Spirocamallanus*) *freitasi* (Moreira, Oliveira & Costa, 1994) endoparasito de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 da lagoa Volta Grande, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécime adulto macho clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) – CB: cápsula bucal, EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular, seta indica limite entre final do EG e início do intestino. B (extremidade posterior) – ES: espículos (o maior com terminação bifurcada), PA: papila pós-cloacal (três pares pré e cinco pares pós-cloacais), escalas = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

***Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* Vaz & Pereira, 1934**

(Sin.: *Procamallanus cearensis* Pereira, Dias & Azevedo, 1936; *Spirocamallanus incarocai* Freitas & Ibañez, 1970)

(Figuras 25A-B)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adultos

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 26%

Intensidade média: $2,00 \pm 0,82$

Abundância média: $0,52 \pm 0,98$

Sítio de infecção: estômago, intestino e cecos intestinais

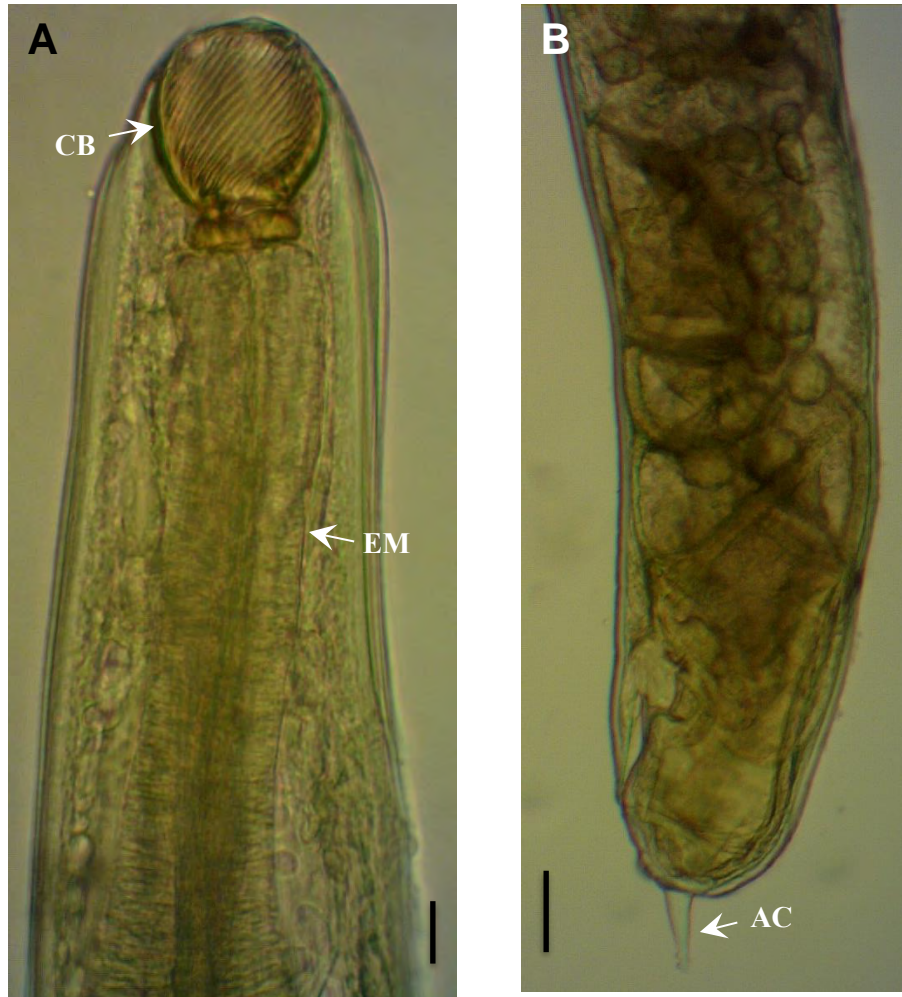
Local: lagoa Batatas, alto São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39117 ♀; 39118 ♂

Comentários:

Moravec (1998) descreve *Procamallanus (S.) hilarii* como nematoide de tamanho médio de cutícula transversalmente estriada (característica discreta), cápsula bucal bem esclerotizada em ambos os sexos com 13 a 18 espiras ocupando toda a capsula, anel nervoso bem desenvolvido, esôfago muscular claviforme e mais curto que o esôfago glandular e a cauda é cônica, nas fêmeas é bem arredondada com apêndice caudal terminal. O mesmo autor cita a ocorrência de *Procamallanus (S.) hilarii* em seu hospedeiro-tipo *S. hilarii* e em diversas espécies de peixes Cipriniformes (Characidae e Curimatidae) e Siluriformes (Trichomycteridae e Pimelodidae) de diferentes sistemas hídricos brasileiros.

Este é o primeiro registro de *Procamallanus (S.) hilarii* em *A. lacustris* e na bacia do rio São Francisco, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos e a distribuição geográfica desta espécie.



Figuras 25A-B. *Procamlanus (Spirocamallanus) hilarii* Vaz & Pereira, 1934 endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Batatas, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécime adulto macho clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) – CB: cápsula bucal bem esclerotizada com espiras (entre 13 e 18) ocupando toda cápsula, EM: esôfago muscular, escala = 20µm. B (extremidade posterior) – AC: apêndice caudal, na extremidade da cauda cônica da fêmea, escala = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

***Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas e Pereira, 1928
(Figuras 26A-E)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenis/adultos

Hospedeiros: *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 4%; 14%; 33%; 17%; 13%; e 4%

H. malabaricus – 100%; 8%; e 13%

P. piraya – 33%; 14%; 100%; 100%; 100%; 41%; 40%; e 29%

S. brandtii – 100%; 40%; 65%; 67%; 67%; 50%; 14%; 9%; 20%; e 20%

Intensidade média:

A. lacustris – 1,00; 1,00; 2,00; 2,00 ± 1,41; 1,50 ± 0,71; e 1,00

H. malabaricus – 1,00; 1,00; e 1,67 ± 0,71

P. piraya – 1,00; 1,00; 4,00; 1,75 ± 0,96; 1,50 ± 0,71; 1,00; 1,17 ± 0,41; e 1,50 ± 0,84

S. brandtii – 1,00; 1,50 ± 0,71; 1,45 ± 0,82; 1,00; 1,75 ± 0,96; 5,00; 1,00; 1,00; 1,00; e 2,25 ± 1,89

Abundância média:

A. lacustris – 0,04 ± 0,19; 0,14 ± 0,38; 0,67 ± 1,15; 0,33 ± 0,89; 0,20 ± 0,56; e 0,04 ± 0,21

H. malabaricus – 1,00; 0,08 ± 0,28; e 0,22 ± 0,46

P. piraya – 0,33 ± 0,58; 0,14 ± 0,36; 4,00; 1,75 ± 0,96; 1,50 ± 0,71; 0,41 ± 0,51; 0,47 ± 0,64; e 0,43 ± 0,81

S. brandtii – 1,00; 0,60 ± 0,89; 0,94 ± 0,97; 0,67 ± 0,58; 1,17 ± 1,17; 2,50 ± 3,54; 0,14 ± 0,36; 0,09 ± 0,30; 0,20 ± 0,45; e 0,45 ± 1,19

Sítios de infecção:

A. lacustris e *H. malabaricus* - intestino e cecos intestinais

P. piraya e *S. brandtii* – cavidade abdominal, intestino e cecos intestinais

Locais:

A. lacustris – lagoas Batatas, Feia e Silva Campos, Grande, Curral de Varas e Mocambo, respectivamente.

H. malabaricus – lagoas Volta Grande, Grande e Lapinha, respectivamente.

P. piraya – lagoas Feia, Piranhas, Capuava, Rio Velho, Silva Campos, Curral de Varas, Maris e Mocambo, respectivamente.

S. brandtii – lagoas Volta Grande, Porcos, Batatas, Feia, Piranhas, Rio Velho, Grande, Curral de Varas, Lapinha, Mocambo, respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39138 ♂ (Batatas); 39133 ♀ (Silva Campos); 39134 ♂ (Silva Campos); 39137 ♀ (Grande); 39136 ♀ (Curral de Varas), respectivamente.

H. malabaricus – CHIOC 39353; 39354 (Lapinhas, ambos)

P. piraya – CHIOC 39352 (Capuava); 39355; 39356 (Mocambo, ambos)

S. brandtii – CHIOC 39351 (Batatas)

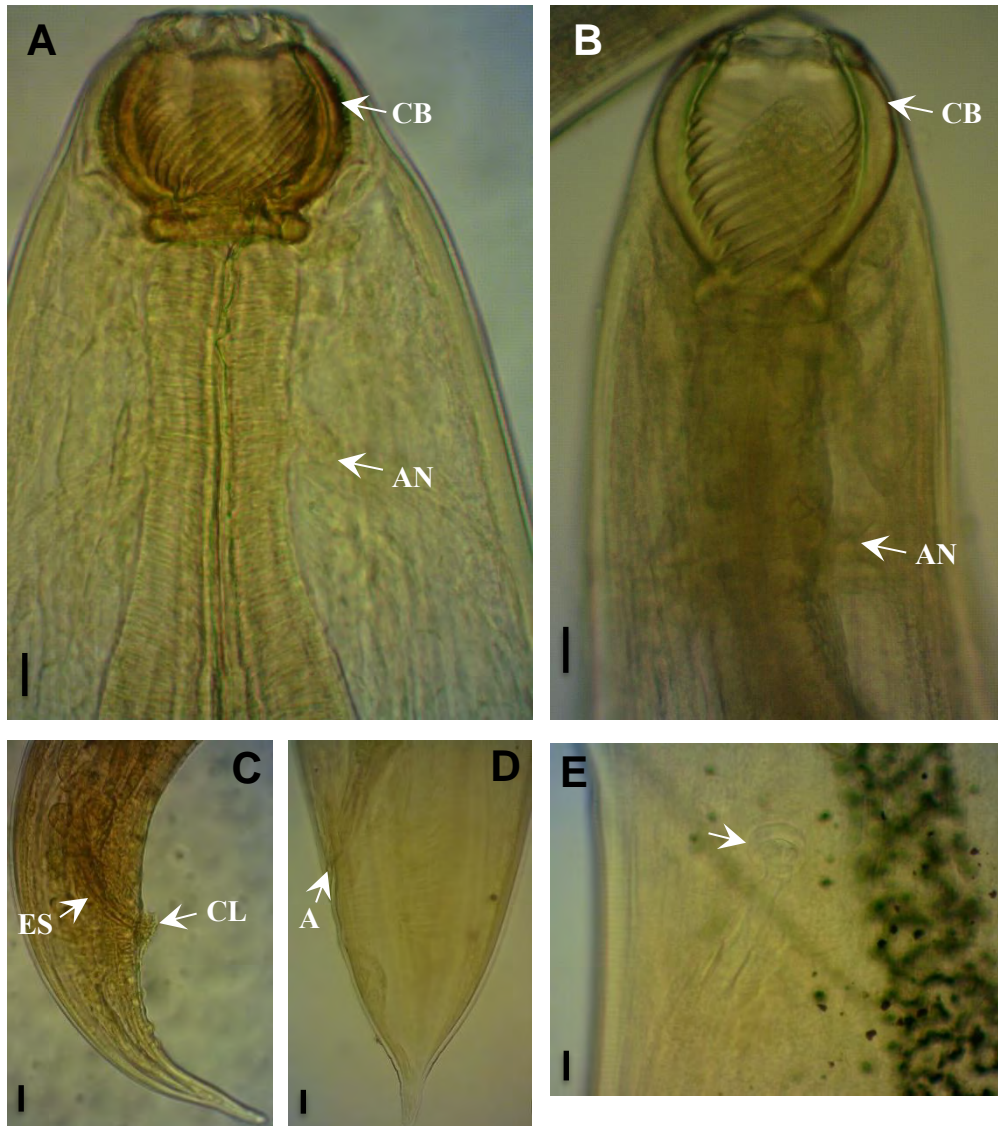
Comentários:

Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus é descrito como nematoide de tamanho grande com cutícula quase lisa. Abertura oral circular, cápsula bucal bem desenvolvida, com anel basal, aproximadamente tão longa quanto ampla, paredes grossas e superfície interna com numerosos espessamentos espirais finos, as espiras, preenchendo parcialmente a cápsula bucal. O esôfago muscular é mais curto do que o glandular, ambos se expandem em suas regiões posteriores. Poro excretor situado posterior ao nível do anel nervoso. Pequenos deirídios

anteriores ao nível do anel nervoso, cauda cônica e quase pontuda nas fêmeas (MORAVEC, 1998).

No rio São Francisco, espécimes de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) spp. têm sido encontrados em diversas famílias de peixes (MOREIRA, 1994; BRASIL-SATO, 2003; BRASIL-SATO & SANTOS, 2005; SANTOS, 2008; MARTINS, 2012; ALBUQUERQUE, 2013; SABAS, 2014; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014; COSTA, 2015; ALBUQUERQUE et al., 2016; DUARTE et al., 2016; ALMEIDA-BERTO et al., 2018; SANTOS-CLAPP et al., 2022), seguindo o padrão de nematoides que apresentam baixa especificidade em relação aos seus hospedeiros.

No presente estudo, *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* é registrado nas quatro espécies de peixes hospedeiras e em quase todas as lagoas que foram coletados, dessa forma os ambientes lagunares também se mostram propícios para o ciclo de vida desses parasitos.



Figuras 26A-E. *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* Travassos, Artigas e Pereira, 1928 endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Curral de Varas da bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécimes adultos fêmea (A, D e E), macho (C) e fêmea jovem (B) clarificados com Lactofenol de Amann em montagens temporárias. A e B (extremidades anteriores de fêmeas adulta e jovem, respectivamente) – CB: cápsula bucal com espiras (entre 8 e 20, em número) preenchendo pouco mais da metade da cápsula, AN: anel nervoso envolvendo o esôfago muscular, escalas = 20µm. C e D (extremidades posteriores de macho e fêmea, respectivamente) – CL: cloaca (macho); ES: espículos, detalhe papilas pré e pós-cloacais (em refringência, quatro e seis pares, respectivamente), A: ânus (fêmea), escalas = 20µm. E (região mediana fêmea) – seta indicando detalhe da vulva pós-equatorial, escala = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

***Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis* (Moreira, Oliveira e Costa, 1994)
(Figura 27)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenis/adultos

Hospedeiro(s): *A. lacustris* e *P. piraya*

Prevalência: 8%; e 22%

Intensidade média: 3,00; 2,00 ± 1,00

Abundância média: 0,25 ± 0,87; 0,43 ± 0,95

Sítio de infecção: intestino e cecos intestinais

Local: lagoas Grande e Mocambo, médio São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39115 ♂; 39116 ♀, respectivamente.

Comentários:

Moreira et al. (1994) descreveram *Spirocamallanus saofranciscensis*, parasito de *T. chalceus* e *A. lacustris*, diferindo de *S. inopinatus* no aspecto geral, pela presença de formações semelhantes a dentes no fundo da cápsula bucal, pela relação altura/largura da cápsula bucal e pela presença de quatro projeções semelhantes a dentes retráteis na abertura bucal.

Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis é um nematoide de tamanho médio, cápsula bucal grande com 11 a 17 espiras, cobrindo aproximadamente o segundo terço da cápsula. Anel basal bem desenvolvido. Apresenta na base da cápsula três dentes grandes. Os esôfagos muscular e glandular claviformes, sendo o último um pouco mais que o anterior e cauda cônica (MORAVEC, 1998). O mesmo autor indica uma grande semelhança desta espécie com *Procamallanus (S.) inopinatus*, diferenciando pela cápsula bucal ser visivelmente mais larga em *Procamallanus (S.) saofranciscensis* e conter três dentes na base da cápsula.

Atualmente *Procamallanus (S.) saofranciscensis* tem sido registrado em peixes de bacias brasileiras: em *A. lacustris* coletado no rio Peixe, São Paulo (ABDALLAH et al., 2012; CAMARGO et al., 2015); e em *L. piau* do açude Marechal Dutra e *T. angulatus* do rio Acauã, ambos do município de Acari, rio Grande do Norte (SILVA et al., 2017).

No rio São Francisco, *Procamallanus (S.) saofranciscensis* já foi registrado em diversos peixes (MOREIRA, 1994; BRASIL-SATO, 2003; MARTINS, 2012; ALBUQUERQUE, 2013; COSTA, 2015; ALBUQUERQUE et al., 2016; VIEIRA-MENEZES, 2017; DUARTE, 2018).

No presente estudo, a ocorrência de *Procamallanus (S.) saofranciscensis* é confirmada em *A. lacustris* da bacia do rio São Francisco, mas tem sua distribuição expandida para lagoas. Em *P. piraya* esse registro é inédito, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos deste nematoide.

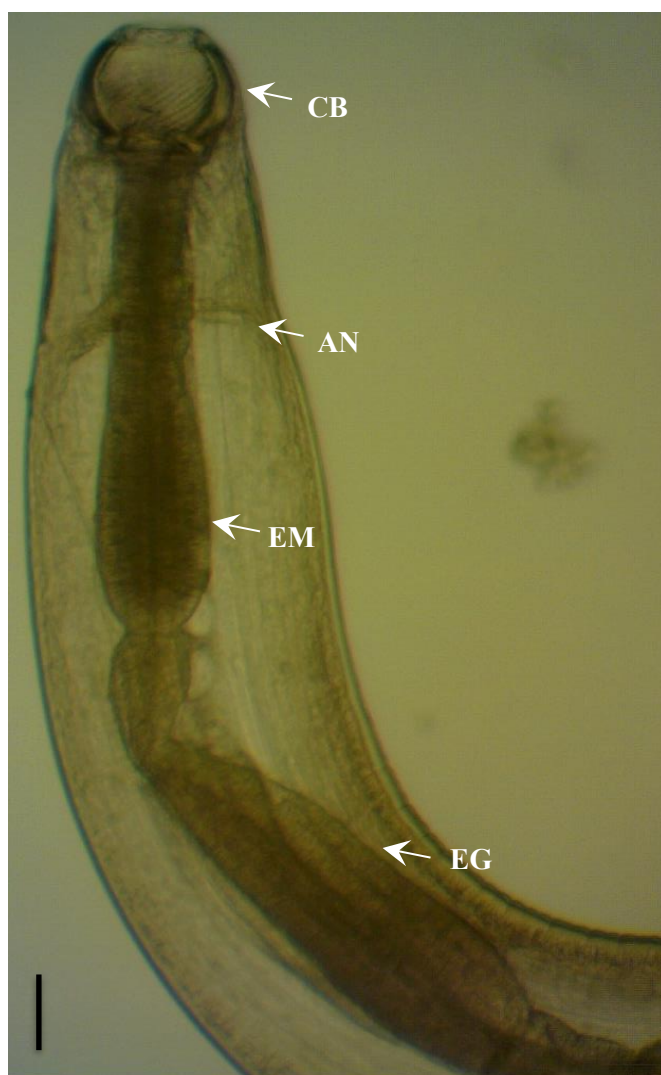


Figura 27. *Procammallanus* (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis* (Moreira, Oliveira & Costa, 1994) endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo da bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime adulto fêmea clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. Extremidade anterior – CB: cápsula bucal com espiras (entre 11 e 17, em número) preenchendo pouco mais da metade da cápsula, AN: anel nervoso envolvendo o esôfago muscular, EM: esôfago muscular; EG: esôfago glandular, escala = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

Superfamília Dracunculoidea Cameron, 1934
Família Guyanemidae Petter, 1974
Guyanema Petter, 1974

***Guyanema baudi* Petter & Dlouhy, 1985
(Figuras 28A-F)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenis/adultos

Hospedeiros: *H. malabaricus* e *S. brandtii*

Prevalência:

H. malabaricus – 77%; 22%; 83%; e 62%

S. brandtii – 7%

Intensidade média:

H. malabaricus – 3.20 ± 1.93 ; 1.50; 2.58 ± 1.80 ; e 2.00 ± 0.50

S. brandtii – 2.00

Abundância média:

H. malabaricus – 2.46 ± 2.18 ; 0.33 ± 0.71 ; 2.13 ± 1.91 ; e 1.23 ± 1.48

S. brandtii – 0.13 ± 0.52

Sítios de infecção:

H. malabaricus – cavidade abdominal, ceco intestinal e intestino

S. brandtii – cavidade abdominal

Locais:

H. malabaricus – lagoas Curral de Varas, Lapinha e Maris (médio), respectivamente.

S. brandtii – lagoa Maris (médio).

Número de depósito:

H. malabaricus – CHIOC 39345 (Grande); 39346 (Lapinha)

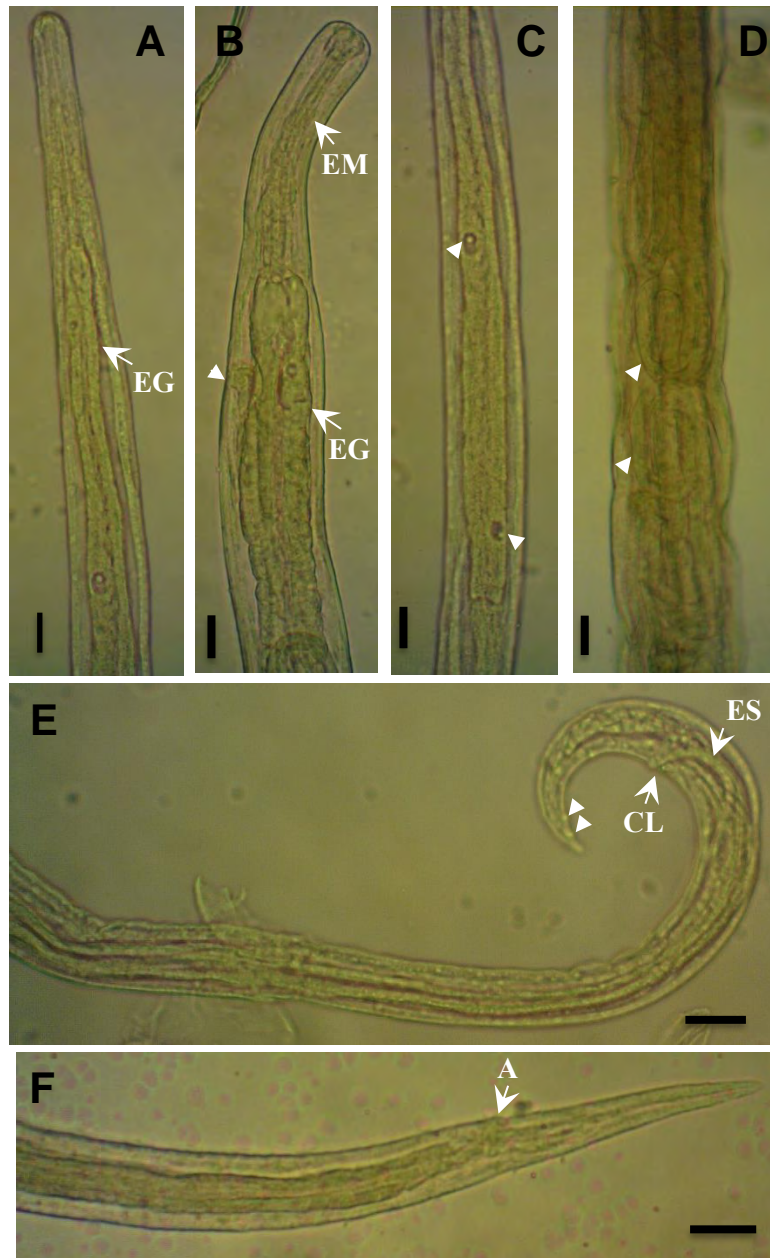
S. brandtii – CHIOC 39347 (Maris)

Comentários:

Guyanema baudi foi originalmente descrita em *H. malabaricus* do Paraguai (MORAVEC, 1998) e no Brasil, Weiblen & Brandão (1992) registraram esta espécie pela primeira vez em traíras de açudes e lagos da região de Santa Maria, RS. Recentemente Gião et al. (2020) registraram *G. baudi* em 37 espécimes de *H. malabaricus* do reservatório de detenção administrado pela Secretaria de Água e Esgoto (DAE) de Bauru, SP.

Guyanema baudi do presente estudo, também, se mostra bem associada às traíras apesar de compartilhar ocorrência com *S. brandtii* (apenas em um hospedeiro, com dois nematoides, sugerindo infecção acidental). É possível que, entre outros fatores, o ciclo de *G. baudi* esteja associado a ambientes lênticos. *Hoplias malabaricus* é bem estudada em rios (geralmente lóticos), mas somente em traíras coletadas em ambientes lênticos, como em Weiblen & Brandão (1992) e Gião et al. (2020), que *G. baudi* foi registrada, assim como nas lagoas (lêntico), do presente estudo, que podem se destacar neste contexto.

Este é o primeiro registro de *G. baudi* em traíras e pirambebas da bacia do rio São Francisco. Com isso, *G. baudi* têm sua distribuição geográfica e lista de hospedeiros conhecidos (mesmo que acidental, registrada em *S. brandtii*) ampliadas.



Figuras 28A-E. *Guyanema baudi* Petter & Dlouhy, 1985 endoparasito de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) da lagoa Grande da bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécimes adultos macho (A, C e E), fêmea (B, D e F) clarificados com Lactofenol de Amann em montagens temporárias. A e B (extremidades anteriores de macho e fêmea, respectivamente) – EG: esôfago glandular, EM: esôfago muscular, seta menor na figura B indica vulva próximo ao nível do EM e EG, escalas = 20µm. C e D (região mediana de macho e fêmea, respectivamente) – setas menores na figura C indicam células características da espécie, com núcleo grande, setas menores na figura D indicam larvas no útero, escalas = 20µm. E (região posterior macho) – setas menores indicam algumas papilas pós-cloacais (em refringência), CL: cloaca, ES: espículo, escala = 20µm. F (região posterior fêmea jovem) – A: ânus, escala = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

***Travassosnema travassosi paranaensis* Moravec, Kohn & Fernandes, 1993
(Figuras 29A-E)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adultos

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 100%; 74%; 100%; 92%; 100%; 92%; 80%; e 52%

Intensidade média: 10,17 ± 6,88; 5,25 ± 2,84; 9,86 ± 11,99; 11,33 ± 7,08; 3,33 ± 1,53; 3,82 ± 2,60; 6,17 ± 6,26; e 5,17 ± 4,34

Abundância média: 10,17 ± 6,88; 3,89 ± 3,38; 9,86 ± 11,99; 10,46 ± 7,47; 3,33 ± 1,53; 3,50 ± 2,71; 4,93 ± 6,11; e 2,70 ± 4,05

Sítio de infecção: cavidade abdominal e cecos intestinais

Local: lagoas Porcos, Batatas, Feia, Piranhas e Silva Campos (alto São Francisco); Grande, Curral de Varas e Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

Número de depósito: CHIOC 39155 ♀ (Porcos); 39161 ♀ (Batatas); 39158a ♀ e 39158b ♂ (Feia); 39156 ♀ (Piranhas); 39153 ♀ (Silva Campos); 39154a ♀ e 39154b ♂ (Grande); 39159 ♀ e 39160 ♂ (Curral de Varas); e 39157 ♂ (Mocambo).

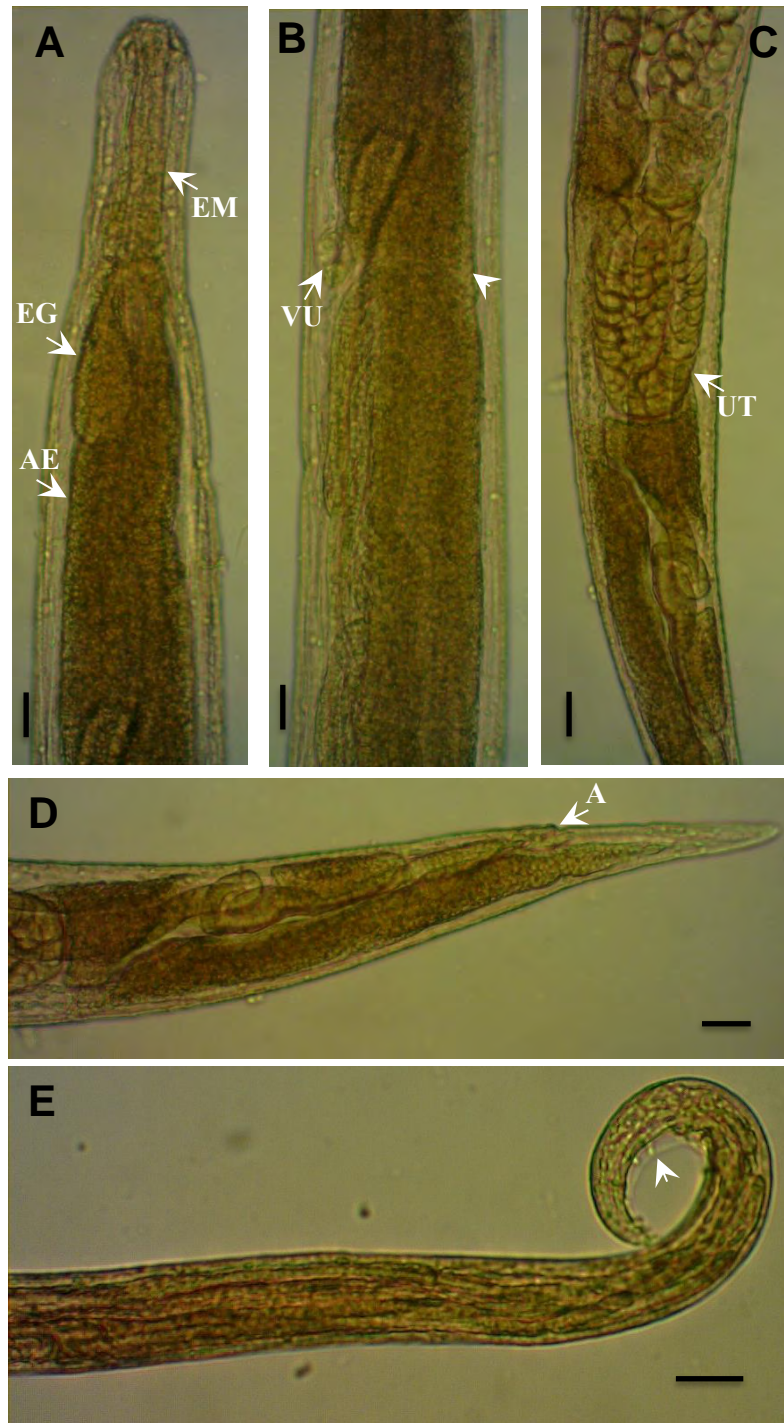
Comentários:

Costa et al. (1991) descreveram o gênero *Travassosnema*, a cápsula bucal é ausente e o esôfago é dividido em duas partes: uma muscular e a outra glandular, sendo a última com o apêndice posterior livre, perto do cruzamento com intestino. *Travassosnema travassosi* é reconhecida por duas subespécies, *Travassosnema t. travassosi* Costa, Moreira e Oliveira, 1991, registrada nos olhos (órbita e humor) de *A. lacustris* do rio Tibagi (SILVA-SOUZA, SARAIVA, 2002) e *Travassosnema travassosi paranaensis* Moravec, Kohn e Fernandes, 1993, descrita e registrada na cavidade abdominal de *A. lacustris* da bacia do Paraná (MORAVEC et al., 1993, VICENTE & PINTO, 1999).

O fato de parasitarem olhos, é importante porque podem causar opacidade das lentes oculares e até mesmo cegueira dos hospedeiros; sintomas que, normalmente, diminuem a taxa de crescimento dos peixes devido às dificuldades para localizar os peixes menores que servem de alimentos e também a redução da população desses peixes, devido à capacidade dos pequenos peixes em escapar dos predadores (SILVA-SOUZA & SARAIVA, 2002). A ausência de registro desta subespécie em *A. lacustris* do presente estudo, provavelmente se deu pelo fato de que os sítios preferenciais, os olhos, dos hospedeiros não foram examinados.

No São Francisco, foram registrados por Costa (2011) *Travassosnema travassosi* na cavidade celomática de *A. lacustris* e na cavidade celomática de *H. malabaricus* (COSTA, 2015) do reservatório de Três Marias.

Este é o primeiro registro de *Travassosnema t. paranaensis* em *A. lacustris* da bacia do rio São Francisco, apontando uma especificidade desta espécie aos hospedeiros da família Acestrorhynchidae e ampliando a distribuição geográfica desta espécie de parasito.



Figuras 29A-E. *Travassosnema travassosi paranaensis* Moravec, Kohn & Fernandes, 1993 endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécimes adultos clarificados com Lactofenol de Amann em montagem temporária. Espécime adulto fêmea (A, B, C e D); A (extremidade anterior) – EM: esôfago muscular (seta indicanto na altura do anel nervoso); EG: esôfago glandular curto provido de AE: apêndice esofágico longo, escala = 20µm. B (região anterior da fêmea, ao nível da junção entre esôfago e intestino, indicada pela seta menor) – VU: vulva, escala = 20µm. C (região posterior da fêmea) – UT: útero se estendendo até a extremidade posterior onde o desenvolvimento se inicia em ovos e amadurecem em larvas na região anterior, ocupando a maior parte do corpo, escala = 20µm. D e E (extremidades posteriores da fêmea e do macho, respectivamente) – A: ânus, seta na figura E indica asa caudal e detalhe de papilas em refringência, escala = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Superfamília Gnathostomatoidea Railliet, 1895

Família Gnathostomatidae Railliet, 1895

Gnathostoma Owen, 1836

(Sin.: *Cheiracanthus* Diesing, 1836)

***Gnathostoma* sp.**

(Figuras 30A-B)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larva

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 7%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,07 \pm 0,26$

Sítio de infecção: estômago

Local: lagoa Curral de Varas, médio São Francisco

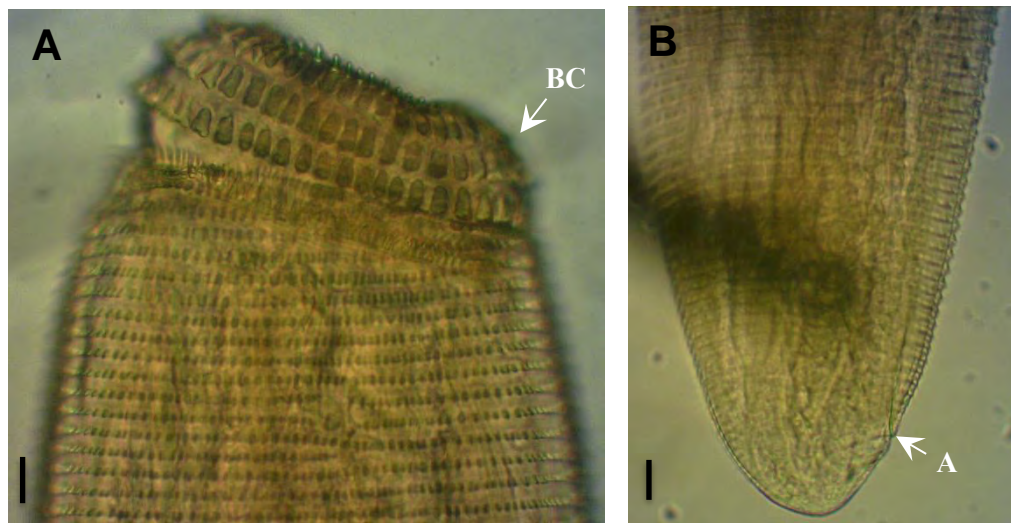
Número de depósito: CHIOC 39108

Comentários:

Gnathostomatidae apresenta dois gêneros *Gnathostoma* e *Spiroxys*, cujas larvas ocorrem em peixes de água doce da região Neotropical, no primeiro há presença de bulbo cefálico armado transversalmente com linhas de ganchos e corpo com espinhos (MORAVEC, 1998).

Na região neotropical, esse gênero é representado por seis espécies (*G. americana*; *G. binucleatum*; *G. brasiliense*; *G. gracile*; *G. spinigerum* e *G. turgidum*) adultas parasitando alguns mamíferos, excepcionalmente em peixes. Geralmente, seu desenvolvimento requer a participação do hospedeiro intermediário (Copépodes). Seus hospedeiros paratênicos são uma diversidade de espécies de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, inclusive o homem em que esses parasitos podem causar uma doença grave, a Gnathostomíase (MORAVEC, 1998).

Este é o primeiro registro de *Gnathostoma* sp. em *A. lacustris* e na bacia do rio São Francisco, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos e a distribuição geográfica desta espécie de parasito para bacia do rio São Francisco.



Figuras 30A-B. *Gnathostoma* sp. endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Mocambo, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) – evidenciando BC: bulbo cefálico armado com ganchos e corpo com espinhos, escala = 20µm. B (extremidade posterior) – corpo com espinhos, A: ânus, escala = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Spiroxys Schneider, 1866

***Spiroxys* sp.
(Figuras 31A-B)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: larvas

Hospedeiros: *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 59%; 33%; 7%; e 39%

H. malabaricus – 100%; 100%; 100%; 60%; 8%; 22%; 9%; e 8%

P. piraya – 25%; 100%; 12%; e 33%

S. brandtii – 12%; 33%; 17%; 7%; 18%; e 40%

Intensidade média:

A. lacustris – $2,56 \pm 2,19$; 3,00; 1,00; e $2,56 \pm 2,24$

H. malabaricus – 2,00; 1,00; $3,33 \pm 2,08$; $1,33 \pm 0,58$; 1,00; 1,00; 1,00; e 1,00

P. piraya – 1,00; $2,50 \pm 0,71$; 1,00; e $2,60 \pm 1,52$

S. brandtii – $2,50 \pm 2,12$; 1,00; 1,00; 1,00; $1,50 \pm 0,71$; e $4,50 \pm 2,12$

Abundância média:

A. lacustris – $1,52 \pm 2,10$; $1,00 \pm 1,73$; $0,07 \pm 0,26$; e $1,00 \pm 1,86$

H. malabaricus – 2,00; 1,00; $3,33 \pm 2,08$; $0,80 \pm 0,84$; $0,08 \pm 0,28$; $0,22 \pm 0,44$; $0,09 \pm 0,29$; e $0,08 \pm 0,28$

P. piraya – $0,25 \pm 0,50$; $2,50 \pm 0,71$; $0,12 \pm 0,33$; e $0,87 \pm 1,51$

S. brandtii – $0,29 \pm 0,99$; $0,33 \pm 0,58$; $0,17 \pm 0,41$; $0,07 \pm 0,27$; $0,27 \pm 0,65$; e $1,80 \pm 2,68$

Sítios de infecção:

A. lacustris, *H. malabaricus* e *P. piraya* – cavidade abdominal e cecos intestinais

S. brandtii – cavidade abdominal, cecos intestinais e estômago

Locais:

A. lacustris – lagoas Batatas e Silva Campos (alto São Francisco), Curral de Varas e Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

H. malabaricus – lagoas Volta Grande, Feia, Capuava, Silva Campos (alto São Francisco), Grande, Curral de Varas e Lapinha, respectivamente.

P. piraya – lagoas Rio Velho, Silva Campos (alto São Francisco), Curral de Varas e Maris (médio São Francisco), respectivamente.

S. brandtii – lagoas Batatas, Feia, Piranhas (alto São Francisco), Grande, Curral de Varas e Lapinha (médio São Francisco), respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39130; 39129; 39132 e 39131, respectivamente.

H. malabaricus – CHIOC 39358 (Feia)

P. piraya – CHIOC 39360 (Silva Campos)

S. brandtii – CHIOC 39359 (Lapinha)

Comentários:

As espécies de *Spiroxys* parasitam cágados de água doce na América Central e do Norte, seus hospedeiros intermediários são diversas espécies de copépodes. Os peixes de água doce constituem hospedeiros paratênicos destas larvas (MORAVEC, 1998).

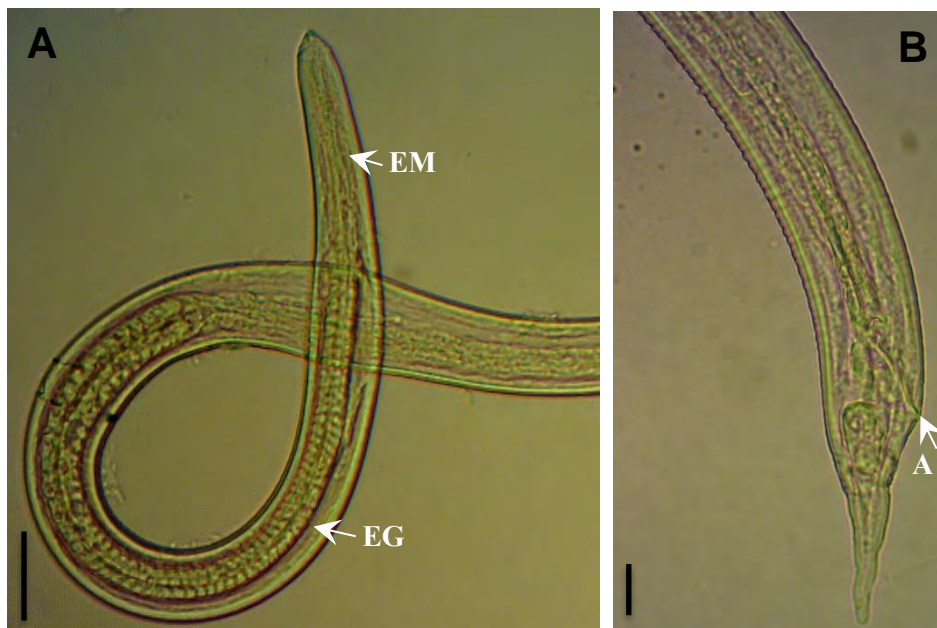
Devido à falta de registros na literatura para indivíduos larvais, o reconhecimento destas larvas a nível específico é impossibilitado (ALBUQUERQUE, 2013). Moravec (1998) sugeriu a possibilidade das larvas de *Spiroxys* encontradas em peixes serem *Spiroxys contortus* (Rudolphi, 1819), que é uma espécie comum e bem distribuída. O mesmo autor apresenta

algumas características dessas larvas como nematoides pequenos, de cutícula finamente estriada transversalmente, extremidade cefálica provida de pseudolábios triangulares, esôfago dividido em muscular e glandular em sequência e cauda cônica, dentro deste conjunto de características estão as larvas encontradas no presente trabalho.

Larvas de *Spiroxys* foram registradas parasitando a cavidade celomática, mesentério e intestino de *Cichlasoma meeki* (= *Thorichthys meeki*), *C. urophthalmus*, *Poecilia velifera*, *Poecilia* sp. e *A. fasciatus* do estado de Yucatan, México (MORAVEC, 1998). Mendoza et al. (2004) relataram o encontro destas larvas em *Dormitator maculatus*, oriundo da lagoa Alvarado, México. No Brasil, Isaac et al. (2004) encontraram larvas de *Spiroxys* em *Gymnotus* spp. coletados no rio Baía, em Mato Grosso do Sul. Foram relatados *Spiroxys* sp. em *Astyanax altiparanae* (CAMARGO, 2015) e *S. contortus* em *A. lacustris* (PEDRO et al., 2016), ambos coletados no rio Batalha, em São Paulo.

Há registros de larvas desse gênero, também, no alto rio São Francisco, em *C. kelberi*, *P. piraya* e *S. brandtii* (SANTOS et al., 2009; SANTOS-CLAPP et al., 2022); *L. obtusidens* e *L. piau* (MARTINS, 2012); *A. bimaculatus*, *B. affinis*, *H. marginatus*, *M. costae* e *O. franciscensis* (ALBUQUERQUE, 2013); *C. kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); *H. intermedius* (COSTA, 2015); *T. chalceus*, *T. guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016); *S. hilarii* (DUARTE et al., 2016); e *A. fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017).

No presente estudo, as larvas de *Spiroxys* sp. foram confirmadas e compartilhadas entre as quatro espécies hospedeiras, ampliando a ocorrência para ambientes lagunares da bacia do alto e médio rio São Francisco.



Figuras 31A-B. *Spiroxys* sp. endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime larval clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (região anterior) – EM: esôfago muscular, EG: esôfago glandular, escala = 50 μ m. B (extremidade posterior) – A: ânus, escala = 20 μ m. Fonte: Rayane Duarte

Superfamília Habronematoidea Chitwood & Wehr, 1932

Família Cystidicolidae Skrjabin, 1946

Cystidicoloides Skinker, 1931

***Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928)**

(Sinônimo: *Cystidicola fischeri* Travassos, Artigas & Pereira, 1928)

(Figuras 32A-C)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenis/adultos

Hospedeiros: *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya*, *S. brandtii*

Prevalência:

A. lacustris – 7%; 29%; 9%

H. malabaricus – 38%

P. piraya – 33%; 14%; 50%; 18%; 13%; e 29%

S. brandtii – 100%; 20%; 29%; 33%; 17%; 100%; 7%; 9%; 60%; e 45%

Intensidade média:

A. lacustris – $7,00 \pm 1,41$; $3,00 \pm 1,41$; 1,00

H. malabaricus – 1.80 ± 0.71

P. piraya – 9.00; 3.00 ± 2.83 ; 2.00; 1.33 ± 0.58 ; 4.00 ± 1.41 ; e 16.17 ± 35.21

S. brandtii – 2.00; 3.00; 2.60 ± 1.46 ; 6.00; 2.00; 1.00; 1.00; 1.00; 2.00 ± 1.73 ; e 1.67 ± 0.87

Abundância média:

A. lacustris – $0,52 \pm 1,89$; $0,86 \pm 1,57$; $0,09 \pm 0,29$

H. malabaricus – 0.69 ± 0.95

P. piraya – 3.00 ± 5.20 ; 0.43 ± 1.34 ; 1.00 ± 1.41 ; 0.24 ± 0.56 ; 0.53 ± 1.46 ; e 4.62 ± 19.13

S. brandtii – 2.00; 0.60 ± 1.34 ; 0.76 ± 1.30 ; 2.00 ± 3.46 ; 0.33 ± 0.82 ; 1.00; 0.07 ± 0.27 ; 0.09 ± 0.30 ; 1.20 ± 1.64 ; e 0.75 ± 1.02

Sítios de infecção:

A. lacustris e *H. malabaricus* – cavidade abdominal e cecos intestinais

P. piraya e *S. brandtii* – cavidade abdominal, cecos intestinais e estômago

Locais:

A. lacustris – lagoas Batatas e Feia (alto São Francisco); Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

H. malabaricus – lagoa Maris (médio São Francisco)

P. piraya – lagoas Feia, Piranhas, Silva Campos (alto São Francisco), Curral de Varas, Maris e Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

S. brandtii – lagoas Volta Grande, Porcos, Batatas, Feia, Piranhas, Rio Velho (alto São Francisco), Grande, Curral de Varas, Lapinha e Mocambo (médio São Francisco), respectivamente.

Número de depósito:

A. lacustris – CHIOC 39121 ♂ (Batatas); 39120 ♀ (Feia); 39119 ♀ (Mocambo)

H. malabaricus – CHIOC 39342 (Maris)

P. piraya – CHIOC 39341 (Curral de Varas)

S. brandtii – CHIOC 39343 (Mocambo)

Comentários:

A Superfamília Habronematoidea apresenta as seguintes características: presença de pseudolábios que não cobrem toda a superfície cefálica, abertura oral com simetria bilateral bem definida, asa caudal e espículos presentes em machos; e são ovíparos. Das quatro famílias pertencentes a esta superfamília, apenas Cystidicolidae inclui representantes em peixes,

caracterizada por nematoides de tamanho grande ou médio, às vezes com cutícula ornamentada, esôfago dividido em seções anterior muscular e posterior glandular e ovos ovais, larvados. São parasitos do trato digestivo e vesícula gasosa de peixes. Os nematoides que ocorrem em peixes de água doce neotropicais pertencem a dois gêneros: *Cystidicoloides* e *Spinitectus* Fourment, 1883 (MORAVEC, 1998).

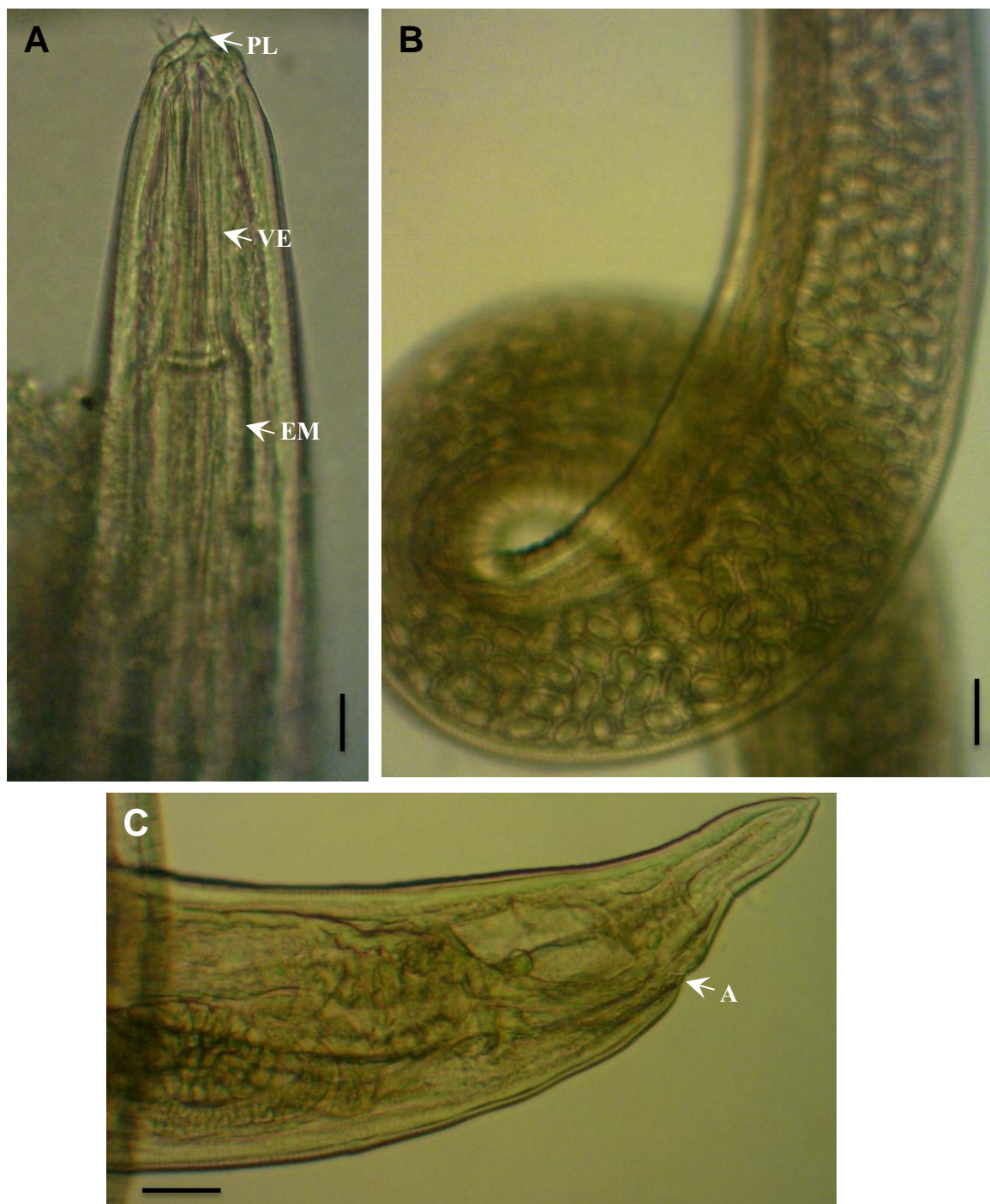
Para Moravec (1998) *Cystidicoloides* apresenta três espécies que ocorrem em peixes de água doce da América do Sul: *C. vaucheri*, *C. dlouhyi* e *C. fischeri*, a última foi redescrita por Moravec et al. (2008) a partir de espécimes coletados no estômago de piranhas do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco. Sua redescrição incluiu características taxonômicas importantes ainda não relatadas, além da elevação de *Salmonema* ao nível genérico em Cystidicolidae.

Considerando as remarcações de Moravec et al. (2008) a família Cystidicolidae passa a apresentar além de *Cystidicoloides* e *Spinitectus*, *Salmonema*; e o gênero *Cystidicoloides* inclui *C. izecksohni*.

Cystidicoloides fischeri é descrito por Moravec et al. (2008) como pequeno nematoide esbranquiçado, de cutícula espessa, com estrias finas e transversas visíveis a partir do meio do corpo. Extremidade cefálica com declínio inflado formando uma vesícula cefálica distinta (colarinho), iniciando aproximadamente ao nível do prostômio e diminuindo gradualmente até ao nível da extremidade do vestíbulo; característica presente em todos os espécimes, porém mais desenvolvidos em fêmeas. Extremidade cefálica arredondada, com duas protuberâncias terminais, pseudolábios cônicos e pontiagudos. Vestíbulo longo em forma de funil. Esôfago glandular maior do que muscular. Cauda cônica.

Entre os hospedeiros já registrados para essa espécie em Moravec et al. (2008) estão *P. piraya* (SANTOS-CLAPP et al., 2022), *S. brandtii* do reservatório de Três Marias, Minas Gerais (cujos parasitos foram utilizados na redescrição), *S. brasiliensis* (como *S. maxillosus*) (hospedeiro-tipo), *Galeocharax knerii* e *S. hilarii* provenientes do sistema de drenagem do rio Paraná (Emas, Pirassununga) (MESQUITA et al., 2012). Na bacia do São Francisco há registro de larvas de *Cystidicoloides* sp. em *L. reinhardti* (MARTINS, 2012); larvas de *C. fischeri* em *A. bimaculatus*, *A. fasciatus*, *B. affinis* e *O. franciscensis* (ALBUQUERQUE, 2013); larvas de *C. fischeri* em *T. chalceus*, *T. guentheri* (ALBUQUERQUE, 2016); larvas de *Cystidicoloides* sp. em *A. fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017), e juvenis e adultos de *C. fischeri* em *S. hilarii* (DUARTE, 2018).

É registrada pela primeira vez a ocorrência de *C. fischeri* em *A. lacustris* e em *H. malabaricus*, além da ampliação dessa ocorrência para as quatro espécies hospedeiras provenientes de ambientes lagunares da bacia do rio São Francisco.



Figuras 32A-C. *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) endoparasito de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 da lagoa Curral de Varas, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime adulto fêmea clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A (extremidade anterior) – PL: pseudolábios, VE: vestíbulo, EM: esôfago muscular. B (região mediana) – evidenciando inúmeros ovos. C (extremidade posterior) – evidenciando cauda cônica, A: ânus. Escalas = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

Spinitectus Fourment, 1883

***Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934**
(Sinônimo júnior: *Spinitectus sternopygi* Petter, 1984)
(Figuras 33A-E)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: adulto

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 67%

Intensidade média: $2,50 \pm 0,71$

Abundância média: $1,67 \pm 1,53$

Sítio de infecção: cavidade abdominal e estômago

Local: lagoa Silva Campos, alto São Francisco

Número de depósito: CHIOC 39113 ♂; CHIOC 39114 ♀

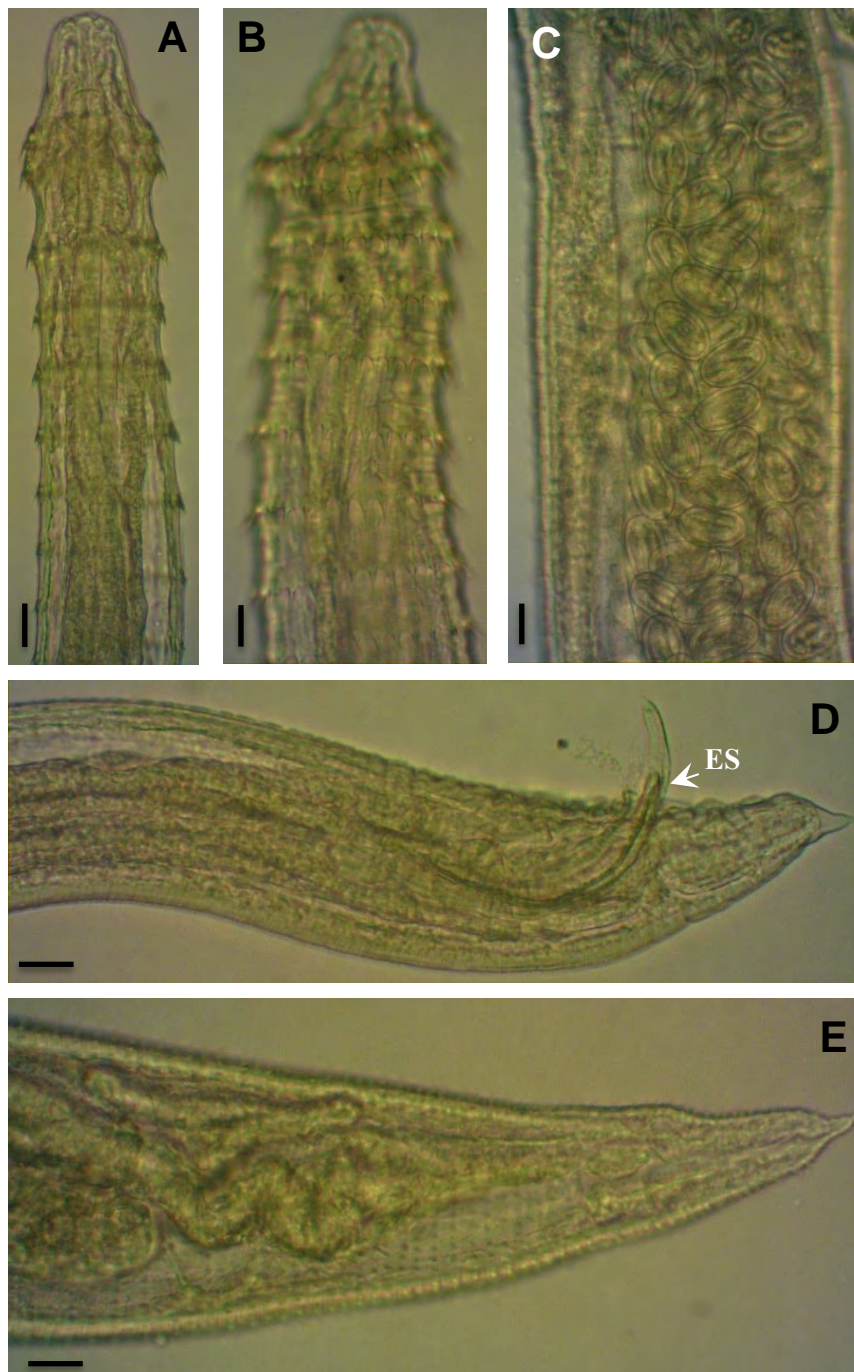
Comentários:

Spinitectus spp. possuem ampla distribuição, parasitam cecos e intestino de peixes e anfíbios. Estes nematoides possuem a cutícula com anéis transversos, compostos de retroespinhos, distribuídos desde a região anterior até a região posterior do corpo. Apresentam dois pseudolábios; abertura oral alongada dorsoventralmente; vestíbulo (estoma) pouco esclerotizado, relativamente pequeno, cilíndrico e usualmente com a porção anterior formando um prostômio. Esôfago dividido em duas porções (muscular e glandular) (MORAVEC, 1998; THATCHER, 2006).

Na América do Sul ocorrem sete espécies do gênero *Spinitectus*, parasitos do sistema digestório de peixes: *S. agonostomi*, *S. carolini*, *S. multipapillatus*, *S. pachyuri*, *S. asperus* (= *S. jamundensis*), *S. rodolphiheringi* e *S. yorkei*. As três últimas espécies citadas foram registradas no Brasil (MORAVEC, 1998).

Spinitectus rodolphiheringi (= *S. sternopygi*) foi encontrado no rio São Francisco, nos peixes *A. fasciatus*, *Franciscodoras marmoratus*, *M. lippincotianus*, *Pachyurus squamipennis*, *P. piraya*, *T. chalceus* e *S. hilarii* (SANTOS & BRASIL-SATO, 2006; SANTOS, 2008; VIEIRA-MENEZES, 2013; ALBUQUERQUE, 2013; ALBUQUERQUE et al., 2016; VIEIRA-MENEZES et al., 2017; ALMEIDA-BERTO et al., 2018; DUARTE, 2018).

Este é o primeiro registro de *S. rodolphiheringi* em *A. lacustris*, ampliando a lista de hospedeiros conhecidos para este nematoide.



Figuras 33A-E. *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Silva Campos, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécime adultos macho (A e D) e fêmea (B, C e E) clarificados com Lactofenol de Amann em montagem temporária. A e B (extremidades anteriores macho e fêmea, respectivamente) – evidenciando fileiras de espinhos. C (região mediana fêmea) – evidenciando inúmeros ovos. D e E (extremidades posteriores macho e fêmea, respectivamente) – ES: espículos e evidenciando na figura E que as fileiras de espinhos recobrem todo corpo, até a extremidade posterior. Escalas = 20µm. Fonte: Rayane Duarte

Filo Acanthocephala Rudolphi, 1808
Classe Eoacanthocephala Van Cleave, 1936
Ordem Gyraacanthocephala Van Cleave, 1936
Família Quadrigiridae Van Cleave, 1920
Quadrigyrus Van Cleave, 1920

***Quadrigyrus* sp.**
(Figura 34)

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: juvenil

Hospedeiro(s): *A. lacustris*

Prevalência: 4%

Intensidade média: 1,00

Abundância média: $0,04 \pm 0,19$

Sítio de infecção: cavidade abdominal

Local: lagoa Batatas, alto São Francisco

Comentários:

Os acantocéfalos são invertebrados, dioicos, que podem atingir alguns centímetros, e são parasitos exclusivos do tubo digestório de vertebrados de morfologia bem característica. Várias espécies são conhecidas e o número mais elevado é de parasitos de peixes (EIRAS et al., 2010). De acordo com Amin (1987), acantocéfalos parasitos de peixes pertencem às classes Paleacanthocephala, Eoacanthocephala e Polyacanthocephala, sendo as duas primeiras com mais espécies incluídas.

Na chave apresentada por Thatcher (1991) e Santos et al. (2008a) o gênero *Quadrigyrus* sp. se apresenta com as seguintes características principais: receptáculo da probóscide de parede única, probóscide pequena, com três a quatro fileiras de ganchos, tronco armado com espinhos, em fileiras de quatro a doze com espinhos similares e núcleos hipodérmicos gigantes.

Segundo Eiras (1994) hospedeiros paratênicos obrigatórios alimentam-se do hospedeiro intermediário que não constitui um item da dieta do hospedeiro definitivo e, ao serem predados por este último, garantem o fechamento do ciclo de vida. Por outro lado, de acordo com os mesmos autores, alguns peixes tornam-se acidentalmente infectados ao ingerirem organismos que contenham os cistacantos. De acordo com Eiras et al. (2010), os hospedeiros intermediários mais comuns são ostrácodes e copépodes.

Santos et al. (2008a) organizaram uma listagem de acantocéfalos associados a peixes do Brasil, Eiras et al. (2010) atualizaram essa listagem e incluindo novos registros, em peixes brasileiros, de *Quadrigyrus* sp. em *Aphyocharax anisitsi*, *A. altiparanae*, *Iheringichthys labrosus*, *P. squamipennis*, *Prochilodus lineatus*, *Rhaphiodon vulpinus* e *Roeboides paranaenses*; de *Q. brasiliensis* em *Hoplerythrinus unitaeniatus* e *H. malabaricus*; de *Q. machadoi* em *A. altiparanae*, *Cichla monoculus* (larva), *Hemisorubim platyrhynchos* (larva), *Gymnotus* sp., *H. unitaeniatus* e *H. malabaricus*; de *Q. nickoli* em *Hyphessobrycon eques* e *H. unitaeniatus*; e de *Q. torquatus* em *A. lacustris*, *C. monoculus*, *H. malabaricus*, *L. lacustris* e *P. maculatus*. Costa (2015) ampliou a lista de hospedeiros conhecidos, do alto rio São Francisco, de *Quadrigyrus* sp. com *H. intermedius* e Duarte (2018) registrou *Quadrigyrus* sp. em *S. hilarii* do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco.

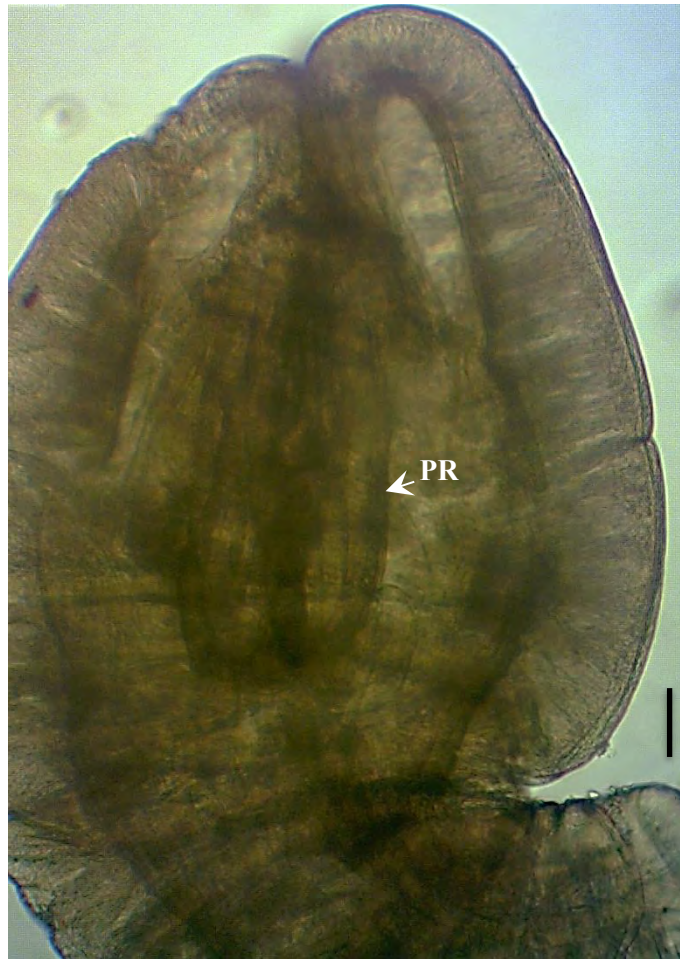


Figura 34. *Quadrigyrus* sp. endoparasito de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) da lagoa Batatas, bacia do alto rio São Francisco, MG. Espécime juvenil clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. PR: probóscide provida de fileiras de ganchos (introvertida). Escala = 50 μ m. Fonte: Rayane Duarte

Filo Pentastomida
Classe Eupentastomida
Ordem Porocephalida
Superfamília Porocephaloidea
Família Sebekidae Sambon, 1922
Sebekia Sambon, 1922

***Sebekia* sp.
(Figura 35)**

Resenha ecológica

Fase do ciclo de vida: ninfas

Hospedeiro(s): *P. piraya*

Prevalência: 12%; 47%; e 14%

Intensidade média: 1.50 ± 0.71 ; 1.00; e 7.33 ± 9.29

Abundância média: 0.18 ± 0.53 ; 0.47 ± 0.52 ; e 1.05 ± 3.94

Sítio de infecção: cavidade abdominal e cecos intestinais

Local: lagoas Curral de Varas, Maris e Mocambo, respectivamente.

Número de depósito: CHIOC 39330

Comentários:

Na fase adulta, os pentastomídeos sebekídeos são parasitos do trato respiratório de vertebrados (hospedeiros definitivos), principalmente répteis crocodilianos (JUNKER & BOOMKER, 2006; BRITO et al., 2012).

Pentastomídeos de uma forma geral são parasitos de morfologia complexa e as várias inferências filogenéticas que puderam ser feitas sobre os pentastomídeos indicam que eles não compartilham sinapomorfias convincentes com nenhum grupo dentro de Arthropoda, mas os colocam inquestionavelmente entre os Ecdysozoa. Eles passam por uma série de mudas até atingirem a fase adulta (CHRISTOFFERSEN & DE ASSIS, 2015).

Todas as ninfas encontradas no presente estudo apresentaram ganchos duplos, ou seja, dois pares: um anterior e outro posterior, com o gancho principal (maior) e um acessório (menor), cada, na extremidade anterior do corpo. Também apresentaram anéis com espinhos na borda, ao longo de todo o corpo. Essas e outras características (detalhadas no trabalho anexado ao final da presente Tese) foram comparadas as apresentadas por Giesen et al. (2013) e Vicentin et al. (2013), que encontraram sebekídeos em piranhas do Pantanal e apesar de próximas não tiveram características totalmente compatíveis.

Um manuscrito, possível artigo completo, foi elaborado a partir deste registro inédito (anexado ao final da Tese) caracterizando a ocorrência de Pentastomida e morfometria dos espécimes, na bacia do rio São Francisco, sendo ampliada a distribuição geográfica de *Sebekia* sp. e ampliada a lista de hospedeiros conhecidos do grupo.

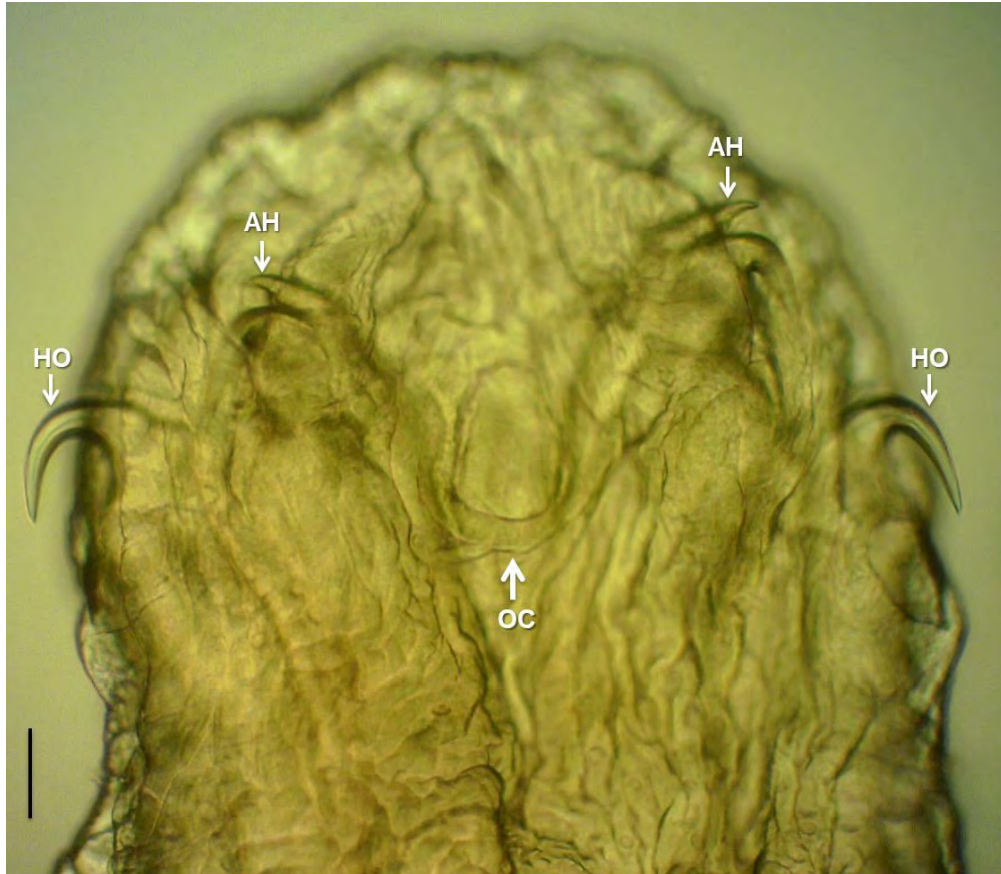


Figura 35. *Sebekia* sp. endoparasito de *Pygocentrus piraya* Lütken, 1875 da lagoa Maris, bacia do médio rio São Francisco, MG. Espécime larval (ninf) clarificado com Lactofenol de Amann em montagem temporária. Extremidade anterior com HO: do inglês “hooks”, ganchos, AH: do inglês “accessory hook”, gancho acessório, OC: do inglês “oral cadre”, abertura oral. Escala = 50µm. Fonte: Rayane Duarte

4. Conclusões

- O presente estudo revelou espécies de endoparasitos identificadas em cada uma das espécies hospedeiras, *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya* e em *S. brandtii*, seus respectivos índices ecológicos e as localidades em que ocorreram, sendo os peixes provenientes de ambientes lacustres pela primeira vez amostrados para fins de investigação parasitológica.
- Foram apresentadas as características morfológicas principais para cada espécie identificada, bem como seus breves históricos taxonômicos e de registros encontrados na literatura.
- O registro de algumas das espécies identificadas foi inédito para os hospedeiros e/ou bacia do rio São Francisco, sendo possível ampliar a listagem de hospedeiros conhecidos e/ou distribuição geográfica dos endoparasitos encontrados em *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya* e em *S. brandtii* provenientes de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, Brasil.
- Este estudo, envolvendo a identificação de endoparasitos de peixes de ambientes lacustres, permitiu a produção de trabalhos recentemente publicados e submetidos a periódicos científicos.

CAPÍTULO II

METAZOÁRIOS ENDOPARASITOS DE *Acestrorhynchus lacustris* (LÜTKEN, 1875) (ACTINOPTERYGII: ACESTRORHYNCHIDAE) DE LAGOAS MARGINAIS DA BACIA DO ALTO E MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL

RESUMO

A fauna endoparasitária de *Acestrorhynchus lacustris* de oito lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Brasil, é registrada pela primeira vez. Para isso, um total de 106 espécimes de *A. lacustris* foi coletado. Dezoito espécies de helmintos foram encontradas. Os táxons relacionados foram do Filo Platyhelminthes: uma metacercária de *Clinostomum* sp. (Trematoda: Clinostomidae); larvas plerocercoides de espécie não identificada (Eucestoda - Proteocephalidae gen. sp.); do Filo Acanthocephala: juvenil de *Quadrigyrus* sp.; e do Filo Nematoda: larvas de *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Contracaecum* sp. Tipo 2, *Hysterothylacium* sp., *Gnathostoma* sp., *Spiroxys* sp.; juvenis e adultos de *Freitascapillaria* sp., *Paracapillaria piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Travassosnema travassosi paranaensis*, *Cystidicoloides fischeri* e *Spinitectus rodolphiheringi*. Proteocephalidae gen. sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1 e *Travassosnema t. paranaensis* foram compartilhadas entre todas as oito lagoas com altos índices parasitários. Proteocephalidae gen. sp., *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *C. fischeri* e *S. rodolphiheringi* são novos registros em *A. lacustris*. *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii* e *Travassosnema t. paranaensis* têm sua distribuição geográfica conhecida estendida para a bacia do rio São Francisco.

Palavras-Chave: Acanthocephala, Ictioparasitologia de ambiente lagunar, Nematoda, Platyhelminthes

ABSTRACT

The endoparasitic fauna of *Acestrorhynchus lacustris* from eight marginal lagoons of the upper and middle São Francisco river basin, Brazil, is recorded here for the first time. For this, a total of 106 specimens of *A. lacustris* were collected. Eighteen helminth species were found. The taxa recorded were phylum Platyhelminthes: one metacercaria of *Clinostomum* sp. (Trematoda: Clinostomidae) and plerocercoid larvae of unidentified species (Eucestoda - Proteocephalidae gen. sp.); phylum Acanthocephala: juvenile of *Quadrigyrus* sp.; and phylum Nematoda: larvae of *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp. Type1, *Contracaecum* sp. Type2, *Hysterothylacium* sp., *Gnathostoma* sp., *Spiroxys* sp., juvenile and adult specimens of *Freitascapillaria* sp., *Paracapillaria piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Travassosnema travassosi paranaensis*, *Cystidicoloides fischeri* and *Spinitectus rodolphiheringi*. Proteocephalidae gen. sp., *Contracaecum* sp. Type1 and *Travassosnema t. paranaensis* were present in all eight lagoons with high parasitic indexes. Proteocephalidae gen. sp., *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *C. fischeri* and *S. rodolphiheringi* are new records in *A. lacustris*. The known geographical distribution of *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii* and *Travassosnema t. paranaensis* has now been extended to the São Francisco river basin.

Keywords: Acanthocephala, Lagoon environment ichthyoparasitology, Nematoda, Platyhelminthes

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio São Francisco é a maior no Brasil e tradicionalmente é dividida em quatro segmentos: superior (da nascente da Serra da Canastra até Pirapora, no estado de Minas Gerais), médio (de Pirapora a Remanso, no estado da Bahia, que é o trecho mais longo), submédio (de Remanso a Paulo Afonso, ambos no estado da Bahia) e baixo (de Paulo Afonso, no estado da Bahia até sua foz entre os estados de Sergipe e Alagoas, com influência marinha) (PLANVASF, 1989). Sua ictiofauna é diversificada, com importância socioambiental, principalmente para a pesca (GODINHO & GODINHO, 2003).

O gênero monotípico *Acestrorhynchus* (Acestrorhynchidae, Acestrorhynchinae), compreende quatorze espécies válidas de peixes endêmicos da América do Sul. Dentre estes, *Acestrorhynchus britskii*, endêmico da bacia do rio São Francisco é citado como “menos preocupante” na “Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas” (ICMBio, 2021); e *Acestrorhynchus lacustris* é nativa das bacias dos rios São Francisco e alto Paraná (FROESE & PAULY, 2021). Os peixes desta subfamília vivem em ambientes de lagos, lagoas ou poções de rios. Possuem corpo alongado e comprimido e boca provida de dentes cônicos caniniformes, por isso são popularmente conhecidos como “peixe-cachorro” (BRITSKI et al., 1988, 1999).

Estudos envolvendo os hábitos alimentares de *A. lacustris* no rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo (MESCHIATTI, 1995), e no rio Tibagi (BENNEMANN et al., 2000) e reservatório de Itaipu (HAHN et al., 2000), ambos no estado do Paraná, classificaram esta espécie de peixe como preferencialmente piscívora. Na bacia hidrográfica do rio São Francisco, estudos de Gomes & Verani (2003) no reservatório de Três Marias (alto rio), Pompeu & Godinho (2003) em lagoas marginais do médio rio, Luz et al. (2009) na lagoa Curralinho do submédio rio e Rocha et al. (2011) no reservatório de Sobradinho (entre os trechos médio e submédio) consideraram os hábitos alimentares de *A. lacustris* e seu congênere *A. britskii* exclusivamente piscívoros, e ocasionalmente atribuíram a presença de itens como tecido vegetal, insetos e camarões em suas dietas à ingestão acidental.

Brasil-Sato (2003) compilou uma lista de parasitos de peixes da bacia do rio São Francisco e registrou os nematoides *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp. (indicado como *Heterotyplum* sp.), *Travassosnema travassosi*, e *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis*, como endoparasitos de *A. lacustris*. Costa et al. (2011) adicionaram o primeiro registro de *Rhabdochona* (*Rhabdochona*) *acuminata* nesta espécie de peixe do reservatório de Três Marias, no alto rio São Francisco.

O objetivo do presente estudo foi registrar os endoparasitos metazoários de espécimes de *A. lacustris* coletados em oito lagoas ribeirinhas do alto e médio rio São Francisco e ampliar o conhecimento da parasitologia de peixes de água doce nesta importante bacia hidrográfica brasileira.

2. Material e métodos

Um total de 106 espécimes de *A. lacustris* foi coletado em oito lagoas marginais da bacia do rio São Francisco e cedidos para análise parasitológica pela equipe gestora do projeto “Revitalização das lagoas marginais da bacia do alto médio São Francisco, Minas Gerais, Brasil”. Este projeto foi realizado em cooperação entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

Entre esses peixes, 56 foram coletados em cinco lagoas (Batatas, Feia, Piranhas, Porcos e Silva Campos) na bacia do alto rio São Francisco e 50 em três lagoas (Curral de Varas, Grande e Mocambo) no médio rio São Francisco bacia (Tabelas 1 e 2; Figuras 1 e 2). O software QGIS 3.14.16 com GRASS 7.8.3 foi usado para obter mapas (Figuras 1-2).

Tabela 1. Locais de coleta de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) nas margens da bacia do alto e médio rio São Francisco – RSF (margem), Estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil

Locais (lagoas)	Coordenadas	Municípios	RSF (margem)
<u>Alto</u>			
Porcos	19°59'31" S - 45°36'04" O	Lagoa da Prata/MG	Direita
Batatas	19°59'09" S - 45°35'24" O	Lagoa da Prata/MG	Direita
Feia	19°57'54" S - 45°34'22" O	Lagoa da Prata/MG	Direita
Piranhas	19°48'09" S - 45°29'01" O	Moema/MG	Direita
Silva Campos	18°58'18" S - 45°05'54" O	Pompéu/MG	Direita
<u>Médio</u>			
Grande	15°30'27" S - 44°17'04" O	Pedras de Maria Cruz/MG	Direita
Curral de Varas	15°03'09" S - 44°02'00" O	Itacarambi/MG	Esquerda
Mocambo	14°19'40" S - 43°43'37" O	Malhada/BA	Direita

Tabela 2. Quantidade e comprimento dos espécimes de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) coletados em lagoas da bacia do rio São Francisco: número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; e respectivas faixas de tamanho.

Locais de coleta (lagoas)	Período de coleta	N	NF	NM	CTM	Amplitude
<u>Alto</u>						
Porcos	Setembro/2016	6	3	3	16.3	14.0 – 19.0
Batatas	Setembro/2018	27	6	21	18.0	15.5 – 23.0
Feia	Junho/2011	7	6	1	24.8	23.0 – 29.0
Piranhas	Junho/2011	13	11	2	17.7	15.0 – 20.0
Silva Campos	Outubro/2016	3	3	-	25.3	22.0 – 28.0
<u>Médio</u>						
Grande	Novembro/2008	12	7	5	20.4	16.0 – 26.0
Curral de Varas	Outubro/2007	15	10	5	19.7	15.5 – 25.0
Mocambo	Outubro/2007	23	13	10	20.8	15.0 – 26.0

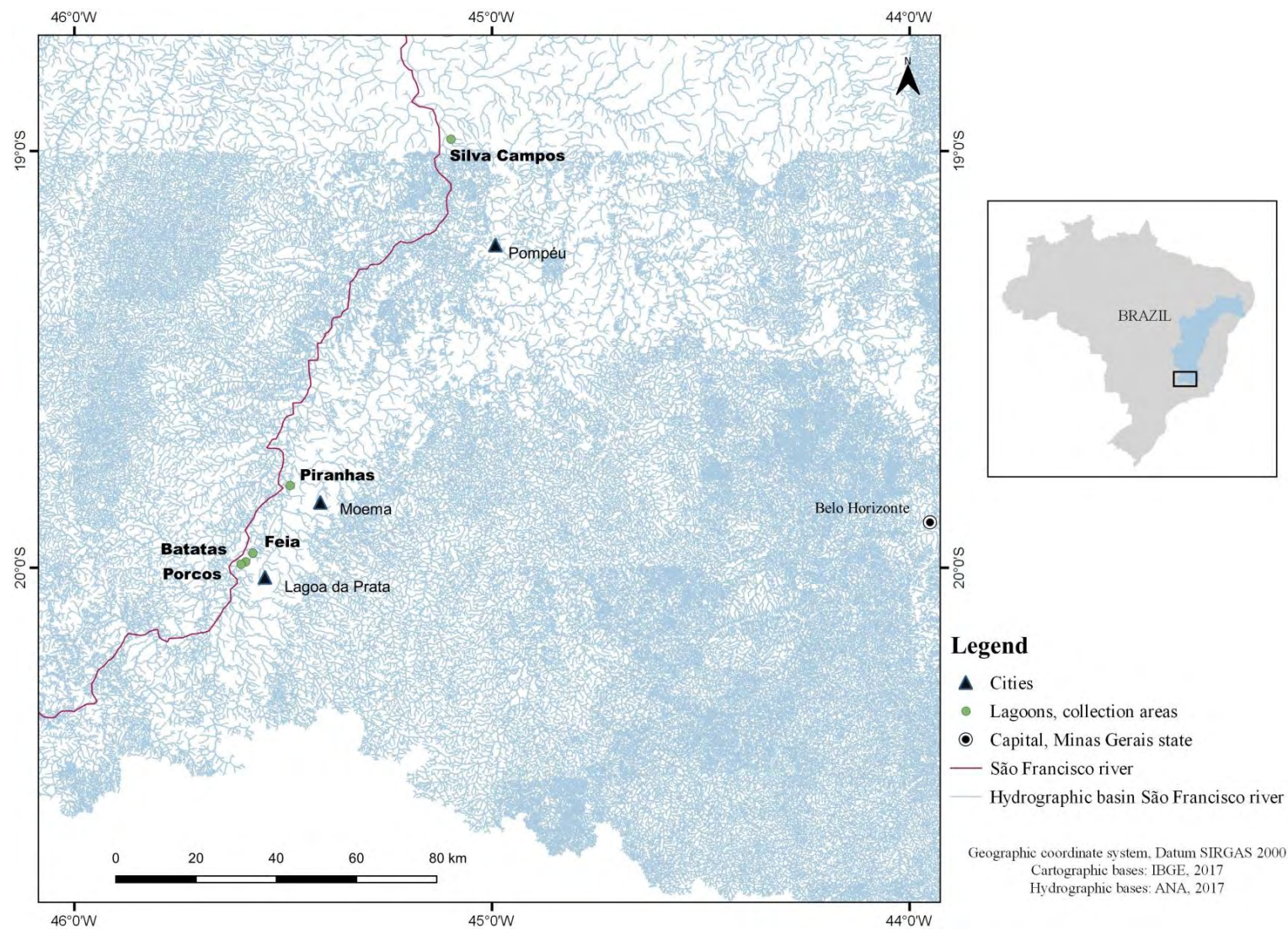


Figura 1. Áreas de coleta (lagoas) de *Acestorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

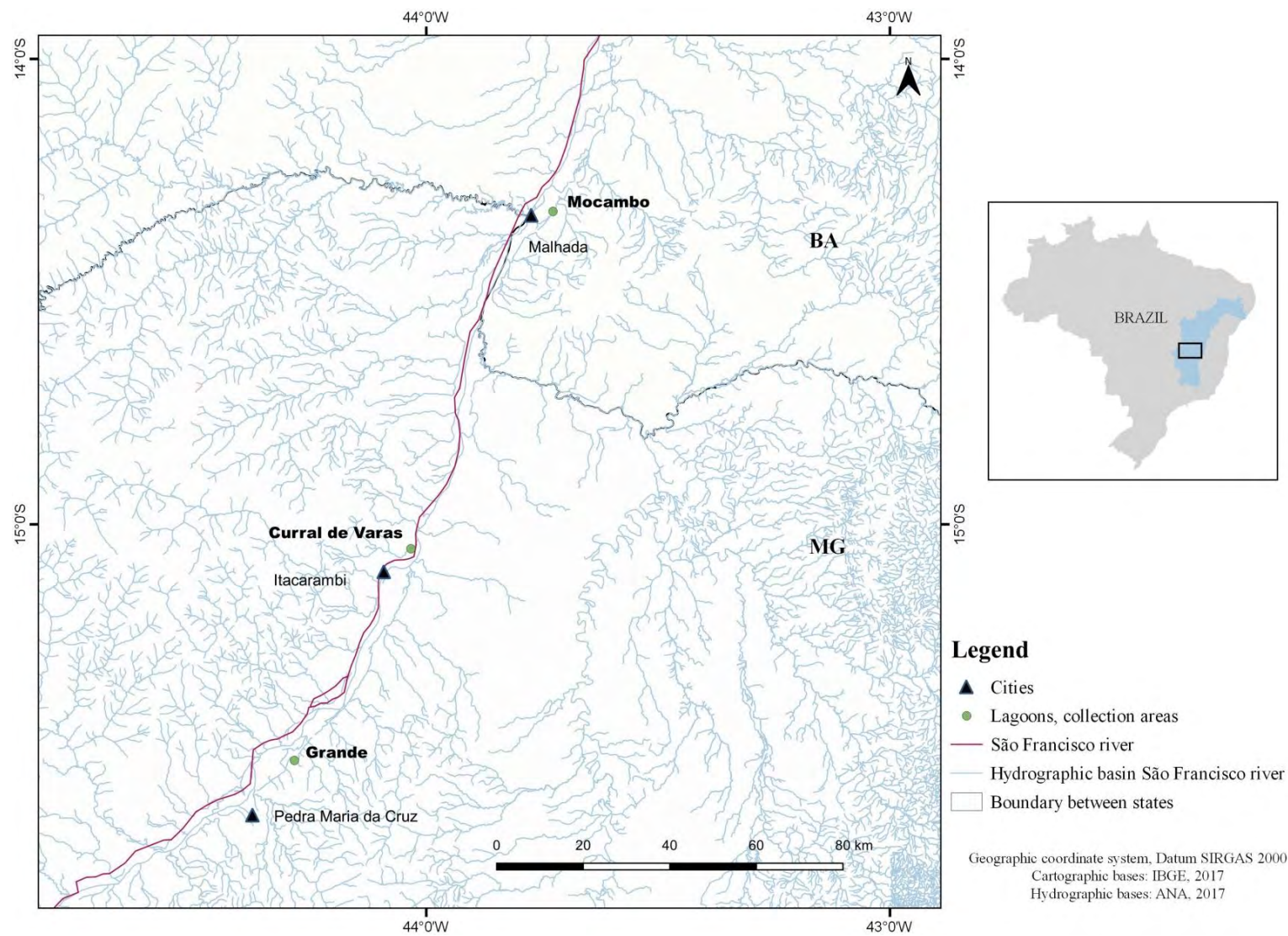


Figura 2. Áreas de coleta (lagoas) de *Acestorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) na bacia do alto e do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

Os peixes foram fixados em formalina a 3%, marcados com dados biométricos e o nome da lagoa (em etiquetas) e acondicionados individualmente em sacos plásticos. Em seguida, foram encaminhados ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos (LABEPAR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, estado do Rio de Janeiro, Brasil, para exame.

O procedimento de fixação e preparação de lâminas temporárias ou permanentes de espécimes parasitários seguiu metodologia padronizada (AMATO et al., 1991). Para identificar e classificar os táxons, foram consultadas as seguintes referências: Kanev et al. (2002) para metacercárias digenéticas; Chervy (2002) e Chambrier et al. (2017) para plerocercoides eucestoides; Amin (1987) para espécimes juvenis de *Acanthocephala*; e Moravec (1998) para larvas, juvenis e adultos de Nematoda.

Espécimes representativos dos parasitos de *A. lacustris* foram depositadas na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, de acordo com a numeração apresentada na seção de resultados deste capítulo (Tabela 3). O espécime representativo do peixe foi depositado no Museu Zoológico da Universidade de São Paulo (MZUSP), Estado de São Paulo, SP, Brasil, sob o número 105.886.

Os descritores ecológicos aplicados aos dados parasitológicos foram preconizados por Bush et al. (1997) e estão descritos a seguir:

Prevalência (P) é a relação do número de hospedeiros infectados por uma determinada espécie de parasito dividido pelo número de hospedeiros examinados (expresso em porcentagem).

Intensidade (I) é o número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito em um único hospedeiro infectado.

Intensidade Média (IM) é o número total de espécimes de uma determinada espécie de parasito dividido pelo número de hospedeiros infectados.

Abundância (A) é o número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito em um hospedeiro, independente de estarem ou não infectados.

Abundância Média (AM) é o número total de espécimes de uma determinada espécie de parasito dividido pelo número total de hospedeiros examinados.

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)** é o quociente entre a variância e a abundância parasitária média, que foi calculado para cada espécie de parasito com a finalidade de determinar o padrão de distribuição da infrapopulação parasitária, sendo sua significância ($d > 1.96$) testada através do teste estatístico d (LUDWING & REYNOLDS, 1988). Segundo estes autores há distribuição agregada ou superdispersa, padrão comum em estudos de parasitos de peixes, quando o valor do ID é maior do que um; há distribuição uniforme, quando o índice de dispersão é menor que um; há distribuição aleatória (distribuição de Poisson) quando o ID é igual a um.

Nos testes estatísticos foram incluídas somente as espécies de parasitos com prevalência igual ou superior a 10% (BUSH et al., 1990). Os descritores (prevalência, intensidade e abundância parasitária), bem como os termos ecológicos

A normalidade dos dados foi testada automaticamente no programa GraphPad Prism 9.2.0, por Kolmogorov-Smirnov, antes de cada teste subsequente realizado.

O teste ***t* de Student** foi utilizado para verificar possíveis diferenças no comprimento total entre os hospedeiros machos e fêmeas; o **coeficiente de correlação de Pearson (*r*)** avaliou a correlação entre a prevalência parasitária, com prévia transformação angular dos dados ($\arcsin \sqrt{x}$) em relação às classes de tamanho dos hospedeiros estimadas pela fórmula de Sturges (STURGES, 1926); o **coeficiente de correlação por postos de Spearman (*r_s*)** foi usado para avaliar possíveis correlações entre o comprimento total e a abundância do hospedeiro; o **teste Qui-quadrado** com correção de Yate's (χ^2 Yates) e o **teste exato de Fisher (*F(p)*)**, com tabela de contingência 2x2, foram usados para determinar a influência do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência dos parasitos; **teste (*U*) de Mann-Whitney** com aproximação normal (***Z***) foi aplicado para avaliar a abundância parasitária em relação ao sexo dos hospedeiros.

Esses testes foram aplicados apenas a espécies de duas comunidades helmínticas (lagoas de Batatas e Mocambo), das quais foram examinados mais de vinte exemplares de peixes. O nível de significância estatística adotado foi $p < 0,05$ (ZAR, 1996).

3. Resultados

3.1 Estrutura da comunidade parasitária

No total, foram identificadas dezoito espécies de endoparasitos helmínticos nas comunidades parasitárias de *A. lacustris* de oito lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco. Dois táxons do filo Platyhelminthes foram identificados: uma metacercária de *Clinostomum* sp. (Trematoda; Clinostomidae) e larvas plerocercoides de Eucestoda (Proteocephalidae gen. sp.); um táxon do filo Acanthocephala: Quadrigyridae - *Quadrigyrus* sp.; e quinze táxons do filo Nematoda: Acanthocheilidae - *Brevimulticaecum* sp.; Anisakidae –

Contracaecum sp. Tipo 1, *Contracaecum* sp. Tipo 2 e *Hysterothylacium* sp.; Gnathostomatidae - *Gnathostoma* sp., e *Spiroxys* sp.; Capillariidae - *Freitascapillaria* sp., *Paracapillaria piscicola* e espécie não identificada de Capillariidae gen. sp.1; Camallanidae – *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii*, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* e *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *saofranciscensis*; Guyanemidae - *Travassosnema travassosi paranaensis*; e Cystidicolidae - *Cystidicoloides fischeri* e *Spinitectus rodolphiheringi* (Tabela 3).

Quatorze espécies de helmintos foram encontradas em cinco lagoas da bacia do alto São Francisco e doze espécies em três lagoas do médio São Francisco. Os índices parasitários, locais e estágios de desenvolvimento das espécies parasitárias registrados em *A. lacustris* por lagoa e sua localização no alto ou médio rio São Francisco estão listados na Tabela 3.

Entre os endoparasitos larvais identificados, Proteocephalidae gen. sp. e *Contracaecum* sp. Tipo 1 ocorreu em oito lagoas com altos índices parasitários (prevalência chegando a 100% em quatro e três comunidades, respectivamente) com altos valores de abundância, em comparação com as demais espécies de parasitos das comunidades encontradas. Essas duas espécies foram seguidas por *Contracaecum* sp. Tipo 2, *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp., que ocorreram em seis, cinco e quatro lagoas, respectivamente, com prevalência geralmente superior a 10%. *Clinostomum* sp., *Quadrigyus* sp., *Brevimulticaecum* sp. e *Gnathostoma* sp. foram encontrados parasitando um único espécime de *A. lacustris* das lagoas Grande, Mocambo e Curral de Varas (todas na bacia do médio São Francisco), respectivamente, com prevalência abaixo de 10% e abundância média abaixo de 1,0 (Tabela 3).

Entre os endohelmintos juvenis e adultos representados por nematoides, *Travassosnema t. paranaensis* se destaca. Isso ocorreu em oito lagoas, nas quais a prevalência mínima registrada foi superior a 50% (chegando a 100% dos peixes em três lagoas da bacia do alto rio São Francisco), com abundância mínima de 2,7 espécimes por peixe infectado. Esta espécie foi seguida por *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus*, que foi registrada em seis lagoas, com prevalência superior a 10% em quatro delas. *Cystidicoloides fischeri* ocorreu nas comunidades de três lagoas: duas no alto e uma no médio São Francisco; e *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis* ocorreram em duas lagoas da bacia do médio São Francisco. Para cada uma delas, foi encontrada prevalência acima de 10% em uma única lagoa, no alto e médio rio São Francisco, respectivamente (Tabela 3).

Dentre essas dezoito espécies componentes das comunidades parasitárias de peixes-cachorros das lagoas da bacia do rio São Francisco, seis (*Quadrigyus* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (*S.*) *hilarii* e *S. rodolphiheringi*) e três espécies de helmintos (*Clinostomum* sp., *Brevimulticaecum* sp. e *Gnathostoma* sp.) foram

exclusivas de lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, respectivamente. As outras nove espécies ocorreram nas lagoas de ambos os trechos da bacia (Tabela 3).

Sete espécies foram compartilhadas entre duas comunidades de helmintos na maior amostragem de *A. lacustris* do alto (lagoa de Batatas) e médio (lagoa de Mocambo) da bacia do rio São Francisco: quatro espécies com prevalência acima de 10% (*Proteocephalidae* gen. sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Travassosnema t. paranaensis*); uma espécie, *Hysterothylacium* sp., com prevalência inferior a 10% na lagoa de Mocambo; e duas espécies, *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *C. fischeri*, com prevalência inferior a 10% em ambas as lagoas (Tabela 3).

Tabela 3. Ocorrência de espécies de endoparasitos, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (cavidade abdominal - CA; estômago - E; intestino - I; cecos intestinais - CI; fígado - F), em *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) de lagoas do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Endoparasites species	CHIOC	Indexes			Site	Localities (lagoons)	
		P	IM ± DP	AM ± DP			
Platyhelminthes (Larvas)							
Clinostomidae							
<i>Clinostomum</i> sp. (metacercária)	39106	8%	1.00	0.08 ± 0.29	CA	Grande	Médio
Proteocephalidae							
Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)	.	100%	101.70 ± 75.48	101.70 ± 75.48	CA; CI	Porcos	Alto
	.	22%	20.83 ± 12.86	4.63 ± 10.09	CA; CI	Batatas	Alto
	.	100%	224.30 ± 149.87	224.30 ± 149.87	CA; CI	Feia	Alto
	39123	77%	420.00 ± 221.16	323.10 ± 265.72	CA; CI	Piranhas	Alto
	.	33%	10.00	3.33 ± 5.77	CA; CI	Silva Campos	Alto
	.	100%	281.70 ± 137.70	281.70 ± 137.70	CA; CI	Grande	Médio
	39122	100%	858.60 ± 699.94	858.60 ± 699.94	CA; CI	Curral de Varas	Médio
	39124	87%	187.00 ± 135.03	162.61 ± 141.04	CA; CI	Mocambo	Médio
Acanthocephala (Juvenil)							
Quadrigyridae							
<i>Quadrigyrus</i> sp.	.	4%	1.00	0.04 ± 0.19	CA	Batatas	Alto
Nematoda (Larvas)							
Acanthocheilidae							
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	39107	4%	1.00	0.04 ± 0.21	CA	Mocambo	Médio
Anisakidae							
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	39150	33%	15.50 ± 13.44	5.17 ± 10.01	CA	Porcos	Alto
	39152	85%	5.43 ± 4.91	4.63 ± 4.95	CA	Batatas	Alto
	39151	100%	14.57 ± 24.76	14.57 ± 24.76	CA	Feia	Alto

	39145	100%	11.69 ± 6.13	11.69 ± 6.13	CA	Piranhas	Alto
	39146	100%	8.33 ± 6.66	8.33 ± 6.66	CA	Silva Campos	Alto
	39149	67%	1.75 ± 0.71	1.17 ± 1.03	CA	Grande	Médio
	39147	53%	1.63 ± 1.06	0.87 ± 1.13	CA	Curral de Varas	Médio
	39148	87%	15.00 ± 17.31	13.04 ± 16.90	CA; CI; F	Mocambo	Médio
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2	39143	4%	1.00	0.04 ± 0.19	CA	Batatas	Alto
	39144	14%	1.00	0.14 ± 0.38	CA	Feia	Alto
	39141	8%	1.00	0.08 ± 0.28	CA	Piranhas	Alto
	39140	33%	1.00	0.33 ± 0.58	CA	Silva Campos	Alto
	30139	17%	1.00	0.17 ± 0.39	CA	Grande	Médio
	39142	7%	1.00	0.07 ± 0.26	CA	Curral de Varas	Médio
<i>Hysterothylacium</i> sp.	39128	44%	3.92 ± 4.58	1.74 ± 3.58	CA	Batatas	Alto
	.	14%	3.00	0.43 ± 1.13	CA	Feia	Alto
	39126	33%	1.00	0.33 ± 0.58	CA	Silva Campos	Alto
	39127	20%	1.33 ± 0.58	0.27 ± 0.59	CA; E	Curral de Varas	Médio
	39125	9%	2.50 ± 2.12	0.22 ± 0.85	CA	Mocambo	Médio
Gnathostomatidae							
<i>Gnathostoma</i> sp.	39108	7%	1.00	0.07 ± 0.26	E	Curral de Varas	Médio
<i>Spiroxys</i> sp.	39130	59%	2.56 ± 2.19	1.52 ± 2.10	CA	Batatas	Alto
	39129	33%	3.00	1.00 ± 1.73	CA	Silva Campos	Alto
	39132	7%	1.00	0.07 ± 0.26	CA	Curral de Varas	Médio
	39131	39%	2.56 ± 2.24	1.00 ± 1.86	CA; CI	Mocambo	Médio
Nematoda (Juvenis/Adultos)							
Capillariidae							
<i>Freitascapillaria</i> sp.	39109	14%	1.00	0.14 ± 0.38	CA	Feia	Alto
<i>Paracapillaria piscícola</i>	39110	14%	2.00	0.29 ± 0.76	CA	Feia	Alto
Capillariidae gen. sp.1	39111; 39112	29%	1.00	0.29 ± 0.49	CA; E	Feia	Alto
Camallanidae							

<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i>	39117; 39118	26%	2.00 ± 0.82	0.52 ± 0.98	E; I; CI	Batatas	Alto
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	39138	4%	1.00	0.04 ± 0.19	I	Batatas	Alto
	.	14%	1.00	0.14 ± 0.38	I	Feia	Alto
	39133; 39134	33%	2.00	0.67 ± 1.15	I	Silva Campos	Alto
	39137	17%	2.00 ± 1.41	0.33 ± 0.89	CI	Grande	Médio
	39136	13%	1.50 ± 0.71	0.20 ± 0.56	I	Curral de Varas	Médio
	39135	4%	1.00	0.04 ± 0.21	CI	Mocambo	Médio
<i>Procamallanus (S.) saofranciscensis</i>	39115	8%	3.00	0.25 ± 0.87	I	Grande	Médio
	39116	22%	2.00 ± 1.00	0.43 ± 0.95	I; CI	Mocambo	Médio
Guyanemidae							
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	39155	100%	10.17 ± 6.88	10.17 ± 6.88	CA	Porcos	Alto
	39161	74%	5.25 ± 2.84	3.89 ± 3.38	CA	Batatas	Alto
	39158a; 39158b	100%	9.86 ± 11.99	9.86 ± 11.99	CA	Feia	Alto
	39156	92%	11.33 ± 7.08	10.46 ± 7.47	CA	Piranhas	Alto
	39153	100%	3.33 ± 1.53	3.33 ± 1.53	CA	Silva Campos	Alto
	39154a; 39154b	92%	3.82 ± 2.60	3.50 ± 2.71	CA	Grande	Médio
	39159; 39160	80%	6.17 ± 6.26	4.93 ± 6.11	CA	Curral de Varas	Médio
	39157	52%	5.17 ± 4.34	2.70 ± 4.05	CA; CI	Mocambo	Médio
Cystidicolidae							
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	39121	7%	7.00 ± 1.41	0.52 ± 1.89	CA	Batatas	Alto
	39120	29%	3.00 ± 1.41	0.86 ± 1.57	CA; CI	Feia	Alto
	39119	9%	1.00	0.09 ± 0.29	CI; CA	Mocambo	Médio
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	39113; 39114	67%	2.50 ± 0.71	1.67 ± 1.53	CA; E	Silva Campos	alto

As espécies mais dominantes na bacia do alto São Francisco foram Proteocephalidae gen. sp. nas lagoas Piranhas (valor de frequência de dominância = 10), Feia (7) e Porcos (6); *Travassosnema t. paranaensis* na lagoa Batatas (9); e *Contracaecum* sp. Tipo₁ na lagoa Silva Campos (2). Proteocephalidae gen. sp. também foi o táxon mais dominante nas três lagoas do médio São Francisco, com valores de frequência de dominância de 20 em Mocambo, 15 em Curral de Varas e 12 em Grande. Todas as espécies que tiveram resultado estatisticamente significativo no teste *d* apresentaram distribuição agregada (Tabela 4).

Tabela 4. Frequência de dominância (FD), frequência de dominância compartilhada (FDC), dominância relativa média (DRM), desvio padrão (DP), índice de dispersão (ID) com padrão de distribuição (< 1,00 - agregado; > 1,00 - uniforme; = 1,00 - aleatória) e teste estatístico *d* (*d*), referente a *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) de lagoas marginais do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Espécies de endoparasitos	FD	FDC	DRM±DP	Índice de dispersão			Locais	
				ID	Distribuição	d		
Platyhelminthes (Larvas)								
Proteocephalidae								
Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)	6	0	0.878 ± 0.063	56.03	Agregada	20.67*	Porcos	Alto
	5	0	0.134 ± 0.270	21.98	Agregada	26.67*	Batatas	Alto
	7	0	0.850 ± 0.146	100.15	Agregada	31.35*	Feia	Alto
	10	0	0.715 ± 0.411	218.54	Agregada	99.46*	Piranhas	Alto
	0	0	0.104 ± 0.180	10.00	Agregada	4.59*	Silva Campos	Alto
	12	0	0.976 ± 0.018	67.32	Agregada	33.90*	Grande	Médio
	15	0	0.985 ± 0.014	570.59	Agregada	121.20*	Curral de Varas	Médio
	20	0	0.789 ± 0.322	122.34	Agregada	66.81*	Mocambo	Médio
Nematoda (Larvas)								
Anisakidae								
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	0	0	0.027 ± 0.042	19.39	Agregada	10.92*	Porcos	Alto
	7	2	0.338 ± 0.313	5.30	Agregada	9.46*	Batatas	Alto
	0	0	0.044 ± 0.047	42.07	Agregada	19.15*	Feia	Alto
	0	0	0.089 ± 0.143	3.21	Agregada	3.99*	Piranhas	Alto
	2	0	0.408 ± 0.096	5.32	Agregada	2.88*	Silva Campos	Alto
	0	0	0.007 ± 0.009	0.91	Uniforme	0.11	Grande	Médio

	0	0	0.002 ± 0.003	1.46	Agregada	1.20	Curral de Varas	Médio
	2	0	0.138 ± 0.0262	21.90	Agregada	24.48*	Mocambo	Médio
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2	0	0	0.000 ± 0.001	1.00	Aleatória	0.15	Feia	Alto
	0	0	0.010 ± 0.018	1.00	Aleatória	0.27	Silva Campos	Alto
	0	0	0.000 ± 0.001	0.91	Uniforme	0.11	Grande	Médio
<i>Hysterothylacium</i> sp.	2	0	0.044 ± 0.077	7.36	Agregada	12.42*	Batatas	Alto
	0	0	0.001 ± 0.003	3.00	Agregada	2.68*	Feia	Alto
	0	0	0.026 ± 0.44	1.00	Aleatória	0.27	Silva Campos	Alto
	0	0	0.001 ± 0.001	1.32	Agregada	0.89	Curral de Varas	Médio
Gnathostomatidae								
<i>Spiroxys</i> sp.	2	0	0.121 ± 0.201	2.91	Agregada	5.15*	Batatas	Alto
	0	0	0.031 ± 0.054	3.00	Agregada	1.73	Silva Campos	Alto
	0	0	0.006 ± 0.011	3.45	Agregada	5.77*	Mocambo	Médio
Nematoda (Juvenis/Adultos)								
Capillariidae								
<i>Freitascapillaria</i> sp.	0	0	0.002 ± 0.004	1.00	Aleatória	0.15	Feia	Alto
<i>Paracapillaria piscicola</i>	0	0	0.002 ± 0.004	2.00	Agregada	1.58	Feia	Alto
Capillariidae gen. sp.1	0	0	0.001 ± 0.002	0.83	Uniforme	0.15	Feia	Alto
Camallanidae								
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>hilarii</i>	0	0	0.030 ± 0.076	1.84	Agregada	2.63*	Batatas	Alto
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	0	0	0.001 ± 0.002	1.00	Aleatória	0.15	Feia	Alto
	0	0	0.056 ± 0.096	2.00	Agregada	1.10	Silva Campos	Alto
	0	0	0.002 ± 0.004	2.36	Agregada	2.63*	Grande	Médio
	0	0	0.001 ± 0.002	1.57	Agregada	1.44	Curral de Varas	Médio
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>saofranciscensis</i>	0	0	0.004 ± 0.012	2.05	Agregada	2.95*	Mocambo	Médio
Guyanemidae								
<i>Travassosnema travassosi</i>	0	0	0.095 ± 0.036	4.66	Agregada	3.83*	Porcos	Alto
<i>paranaensis</i>	9	2	0.326 ± 0.277	2.93	Agregada	5.21*	Batatas	Alto
	0	0	0.097 ± 0.146	14.59	Agregada	9.91*	Feia	Alto

	3	0	0.119 ± 0.218	5.33	Agregada	6.52*	Piranhas	Alto
	1	0	0.232 ± 0.162	0.70	Uniforme	0.06	Silva Campos	Alto
	0	0	0.015 ± 0.012	2.10	Agregada	2.22*	Grande	Médio
	0	0	0.012 ± 0.012	7.57	Agregada	9.36*	Curral de Varas	Médio
	0	0	0.020 ± 0.029	6.09	Agregada	9.81*	Mocambo	Médio
Cystidicolidae								
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0	0	0.002 ± 0.004	2.89	Agregada	2.57*	Feia	Alto
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	0	0	0.132 ± 0.119	1.40	Agregada	0.63	Silva Campos	Alto

*valores significativos > 1,96

3.2. Dados sobre sexo e comprimento total dos hospedeiros

As fêmeas de *A. lacustris* coletadas na bacia do alto e médio rio São Francisco foram maiores que os machos em três lagoas: Batatas ($t = 4,385$; $p = 0,001$), Grande ($t = 2,899$; $p = 0,015$) e Mocambo ($t = 3,297$; $p = 0,003$).

Nas demais lagoas, embora as fêmeas também fossem maiores que os machos, essa diferença não foi significativa (Porcos: $t = 0,730$; $p = 0,498$; Feia: $t = 0,104$; $p = 0,921$; Piranhas: $t = 0,357$; $p = 0,728$; Curral de Varas: $t = 2,016$; $p = 0,063$).

Na lagoa Silva Campos apenas fêmeas foram coletadas, portanto não foi possível avaliar a relação desses parâmetros.

3.3. Influência do comprimento total e do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência e abundância parasitárias

Contracaecum Tipo 1 foi mais abundante nos peixes maiores ($rs = 0,669$; $p = 0,001$) e nas fêmeas ($U = 19,00$; $p = 0,003$) da lagoa de Mocambo.

Hysterothylacium sp. foi mais abundante nos peixes menores ($rs = -0,459$; $p = 0,016$) da lagoa Batatas, sem correlação com o sexo dos hospedeiros.

Os índices parasitários registrados para as demais espécies parasitárias analisadas no presente estudo não foram influenciados pelo comprimento total e sexo de *A. lacustris* (Tabela 5).

Tabela 5. Análise dos índices parasitários, quanto à possível influência do comprimento total (r = coeficiente de correlação de Pearson; rs = coeficiente de correlação de Spearman) e sexo (X^2 = qui-quadrado com correção de Yates; $F(p)$ = teste exato de Fisher; e U = teste U de Mann - Whitney), em *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) coletado na bacia do alto (lagoa de Batatas, estado de Minas Gerais, MG) e médio rio São Francisco (lagoa de Mocambo, estado da Bahia, BA).

Espécies de endoparasitos	Comprimento total				Sexo					Locais (lagoas)	
	Prevalência		Abundância		Prevalência		Abundância				
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>rs</i>	<i>p</i>	<i>X</i> ²	<i>p</i>	<i>F</i> (<i>p</i>)	<i>U</i>	<i>p</i>		
Platyhelminthes (Larvas)											
Proteocephalidae											
Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)	-0.473	0.343	-0.288	0.145	0.003	0.095	>0.999	52.50	0.358	Batatas	Alto
	-0.354	0.492	-0.256	0.239	0.145	0.704	>0.999	46.00	0.247	Mocambo	Médio
Nematoda (Larvas)											
Anisakidae											
Contracaecum sp. Tipo 1	0.401	0.430	0.158	0.430	0.018	0.895	>0.999	48.50	0.410	Batatas	Alto
	0.282	0.589	0.669	0.001*	2.230	0.135	0.069	19.00	0.003*	Mocambo	Médio
Hysterothylacium sp.	-0.774	0.071	-0.460	0.016*	1.181	0.277	0.182	36.50	0.105	Batatas	Alto
Gnathostomatidae											
Spiroxys sp.	-0.556	0.252	-0.033	0.869	0.003	0.958	0.662	59.00	0.837	Batatas	Alto
	-0.676	0.140	-0.346	0.106	0.006	0.940	>0.999	64.50	>0.999	Mocambo	Médio
Nematoda (Juvenis/Adultos)											
Camallanidae											
Procamallanus (S.) hilarii	-0.545	0.296	-0.068	0.738	0.003	0.953	>0.999	53.00	0.411	Batatas	Alto
Procamallanus (S.) saofranciscensis	-0.353	0.493	-0.026	0.905	0.472	0.492	0.339	51.50	0.254	Mocambo	Médio
Guyanemidae											
Travassosnema travassosi paranaensis	-0.056	0.916	-0.006	0.977	0.220	0.639	0.633	56.60	0.717	Batatas	Alto
	-0.071	0.894	0.328	0.127	0.365	0.546	0.414	50.00	0.337	Mocambo	Médio

*valores significativos (nível de significância $p < 0.05$)

4. Discussão

A dieta de *A. lacustris*, neste estudo, se consistiu principalmente de peixes, reforçando assim os relatos anteriores sobre o hábito piscívoro de peixes acestrorínquideos na bacia do rio São Francisco (GOMES & VERANI, 2003; POMPEU & GODINHO, 2003; LUZ et al., 2009; ROCHA et al., 2011). Bell & Burt (1991) mencionaram que os peixes piscívoros abrigam mais espécies de endoparasitas do que os não piscívoros, pois sua dieta inclui espécies menores de peixes (forrageiras), que anteriormente se infectaram. Peixes menores atuaram como hospedeiros intermediários ou paratênicos para grupos de parasitas, especialmente nematoides na bacia do alto rio São Francisco (COSTA et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2016).

No presente estudo, como esperado, *A. lacustris* foi um predador piscívoro que atuou como hospedeiro definitivo de nove espécies de endoparasitos (*Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Travassosnema t. paranaensis*, *C. fischeri* e *S. rodolphiheringi*). No entanto, a comunidade parasitária de *A. lacustris* também incluiu nove espécies de helmintos (50%) na fase larval, algumas delas com altos índices (abundância e prevalência). Isso destaca a importância de *A. lacustris* também como hospedeiro intermediário ou paratênico.

Peixes piscívoros parasitados por larvas de helmintos podem ser predados por grandes vertebrados (aves, mamíferos e répteis) que vivem ou visitam as lagoas. Isso aumenta a disponibilidade dos respectivos hospedeiros definitivos para esses helmintos e a oportunidade que esses helmintos têm de alcançá-los. No entanto, os nichos parasitários invasivos (autonomamente, ou através de hospedeiros intermediários ou paratênicos) precisam se sobrepor aos nichos dos hospedeiros, para que a infecção ocorra (ROLBIECKI, 2006). A ocorrência de espécies parasitárias na fase larval, proporcional aos adultos e juvenis, também é indicativo dessa sobreposição no ambiente lagunar.

Dobson & Roberts (1994) confirmam estudos anteriores que sugerem que graus crescentes de agregação são cruciais para permitir que várias espécies de parasitos coexistam em uma mesma espécie de hospedeiro. No presente estudo, as espécies Proteocephalidae gen. sp., *Contracaecum* sp. Tipo1, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Travassosnema t. paranaensis* e *C. fischeri* cujos testes estatísticos d foram significativos, apresentaram o padrão típico de distribuição agregada. Isso tende a aumentar a estabilidade na relação parasito-hospedeiro para alcançar o sucesso reprodutivo dos parasitos, pois quanto maior o nível de

agregação dos parasitos, menores são as taxas de patogenicidade e mortalidade dos hospedeiros induzidas pelos parasitos (ZUBEN, 1997).

Espécimes maduros de proteocefalídeos foram registrados nas seguintes espécies de peixes predadores do alto São Francisco: Characiformes - *Salminus brasiliensis* (= *Salminus franciscanus*) (BRASIL-SATO, 2003); Siluriformes - *Pseudoplatystoma corruscans* (BRASIL-SATO, 2003); e Perciformes - *Cichla kelberi* (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014). Plerocercoides foram relatados em muitas espécies de peixes no alto rio São Francisco: Characiformes - *Prochilodus argenteus* (MONTEIRO et al., 2009), *P. piraya* (SANTOS-CLAPP et al., 2022), *Salminus hilarii* (DUARTE et al., 2016), *Tetragonopterus chalceus* e *Triportheus guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016); e Siluriformes - *Pimelodus maculatus* (BRASIL-SATO, 2003) e *Pimelodus pohli* (SABAS & BRASIL-SATO, 2014). Em *A. lacustris*, que é um predador experiente, apenas as larvas desses proteocefalídeos faziam parte de sua comunidade parasitária, mas com índices elevados e estas foram dominantes nas comunidades de seis das oito lagoas amostradas na bacia do alto e médio rio São Francisco.

Espécimes larvais de *Rhabdochona* (R.) *acuminata* e *Rhabdochona* sp. foram registrados na cavidade abdominal de algumas espécies de peixes do alto São Francisco (BRASIL-SATO, 2003; BRASIL-SATO & SANTOS, 2005; COSTA et al., 2011; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014; ALBUQUERQUE et al., 2016). Isso indica que esta espécie de nematoídeo não é específica a uma determinada espécie de hospedeiro nesta fase de desenvolvimento. A ocorrência de espécimes adultos de *Rhabdochona* (R.) *acuminata* em *A. britskii* e *A. lacustris* do reservatório de Três Marias, no alto rio São Francisco, foi registrado por Costa et al. (2011) e sua ausência nos espécimes de *A. lacustris* das lagoas do presente estudo é indicativo de que a riqueza estimada para essas comunidades parasitárias lagunares pode ser ainda maior do que a encontrada aqui. A ausência de espécimes juvenis ou adultos desses nematoides pode ter sido devido ao pequeno número de hospedeiros definitivos coletados em algumas lagoas (por exemplo, Porcos, Feia e Silva Campos), ou porque os peixes forrageiros nas lagoas não estavam infectados com larvas de rabdoconídeos na época de amostragem desses peixes.

Além das descrições e registros no alto São Francisco, também foram encontrados endohelmintos parasitando *A. lacustris* em outras localidades: *T. travassosi* (Nematoda) no rio Tibagi, Paraná (SILVA-SOUZA & SARAIVA, 2002); *Clinostomum* sp. e *Rhipidocotyle gibsoni* (Digenea), *Quadrigyus torquatus* Van Cleave, 1920 (Acanthocephala) e *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Contracaecum* sp. Tipo 2, *Contracaecum* sp., *Eustrongylides* sp. e *Procamallanus* sp. (Nematoda) em lagoas marginais do alto rio Paraná (CARVALHO et al.,

2003); Philometridae gen. sp. (Nematoda) (TAKEMOTO et al., 2009); *Philonema* sp. “A” de Buhrnheim, 1976, e *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis* (Nematoda) (EIRAS et al., 2010); e *A. compactum* (Digenea), Cestoda fam. gen. sp. e Onchoproteocephalidea gen. sp. (LEHUN et al., 2020) na bacia do alto rio Paraná, que é outra bacia natural para este hospedeiro.

Silva-Júnior et al. (2011) registraram o parasitismo de larvas de Anisakidae em espécimes de *A. lacustris* coletados em uma área de proteção ambiental do rio Curiaú, Macapá, estado do Amapá, representadas por: *Contracaecum* spp. e *Hysterothylacium* sp. e por representantes de Gnathostomatidae (*Gnathostoma* sp.), que também foram coletados nos “peixes-cachorros” do presente estudo. Estes merecem atenção devido ao potencial risco zoonótico. No rio do Peixe, estado de São Paulo, Abdallah et al. (2012) reportaram *Contracaecum* sp., *Diectophyme renale*, *Philometroides caudata*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *neocaballeroi* e *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis* enquanto Camargo et al. (2015) registraram *Ascocotyle* sp., Diplostomidae gen. sp. e *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea), *Contracaecum* sp., *P. caudata*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis* (Nematoda). No rio Batalha, em São Paulo, foram registrados: *A. compactum*, *B. major*, *R. santanaensis* e *R. gibsoni* (Digenea), Capillariidae gen. sp., *Contracaecum* sp., *Goezia brasiliensis*, *Guyanema raphiodoni*, *T. travassosi*, *P. caudata*, *Spiroxys contortus*, *Heliconema* sp. e *Procamallanus* (S.) *inopinatus* (Nematoda) (PEDRO et al., 2016a); *R. santanaensis* (Digenea) (PEDRO et al., 2016b) e *Contracaecum* sp. como bioindicador de poluição por metais (LEITE et al., 2017).

Os registros parasitários relativos à *A. lacustris* incluem principalmente espécies de nematoides (larvas e adultos), seguidos por digenéticos. No presente estudo, a comunidade helmíntica incluiu elevada presença de nematoides (riqueza e abundância), mas em relação aos digenéticos, apenas um espécime de *Clinostomum* sp. foi coletado, da cavidade abdominal de *A. lacustris* da lagoa Grande. Este resultado, com ausência de espécimes adultos de Digenea e Eucestoda na comunidade parasitária de *A. lacustris*, reflete a possibilidade de que os itens alimentares disponíveis, que formavam as prováveis presas de *A. lacustris*, não incluíssem moluscos gastrópodes ou invertebrados aquáticos como hospedeiros intermediários nos ciclos evolutivos desses parasitos. Pode até refletir a possibilidade de que formas infectantes dessas espécies evoluam para usar hospedeiros definitivos que não sejam “peixes-cachorros” (como por exemplo, Proteocephalidae gen. sp.).

O maior número de espécies de helmintos (dez espécies) foi encontrado nas comunidades parasitárias das lagoas Batatas e Feia (bacia do alto rio São Francisco), nas quais a riqueza das infracomunidades variou de uma a seis espécies entre os vinte e sete peixes

infectados e de três a seis espécies entre os sete peixes infectados, respectivamente. Outra comunidade que se destacou foi a lagoa Silva Campos (bacia do alto rio São Francisco), com oito espécies de parasitas em apenas três peixes infectados, em que a riqueza de infracomunidades variou de quatro a cinco espécies de parasitas por hospedeiro.

Em duas lagoas, Feia e Silva Campos, o número de peixes examinados foi baixo (sete e três peixes, respectivamente) e os peixes foram maiores do que nas outras lagoas estudadas (comprimento total médio = 24,8 e 25,3 cm, respectivamente). A comunidade parasitária de *A. lacustris* da lagoa de Mocambo (bacia do médio São Francisco) apresentou a maior riqueza da infracomunidade parasitária (uma a sete espécies de helmintos por peixe) e apresentou nove espécies de helmintos.

As comunidades parasitárias de *A. lacustris* dessas lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco são estruturadas por espécies constantes que são compartilhadas com altos índices parasitários. *Travassosnema travassosi* é uma espécie cujos exemplares adultos estão bem correlacionados com hospedeiros acestrorínquideos (Cypriniformes): no rio São Francisco, Minas Gerais (COSTA et al., 1991); no rio Tibagi, Paraná (SILVA-SOUZA & SARAIVA, 2002); e no rio Batalha, São Paulo (PEDRO et al., 2016a).

Além disso, foi possível detectar espécies raras (por exemplo, *Brevimulticaecum* sp. e *Gnathostoma* sp.) nas comunidades das lagoas ao longo da bacia, mesmo com a limitação amostral apresentada neste estudo. Batatas e Feia (lagoas do alto São Francisco) e Mocambo (lagoa do médio São Francisco) apresentaram a maior riqueza das comunidades parasitárias de *A. lacustris*. Pelas características inerentes às localizações das lagoas Feia e Mocambo, que recebem menor aporte de água da bacia do rio São Francisco, assim como, o fluxo de água para elas é mais raro do que para as outras lagoas. Essa característica regional, aliada ao menor aporte hídrico, altera a densidade das populações de organismos que sobrevivem em seu ambiente e, conseqüentemente, a composição da fauna parasitária e seus índices.

A lagoa Feia não só teve o maior número de espécies registradas (dez), mas também o maior número de espécies de helmintos adultos (seis). Como todos os organismos envolvidos nos ciclos desses parasitos tiveram longos períodos de exposição a eles na mesma área, a transmissão de algumas espécies foi favorecida. A interação e a predação de peixes menores pelos “peixes-cachorros” devem ter facilitado a ocorrência das raras espécies parasitárias detectadas nesta lagoa, como as três espécies de nematoides capilarídeos encontradas (juvenis e adultos), que nunca haviam sido encontradas em peixes do alto rio São Francisco. Essas espécies raras contribuíram para o aumento da riqueza parasitária. A presença de espécies de helmintos juvenis e adultos nas comunidades dessas lagoas também sugere que existe

dinamismo de acúmulo de parasitos, com infecções e reinfecções em curso. Isso dependeria dos ciclos de vida dos parasitos (em muitos casos desconhecidos), dos mecanismos tróficos e das particularidades das lagoas, que precisam ser estudadas com mais detalhes.

5. Conclusões

Este foi o primeiro estudo sobre os parasitos de *A. lacustris* no rio São Francisco e foi pioneiro em estudos sobre parasitos de peixes de lagoas dessa bacia hidrográfica. A composição da comunidade parasitária desses peixes piscívoros, coletados em oito lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, compreendeu dezoito espécies de helmintos (de sete famílias, incluindo Anisakidae e Gnathostomatidae, importantes pelo risco zoonótico, ocorrendo em peixe de importância para manutenção de ecossistema), a partir de ciclos heteroxenos que se estabeleceram através da predação de hospedeiros intermediários por *A. lacustris*.

Houve um mínimo de três espécies compartilhadas (Proteocephalidae gen. sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1 e *Travassosnema t. paranaensis*) entre as comunidades parasitárias nessas lagoas, todas com altos índices parasitários.

A correlação entre *Travassosnema t. paranaensis* e acestrorínquídeos pode ser destacada.

Nove espécies foram registradas pela primeira vez em *A. lacustris*: Proteocephalidae gen. sp., *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapilaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *C. fischeri* e *S. rodolphiheringi*. A distribuição geográfica de seis espécies de nematoides: três espécies de Capillariidae, *Gnathostoma* sp., e *Procamallanus* (S.) *hilarii* (com baixos índices parasitários) e *Travassosnema t. paranaensis*, foi expandida para a bacia do rio São Francisco neste estudo.

A comunidade parasitária de *A. lacustris* de lagoas que margeiam a bacia do alto e médio rio São Francisco reflete a ocorrência de muitas interações biológicas e vários ciclos de vida dos parasitos. As lagoas desta importante bacia hidrográfica brasileira mantêm parte da biodiversidade do bioma Cerrado, e são necessários esforços para ampliar o conhecimento sobre elas. Com base no levantamento atual, pode-se estimar que a riqueza parasitária de *A. lacustris* das lagoas do alto e médio rio São Francisco é ainda maior do que a registrada.

As lagoas têm sido reconhecidas pela sua importância como “berçários” fundamentais para a reprodução de muitas espécies de peixes (SATO & GODINHO, 2003), incluindo os peixes forrageiros dos quais *A. lacustris* se alimenta (POMPEU & GODINHO, 2003). São ecossistemas complexos para os quais a investigação do parasitismo auxilia na compreensão das interações bióticas de suporte que existem.

CAPÍTULO III

**METAZOÁRIOS ENDOPARASITOS DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794)
(ACTINOPTERYGII: ERITHRINIDAE) DA BACIA DO ALTO E MÉDIO RIO SÃO
FRANCISCO, BRASIL**

RESUMO

A fauna endoparasitária de *Hoplias malabaricus*, espécie de importância para a pesca e alimentação humana, do reservatório de Três Marias, rio São Francisco, e de onze lagoas marginais da bacia do alto e do médio rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, foi registrada pela primeira vez. No total, 13 espécies de endoparasitos, de dez famílias diferentes foram encontradas em 147 espécimes de *H. malabaricus* analisados. Os táxons identificados compreenderam representantes dos filos **Apicomplexa** – Calyptosporidae – *Calyptospora* sp. (oocistos); **Platyhelminthes** – Trematoda – Diplostomidae (metacercárias) – *Austrodiplostomum* sp. and *Sphincterodiplostomum musculosum*, Clinostomidae (metacercárias) – *Clinostomum* sp., Gorgoderidae (adultos) – *Phyllodistomum spatula*, e Eucestoda – Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoids larvae); e **Nematoda** – Anisakidae (larvas) – *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2 e *Hysterothylacium* sp., Gnathostomatidae (larvas) – *Spiroxys* sp., Camallanidae (juvenis/adultos) – *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, Guyanemidae (juvenis/adultos) – *Guyanema baudi* e Cystidicolidae (juvenis/adultos) – *Cystidicoloides fischeri*. Proteocephalidae gen. sp. e *Contracaecum* sp. Type 1 foram as espécies que ocorreram no reservatório, rio e em nove das onze lagoas com índices parasitários expressivos. *Cystidicoloides fischeri* é registrado pela primeira vez em *H. malabaricus*. *Guyanema baudi* e *S. musculosum* têm sua distribuição geográfica expandida para a bacia do rio São Francisco.

Palavras-Chave: Anisakidae, Calyptosporidae, Digenea, Gnathostomatidae, Ictioparasitologia de ambiente lagunar, Proteocephalidae.

ABSTRACT

The endoparasitic fauna of *Hoplias malabaricus* (which is a species of paramount importance in the fishing and human food sectors) from Três Marias reservoir, São Francisco river, and from eleven marginal lagoons in upper and middle São Francisco river basin, Brazil, was herein recorded for the first time. In total, 13 endoparasite species belonging to ten different families were found in 147 analyzed *H. malabaricus* specimens. The identified taxa comprised individuals belonging to phyla **Apicomplexa** – Calyptosporidae – *Calyptospora* sp. (oocysts); **Platyhelminthes** – Trematoda – Diplostomidae (metacercariae) – *Austrodiplostomum* sp. and *Sphincterodiplostomum musculosum*, Clinostomidae (metacercariae) – *Clinostomum* sp., Gorgoderidae (adults) – *Phyllodistomum spatula*, and Eucestoda – Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoids larvae); and **Nematoda** – Anisakidae (larvae) – *Contracaecum* sp. Types 1 and 2 and *Hysterothylacium* sp., Gnathostomatidae (larvae) – *Spiroxys* sp., Camallanidae (juveniles/adults) – *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, Guyanemidae (juveniles/adults) – *Guyanema baudi*, and Cystidicolidae (juveniles/adults) – *Cystidicoloides fischeri*. Proteocephalidae gen. sp. and *Contracaecum* sp. Type1 were the species presenting expressive parasitic indexes in the reservoir, in the river and in nine of the eleven lagoons. *Cystidicoloides fischeri* was recorded for the first time in *H. malabaricus*. *Guyanema baudi* and *S. musculosum* had their geographic distribution expanded to São Francisco river basin.

Keywords: Anisakidae, Calyptosporidae, Digenea, Gnathostomatidae, Lagoon environment ichthyoparasitology, Proteocephalidae

1. Introdução

Hoplias malabaricus (Characiformes: Erythrinidae), a “traíra”, é amplamente distribuída em ecossistemas dulcícolas da América do Sul e na maioria das bacias hidrográficas da América Central, distribuindo-se da Costa Rica até a Argentina (FROESE & PAULY, 2022). É espécie avaliada como “Least Concern” na “Red List” de espécies ameaçadas de extinção (LYONS, 2020). O espectro alimentar das traíras varia durante seu desenvolvimento. Alevinos alimentam-se de plâncton, peixes juvenis consomem crustáceos e larvas de artrópodes e outros invertebrados e peixes adultos ou acima de 15 cm, utilizam peixes na dieta e são considerados predadores piscívoros de emboscada (LOUREIRO & HAHN, 1996; FROESE & PAULY, 2022). As traíras são abundantes na bacia do rio São Francisco (BRITSKI et al., 1988), se reproduzem em viveiros de pisciculturas e também são de importância comercial (SATO et al., 2003).

A bacia do rio São Francisco é a maior bacia do território brasileiro, fornece abastecimento de água e produção de energia elétrica e importância socioambiental. Esta importância posterior é especialmente para a pesca, devido à sua ictiofauna diversificada (GODINHO & GODINHO, 2003). Tradicionalmente é dividida em quatro segmentos: alto (da nascente da Serra da Canastra até Pirapora, no estado de Minas Gerais), médio (de Pirapora a Remanso, no estado da Bahia, que é o trecho mais longo), sub-médio (de Remanso a Paulo Afonso, ambos na Bahia) e baixo (de Paulo Afonso, na Bahia até sua foz entre os estados de Sergipe e Alagoas, com influência marinha) (PLANVASF, 1989).

O parasitismo das traíras do São Francisco é pouco conhecido. Brasil-Sato (2003) registrou metacercárias de *Ithyoclinostomum* sp. e larvas de *Eustrongylides* sp. nesses peixes. Corrêa et al. (2014) reportaram que a presença de metacercárias de *Austrodiplostomum* spp. na cavidade craniana de *H. malabaricus* estão ligadas ao seu nado errático. Corrêa et al. (2015) registraram alterações hematológicas e histopatológicas em seus hospedeiros causadas por larvas de *Contracaecum* sp.. Costa et al. (2015) registraram a presença dos digenéticos *Austrodiplostomum* sp.; *Ithyoclinostomum* sp. (ambas metacercárias) e *P. spatula* (adultos).

Gião et al. (2020) registraram várias espécies de Monogenea, Digenea, Nematoda e Hirudinea de *H. malabaricus* do rio Batalha, SP e inventariaram os parasitos de traíras do Brasil compilando os trabalhos publicados até 2018. Estudos mais recentes ampliaram o conhecimento dos endoparasitos de *H. malabaricus* em vários sistemas hídricos brasileiros (OLIVEIRA et al., 2018; PANTOJA et al., 2018; SOUZA et al., 2018; MAGGI et al., 2019; NEGRÃO et al., 2019; PELEGRINI et al., 2019; CORRÊA et al., 2020; GUERETZ et al.,

2020; KURAIEM et al., 2020; LEHUN et al., 2020; LEITE et al., 2021; CORRÊA et al., 2021).

No presente trabalho, registram-se os metazoários endoparasitos de *H. malabaricus* coletados em três localidades: reservatório de Três Marias, calha principal do rio à jusante da barragem de Três Marias (ambas no alto rio São Francisco) e em lagoas marginais (na bacia do alto e médio rio São Francisco), contribuindo assim, com a compilação de dados parasitológicos dessa importante espécie de peixe piscívoro da maior bacia do Brasil, o rio São Francisco.

2. Material e Métodos

Um total de 147 espécimes de *H. malabaricus* foi cedido pela equipe de Ictiologia da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), Município de Três Marias, Minas Gerais, para fins de análise parasitológica. Deste total, 39 peixes foram provenientes do reservatório de Três Marias (RTM); 37 peixes provenientes do rio São Francisco (RSF), à jusante da barragem do reservatório de Três Marias (Figura 1; Tabelas 1 e 2) e os 71 espécimes de peixes restantes derivaram de lagoas marginais situadas nos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco (Figuras 2 e 3; Tabelas 1 e 2).



Figura 1. Pontos de coleta (reservatório de Três Marias e rio São Francisco, jusante a barragem de Três Marias) de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na bacia do alto São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil. Escala: 2 km. Fonte: Google Earth (2020)

Tabela 1. Locais de coleta de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), reservatório de Três Marias, rio São Francisco e lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG), Brasil.

Localidade	Coordenadas	Municípios	Rio	Margem
<u>Alto</u>				
Reservatório de Três Marias	18°12'59" S - 45°17'34" O	Três Marias/MG	São Francisco	.
Rio São Francisco	18°12'32" S - 45°15'41" O	Três Marias/MG	São Francisco	.
<u>Alto (lagoas)</u>				
Volta Grande	20°01'42" S - 45°36'21" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Right
Porcos	19°59'31" S - 45°36'04" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Right
Feia	19°57'54" S - 45°34'22" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Right
Piranhas	19°48'09" S - 45°29'01" O	Moema/MG	São Francisco	Right
Capuava	19°46'10" S - 44°54'09" O	Conceição do Pará/MG	Pará	Right
Rio Velho	19°19'09" S - 44°34'49" O	Papagaios/MG	Paraopeba	Left
Silva Campos	18°58'18" S - 45°05'54" O	Pompéu/MG	São Francisco	Right
<u>Médio (lagoas)</u>				
Grande	15°30'27" S - 44°17'04" O	Pedras de Maria Cruz/MG	São Francisco	Right
Curral de Varas	15°03'09" S - 44°02'00" O	Itacarambi/MG	São Francisco	Left
Lapinha	14°57'43" S - 43°58'20" O	Matias Cardoso/MG	São Francisco	Right
Maris	14°25'17" S - 43°52'42" O	Manga/MG	São Francisco	Left

Tabela 2. Quantidade e comprimento dos espécimes de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) coletados no reservatório de Três Marias, no rio São Francisco e em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco: número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; comprimento padrão – CP*; e respectivas faixas de tamanho (amplitude).

Locais de coleta	Período de coleta	N	NF	NM	CTM/CP*	Amplitude
<u>Alto</u>						
Reservatório Três Marias	Janeiro/2011	12	7	5	25.9*	17.0 – 31.0*
	Julho/2012	27	14	13	25.5*	20.5 – 32.0*
Rio São Francisco	Janeiro/2012	14	5	9	26.5*	22.0 – 32.0*
	Abril/2012	10	5	5	27.0*	24.0 – 31.0*
	Setembro/2012	7	6	1	28.4*	24.0 – 35.0*
	Agosto/2013	6	4	2	27.6*	25.0 – 30.0*
<u>Alto (lagoas)</u>						
Volta Grande	Novembro/2017	1	1	-	33.0	33.0
Porcos	Setembro/2016	1	1	-	25.0	25.0
Feia	Junho/2011	1	1	-	33.0	33.0
Piranhas	Junho/2011	1	-	1	20.0	20.0
Capuava	Outubro/2016	3	3	-	29.3	27.0 - 33.0
Rio Velho	Junho/2016	1	-	1	25	25.0
Silva Campos	Outubro/2016	5	3	2	26.4	22.0 - 32.0
<u>Médio (lagoas)</u>						
Grande	Novembro/2008	13	7	6	25.1	23.0 - 28.0
Curral de Varas	Outubro/2007	9	4	5	28.0	23.0 - 37.0
Lapinha	Novembro/2008	23	9	14	22.96	19.0 - 28.0
Maris	Outubro/2008	13	2	11	23.38	20.0 - 27.0

*Valores de comprimento padrão

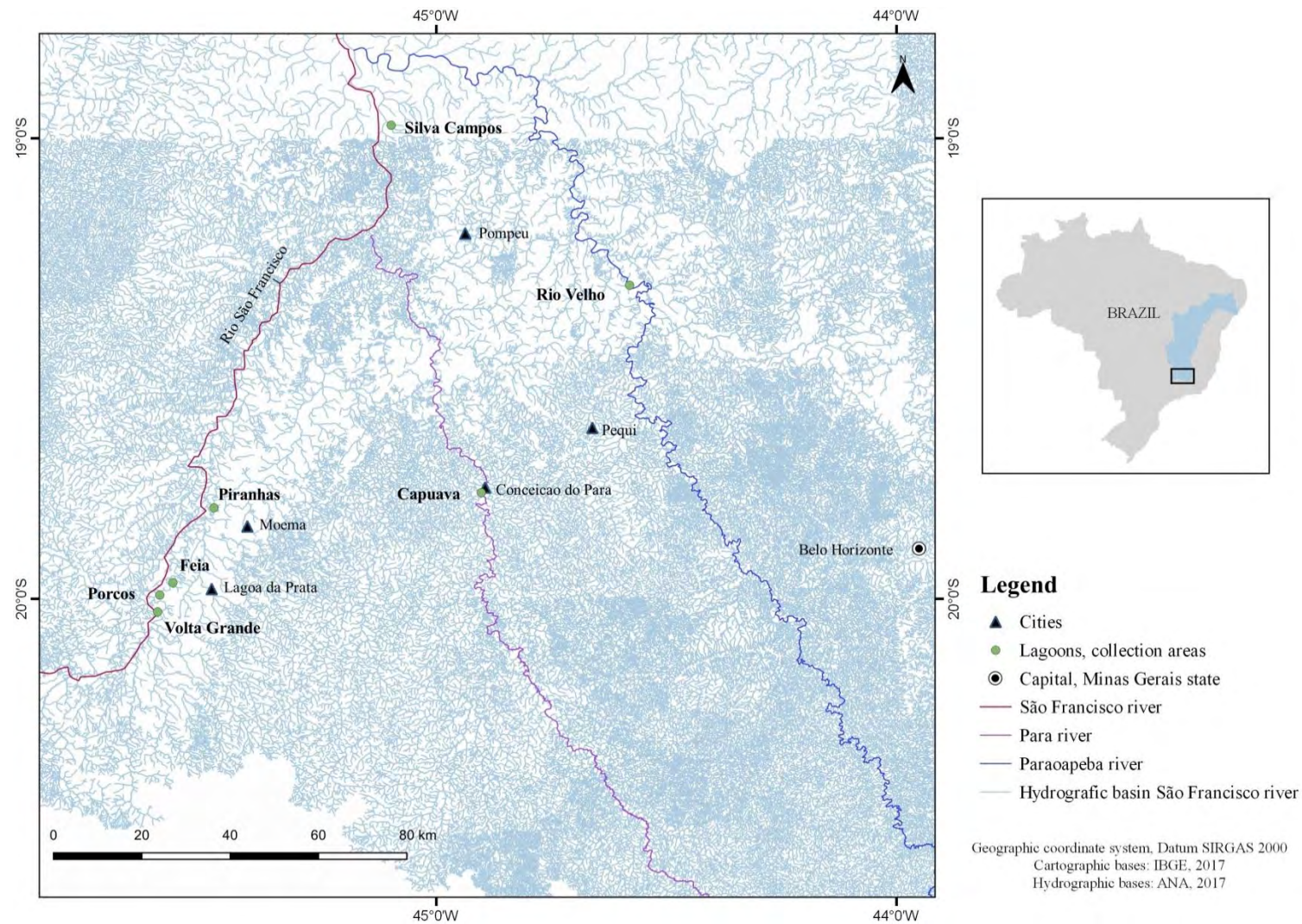


Figura 2. Áreas de coleta (lagoas) de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

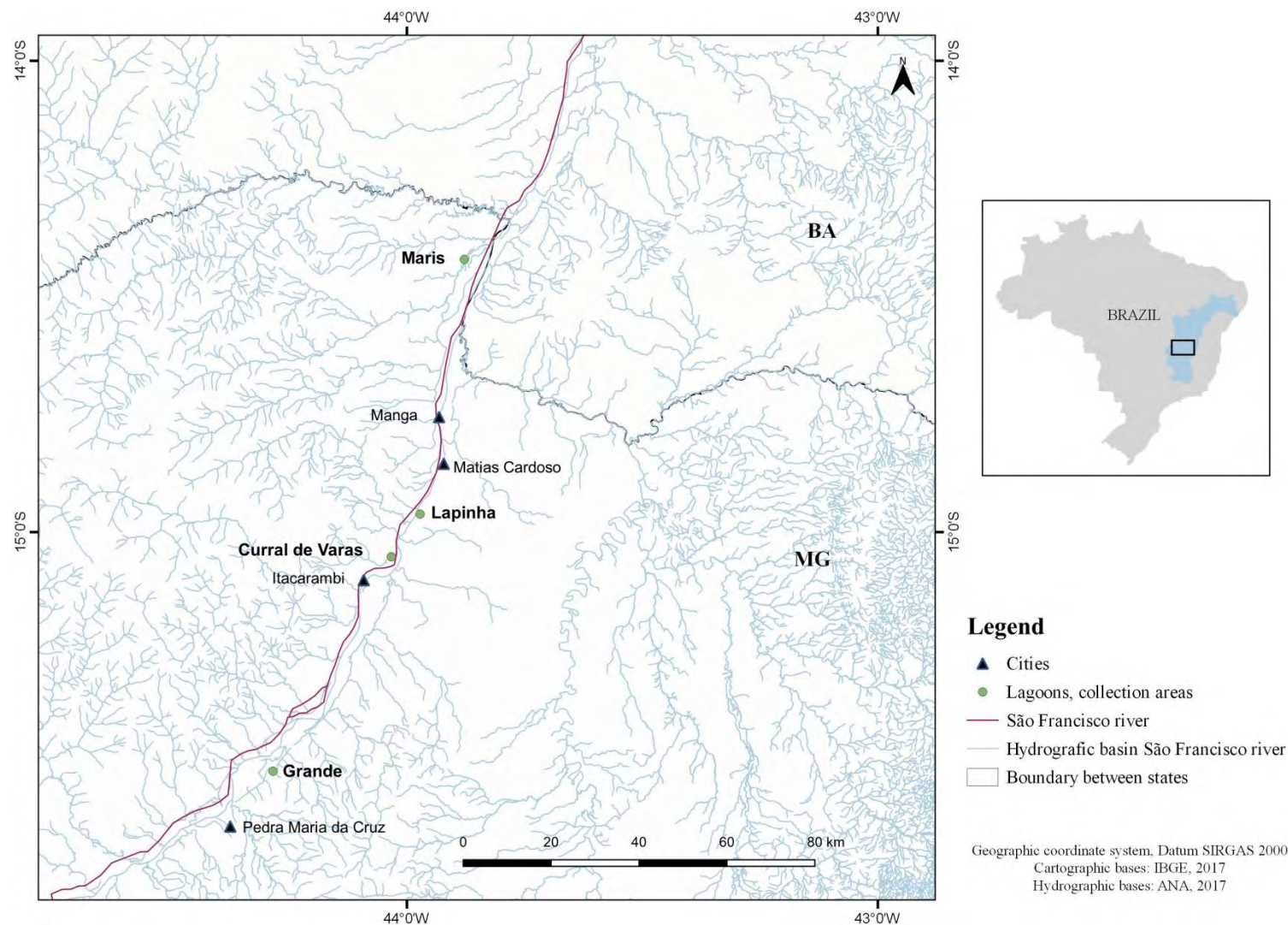


Figura 3. Áreas de coleta (lagoas) de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na bacia do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

Esses espécimes foram disponibilizados por meio do Projeto “Revitalização das lagoas marginais pertencentes à bacia do Alto-Médio São Francisco, Minas Gerais, Brasil”, que foi implementado a partir da cooperação entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA) e CODEVASF.

Os peixes do RTM e RSF tiveram o corpo inteiro congelado em sacos plásticos individuais, enquanto os de lagoas tiveram as vísceras fixadas em formalina 3% e acondicionadas em potes plásticos, separadamente. Todas as amostras foram identificadas com base em dados biométricos e no nome de suas localidades (em etiquetas individuais). Em seguida, tanto os peixes congelados quanto as vísceras fixadas foram encaminhados ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos (LABEPAR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, para fins de análise e registro de parasitos.

O procedimento adotado para fixar e preparar lâminas temporárias ou permanentes de espécimes de parasitas seguiu metodologia padronizada (AMATO et al., 1991). As seguintes referências foram consultadas para identificação e classificação dos táxons analisados: Overstreet et al. (1984) para oocistos de coccídeos; Niewiadomska (2002), Kanev et al. (2002) e Simões et al. (2022) para metacercárias digenéticas; Chervy (2002) e Chambrier et al. (2017) para plerocercoides eucestoides; e Moravec (1998) para larvas, juvenis e adultos de Nematoda.

Espécimes representativos de parasitos coletados em *H. malabaricus* foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Estado do Rio de Janeiro, Brasil, de acordo com a numeração apresentada na seção “Resultados” do presente capítulo (Tabela 3). O espécime representativo do peixe foi depositado no Museu Zoológico da Universidade de São Paulo (MZUSP), Estado de São Paulo, sob o número 95162.

Os descritores ecológicos adotados foram de acordo com Bush et al. (1997). A frequência de dominância, a frequência de dominância compartilhada e a dominância relativa média de cada espécie de parasita foram calculadas conforme descrito por Rohde et al. (1995); somente espécies de parasitos cuja prevalência (P) foi superior a 10% foram levadas em consideração (BUSH et al., 1990). A razão média da variância/abundância dos parasitos (índice de dispersão, ID) foi calculada para cada espécie a fim de determinar seu padrão de distribuição. Dados de dominância e dispersão foram registrados apenas para as espécies de parasitos encontradas em traíras de lagoas onde pelo menos vinte espécimes foram amostrados. A significância da distribuição foi testada com base no teste estatístico d ($d > 1,96$) (LUDWIG & REYNOLDS, 1988).

O teste *t* de Student foi utilizado para verificar possíveis diferenças no comprimento total dos hospedeiros em relação ao sexo. O coeficiente de correlação de Pearson (*r*) foi utilizado para avaliar a correlação entre a prevalência parasitária e as classes de tamanho dos hospedeiros, com base no uso da fórmula de Sturges (STURGES, 1926). O coeficiente de correlação por postos de Spearman (*r_s*) foi usado para avaliar as possíveis correlações entre o comprimento total dos hospedeiros e a abundância parasitária. O teste qui-quadrado com correção de Yates (χ^2 Yates) e teste exato de Fisher (*R_r*) foram usados para determinar a influência do sexo dos hospedeiros na prevalência de parasitária. O teste de Mann-Whitney (*U*) foi utilizado para avaliar possíveis diferenças na abundância parasitária entre hospedeiros machos e fêmeas. Esses testes foram aplicados apenas a espécies de três comunidades helmínticas (RTM, RSF e lagoa Lapinha), que tiveram mais de vinte espécimes de peixes examinados. O nível de significância estatística adotado foi $p < 0,05$ (Zar 1996).

3. Resultados

3.1. Estrutura da comunidade parasitária

No total, treze espécies de endoparasitos foram encontradas nas comunidades parasitárias de *H. malabaricus* do RTM, do RSF e das onze lagoas da bacia do rio São Francisco. Os táxons encontrados foram: **Filo Apicomplexa** - Calyptosporidae - *Calyptospora* sp. (oocistos); **Filo Platyhelminthes** - Trematoda - Diplostomidae (metacercárias) - *Austrodiplostomum* sp. e *Sphincterodiplostomum musculosum*, Clinostomidae - *Clinostomum* sp. (metacercárias), Gorgoderidae (adultos) - *Phyllodistomum spatula* e Eucestoda - Proteocephalidae gen. sp. (larvas plerocercoides); e sete táxons do **Filo Nematoda** - Anisakidae (larvas) - *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2 e *Hysterothylacium* sp., Gnathostomatidae (larvas) - *Spiroxys* sp., Camallanidae (juvenis/adultos) - *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, Guyanemidae (juvenis/adultos) - *Guyanema baudi* e Cystidicolidae (juvenis/adultos) - *Cystidicoloides fischeri*. Os índices parasitários, os sítios e os estágios de desenvolvimento das espécies de parasitos registrados em *H. malabaricus* por localidade do alto ou médio rio São Francisco estão listados na Tabela 3.

Entre os endoparasitos larvais, Proteocephalidae gen. sp. e *Contracaecum* sp. Tipo 1 foram as espécies que ocorreram no RTM, RSF e em nove das onze lagoas com índices parasitários expressivos (atingindo 100% em algumas comunidades), seguidos por *Hysterothylacium* sp. que ocorreu também no RTM, RSF e em três lagoas. *Spiroxys* sp. e *Contracaecum* sp. Tipo 2 ocorreram em oito e seis lagoas, respectivamente (Tabela 3).

Entre os endoparasitos juvenis e adultos foram encontradas três espécies de nematoides. *Guyanema baudi* se destacou ocorrendo no RTM e no RSF no trecho alto e em quatro lagoas do trecho médio com índices mais elevados nas lagoas. A prevalência de *C. fischeri* na lagoa Maris, médio São Francisco, foi maior que 10%, mas sua abundância foi inferior a um espécime por peixe (Tabela 3).

Tabela 3. Ocorrência de espécies de endoparasitos, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (bexiga urinária – BU; cavidade abdominal - CA; cecos intestinais - CI; estômago - E; intestino - I; musculatura anal – MA; musculatura opercular – MO; fígado – F; olhos – O), em *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) do reservatório de Três Marias (RTM), rio São Francisco (RSF) e lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Espécies de endoparasitos	CHIOC	Índices			Sítio	Localidade	
		P	IM ± SD	AM ± DP			
Apicomplexa							
Calyptosporidae (oocistos)							
<i>Calyptospora</i> sp.	.	8%	*	*	F	RTM	Alto
	.	3%	*	*	F	RSF	Alto
Platyhelminthes							
Diplostomidae (metacercarias)							
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	.	13%	3.20 ± 2.17	0.41 ± 2.17	O	RTM	Alto
	.	8%	6.00 ± 2.00	0.49 ± 2.00	O	RSF	Alto
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i>	39329	8%	10.00	0.77 ± 2.77	CA	Maris	Médio
Clinostomidae (metacercarias)							
<i>Clinostomum</i> sp.	.	5%	2.00 ± 1.41	0.10 ± 1.41	MA; MO	RTM	Alto
	.	5%	1.00	0.05	MA; MO	RSF	Alto
Gorgoderidae (adultos)							
<i>Phyllodistomum spatula</i>	.	5%	1.50 ± 0.71	0.08 ± 0.71	BU	RSF	Alto
Proteocephalidae (larvas)							
Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)	.	3%	12.00	0.31	CA	RTM	Alto
	.	5%	196.00 ± 227.69	10.59 ± 227.69	CA	RSF	Alto
	.	100%	100.00	100.00	CA; CI	Porcos	Alto
	.	100%	10.00	10.00	CA; CI	Feia	Alto
	.	100%	10.00	10.00	CA; CI	Piranhas	Alto
	.	33%	20.00	6.67 ± 11.55	CA	Capuava	Alto

	.	100%	10.00	10.00	CA	Rio Velho	Alto
	.	100%	569.23 ± 236.77	569.23 ± 236.77	CA; CI	Grande	Médio
	39325	100%	988.89 ± 306.98	988.89 ± 306.98	CA; CI	Curral de Varas	Médio
	.	78%	227.78 ± 131.11	178.26 ± 135.80	CA; CI	Lapinha	Médio
	.	85%	360.00 ± 172.28	304.62 ± 207.39	CA; CI	Maris	Médio
Nematoda (Larvas)							
Anisakidae							
Contracaecum sp. Tipo 1	.	31%	2.75 ± 1.60	0.85 ± 1.60	CA; CI	RTM	Alto
	.	35%	1.92 ± 1.04	0.68 ± 1.04	CA; CI	RSF	Alto
	.	100%	1.00	1.00	CA	Volta Grande	Alto
	39332	100%	25.00	25.00	CA	Porcos	Alto
	.	100%	2.00	2.00	CA	Piranhas	Alto
	.	33%	1.00	0.33 ± 0.38	CA	Capuava	Alto
	.	100%	7.60 ± 5.59	7.60 ± 5.59	CA	Silva Campos	Alto
	.	69%	2.89 ± 1.07	2.00 ± 1.63	CA	Grande	Médio
	.	44%	2.00 ± 0.82	0.89 ± 1.17	CA; CI	Curral de Varas	Médio
	.	83%	3.16 ± 2.30	2.61 ± 2.41	CA	Lapinha	Médio
Contracaecum sp. Tipo 2	.	92%	4.67 ± 3.42	4.31 ± 3.25	CA; CI	Maris	Médio
	.	100%	1.00	1.00	CA	Piranhas	Alto
	.	40%	1.00	0.40 ± 0.55	CA	Silva Campos	Alto
	.	31%	1.50 ± 1.00	0.46 ± 0.88	CA	Grande	Médio
	39334	33%	5.67 ± 4.04	1.89 ± 3.48	CA; CI	Curral de Varas	Médio
	.	52%	1.58 ± 0.90	0.83 ± 1.03	CA	Lapinha	Médio
	.	46%	1.33 ± 0.58	0.62 ± 0.77	CA; CI	Maris	Médio
	Hysterothylacium sp.						
	.	8%	1.67 ± 0.58	0.13 ± 0.58	CA	RTM	Alto
	.	8%	1.33 ± 0.58	0.11 ± 0.58	CA	RSF	Alto
39349	60%	6.67 ± 4.62	4.00 ± 4.90	CA	Silva Campos	Alto	
	.	8%	1.00	0.08 ± 0.28	CA	Grande	Médio
	.	11%	6.00	0.67 ± 2.00	E	Curral de Varas	Médio
Gnathostomatidae							
Spiroxys sp.							
39358	.	100%	2.00	2.00	CA	Volta Grande	Alto
	100%	1.00	1.00	CA	Feia	Alto	
	.	100%	3.33 ± 2.08	3.33 ± 2.08	CA	Capuava	Alto
	.	60%	1.33 ± 0.58	0.80 ± 0.84	CA	Silva Campos	Alto
	.	8%	1.00	0.08 ± 0.28	CA	Grande	Médio
	.	22%	1.00	0.22 ± 0.44	CA; CI	Curral de Varas	Médio

	.	9%	1.00	0.09 ± 0.29	CA	Lapinha	Médio
	.	8%	1.00	0.08 ± 0.28	CI	Maris	Médio
Nematoda							
(juvenis/adultos)							
Camallanidae							
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	.	100%	1.00	1.00	CI	Volta Grande	Alto
	.	8%	1.00	0.08 ± 0.28	I	Grande	Médio
	39353;						
	39354	13%	1.67 ± 0.71	0.22 ± 0.46	I	Lapinha	Médio
Guyanemidae							
<i>Guyanema baudi</i>	.	5%	4.50 ± 4.95	0.23 ± 4.95	CA; I	RTM	Alto
	.	22%	4.38 ± 3.11	0.95 ± 3.11	CA; I	RSF	Alto
	39345	77%	3.20 ± 1.93	2.46 ± 2.18	CA	Grande	Médio
	.	22%	1.50	0.33 ± 0.71	CA; CI	Curral de Varas	Médio
	39346	83%	2.58 ± 1.80	2.13 ± 1.91	CA; I	Lapinha	Médio
	.	62%	2.00 ± 0.50	1.23 ± 1.48	CA	Maris	Médio
Cystidicolidae							
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	39342	38%	1.80 ± 0.71	0.69 ± 0.95	CA; CI	Maris	Médio

*Índices não apurados devido a grande quantidade de espécimes

Das treze espécies componentes das comunidades parasitárias das traíras da bacia do rio São Francisco, quatro espécies (*Calyptospora* sp., *Austrodiplostomum* sp., *Clinostomum* sp. e *P. spatula*) foram exclusivas do trecho alto da bacia, ocorrendo apenas no RTM e/ou no RSF; três espécies *Contracaecum* sp. Tipo 2, *Spiroxys* sp. e *Procamallanus (S.) inopinatus* foram registradas apenas em lagoas nos trechos alto e/ou médio e duas espécies, *S. musculosum* e *C. fischeri*, foram exclusivas da lagoa Maris, médio São Francisco.

A riqueza parasitária entre as comunidades de *H. malabaricus* do RTM variou de uma a duas espécies de endoparasitos por hospedeiro, no RSF essa variação foi de uma a três espécies. A variação da riqueza foi de até três espécies de parasitos nos peixes das lagoas do alto São Francisco que tiveram um peixe (lagoas Volta Grande, Porcos, Feia, Piranhas e Rio Velho) ou um número reduzido de peixes examinados (lagoas Capuava e Silva Campos). No trecho médio, a riqueza parasitária nas comunidades de traíras das lagoas Grande e Curral de Varas foram de uma a cinco espécies de endoparasitos e nas lagoas Lapinha e Maris a riqueza variou de duas a cinco espécies por hospedeiro.

No alto São Francisco, as espécies dominantes foram *Contracaecum* sp. Tipo 1 (valor de frequência de dominância = 11) e *Austrodiplostomum* sp. (5) no RTM; *Contracaecum* sp. Tipo1 (12) e *G. baudi* (8) no RSF; *Hysterothylacium* sp. (3) e *Contracaecum* sp. Tipo 1 (2) na

lagoa Silva Campos; seguidas por *Spiroxys* sp. (2) e Proteocephalidae gen. sp. (1) na lagoa Capuava. No médio São Francisco, Proteocephalidae gen. sp. foi o táxon dominante em todas as lagoas, com valores de frequência de dominância: Lapinha (18), Grande (13), Maris (13) e Curral de Varas (9); seguido por *Contracaecum* sp. Tipo 1 (2) e *G. baudi* (1) ambos na lagoa Lapinha. *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2 tiveram dominância compartilhada duas vezes na lagoa Lapinha (Tabela 4).

De acordo com o índice de dispersão e os valores significativos do teste estatístico *d* indicados na Tabela 4, as espécies encontradas apresentaram um padrão típico de distribuição agregada, exceto *Contracaecum* sp. Tipo 1 com padrão uniforme nas traíras do RSF.

Tabela 4. Frequência de dominância (FD), frequência de dominância compartilhada (FDC), dominância relativa média (DRM), desvio padrão (DP), índice de dispersão (ID) com padrão de distribuição (< 1,00 - agregada; > 1,00 - uniforme; = 1,00 - aleatória) e teste estatístico *d* (*d*), referente a *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) do reservatório de Três Marias (RTM), rio São Francisco (RSF) e lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Espécies de endoparasitos	FD	FDC	DRM ± DP	Índice de dispersão			Localidades	
				ID	Distribuição	d		
Platyhelminthes								
Diplostomidae (metacercarias)								
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	5	0	0.098 ± 0.295	1.47	Agregada	1.91	RTM	Upper
Proteocephalidae (Larvas)								
Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)	.	.	.	.	.	.	Porcos	Upper
	.	.	.	.	.	.	Feia	Upper
	.	.	.	.	.	.	Piranhas	Upper
	1	0	0.317 ± 0.550	20.00	Agregada	7.21*	Capuava	Upper
	.	.	.	.	.	.	Rio Velho	Upper
	13	0	0.914 ± 0.275	98.48	Agregada	43.82*	Grande	Middle
	9	0	0.991 ± 0.008	95.29	Agregada	35.17*	Curral de Varas	Middle
	18	0	0.757 ± 0.409	103.46	Agregada	60.91*	Lapinha	Middle
	13	0	0.753 ± 0.429	141.20	Agregada	53.42*	Maris	Middle
Nematoda (Larvas)								
Anisakidae								
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	11	0	0.286 ± 0.454	0.93	Uniforme	0.24	RTM	Upper
	12	0	0.330 ± 0.472	0.56	Uniforme	2.08*	RSF	Upper
	.	.	.	.	.	.	Volta Grande	Upper
	.	.	.	.	.	.	Porcos	Upper

	.	.	.	.	.	.	Piranhas	Upper
	0	0	0.067 ± 0.115	1.00	Aleatória	0.27	Capuava	Upper
	2	0	0.576 ± 0.312	4.12	Agregada	3.09*	Silva Campos	Upper
	0	0	0.003 ± 0.003	1.33	Agregada	0.86	Grande	Middle
	0	0	0.001 ± 0.001	1.53	Agregada	1.08	Curral de Varas	Middle
	2	2	0.077 ± 0.192	2.22	Agregada	3.33*	Lapinha	Middle
	0	0	0.113 ± 0.251	2.45	Agregada	2.88*	Maris	Middle
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2	.	.	.	.	.	.	Piranhas	Upper
	0	0	0.047 ± 0.065	0.75	Uniforme	0.20	Silva Campos	Upper
	0	0	0.001 ± 0.002	1.67	Agregada	1.53	Grande	Middle
	0	0	0.003 ± 0.005	6.41	Agregada	6.26*	Curral de Varas	Middle
	0	2	0.053 ± 0.127	1.28	Agregada	0.95	Lapinha	Middle
	0	0	0.036 ± 0.085	0.96	Uniforme	0.00	Maris	Middle
<i>Hysterothylacium</i> sp.	3	0	0.319 ± 0.219	6.00	Agregada	4.28*	Silva Campos	Upper
	0	0	0.001 ± 0.003	6.00	Agregada	5.92*	Curral de Varas	Middle
Gnathostomatidae								
<i>Spiroxys</i> sp.	.	.	.	.	.	.	Volta Grande	Upper
	.	.	.	.	.	.	Feia	Upper
	2	0	0.616 ± 0.502	1.30	Agregada	0.55	Capuava	Upper
	0	0	0.058 ± 0.061	0.88	Uniforme	0.00	Silva Campos	Upper
	0	0	0.000 ± 0.001	0.88	Uniforme	0.13	Curral de Varas	Middle
Nematoda (juvenis/adultos)								
Camallanidae								
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	.	.	.	.	.	.	Volta Grande	Upper
	0	0	0.015 ± 0.048	1.65	Agregada	1.97*	Lapinha	Middle
Guyanemidae								
<i>Guyanema baudi</i>	8	0	0.211 ± 0.408	2.22	Agregada	4.21*	RSF	Upper
	0	0	0.005 ± 0.004	2.08	Agregada	2.26*	Grande	Middle
	0	0	0.004 ± 0.003	1.50	Agregada	1.03	Curral de Varas	Middle
	1	0	0.069 ± 0.174	1.72	Agregada	2.14*	Lapinha	Middle
	0	0	0.020 ± 0.055	1.78	Agregada	1.74	Maris	Middle
Cystidicolidae								
					Agregada			

<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0	0	0.002 ± 0.003	1.30	Agregada	0.78	Maris	Middle
---------------------------------	---	---	------------------	------	----------	------	-------	--------

*valores significativos > 1,96; “. “ = não calculados pelo baixo número de hospedeiros

3.2. Dados sobre sexo e comprimento total dos hospedeiros

Não houve diferença estatisticamente significativa de tamanho (comprimento padrão – CP para RTM e RSF; e comprimento total – CT para lagoa Lapinha) entre os hospedeiros machos e fêmeas: RTM ($t = 0.157$; $p = 0.876$), SFR ($t = 1.457$; $p = 0.154$) e lagoa Lapinha ($t = 0.655$; $p = 0.520$).

3.3. Influência do comprimento total e do sexo dos hospedeiros sobre a prevalência e abundância parasitárias

Contracaecum Tipo 1 foi mais prevalente e abundantes em peixes fêmeas ($X^2 = 4.472$; $p = 0.0345$; $Rr = 2.045$; $p = 0.0180$; $U = 129.00$; $p = 0.0380$) do RTM, e mais abundante em peixes menores ($rs = -0.4251$; $p = 0.0432$) na lagoa Lapinha. *Procamallanus* (S.) *inopinatus* foi mais prevalente em peixes menores ($rs = -0.9411$; $p = 0.0051$) na lagoa Lapinha; e *G. baudi* foi mais abundante em peixes maiores ($rs = 0.3652$; $p = 0.0262$) do RSF (Tabela 5).

Tabela 5. Análise dos índices parasitários, quanto à possível influência do comprimento total (r = coeficiente de correlação de Pearson; rs = coeficiente de correlação de Spearman) e sexo (X^2 = qui-quadrado com correção de Yates; $F(p)$ = teste exato de Fisher; e U = teste U de Mann - Whitney), em *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) coletado na bacia do alto (reservatório de Três Marias (TMR) e rio São Francisco (SFR)) e do médio (lagoa Lapinha) rio São Francisco, Minas Gerais, MG, Brasil.

Espécies de endoparasitos	Comprimento							Sexo							Local
	Prevalência		Abundância		Intensidade			Prevalência		Abundância		Intensidade			
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>rs</i>	<i>p</i>	<i>rs</i>	<i>p</i>	<i>X</i> ²	<i>p</i>	<i>Rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>P</i>	
Platyhelminthes (Larvas)															
Diplostomidae (metacercarias)															
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	-0.523	0.228	-0.055	0.742	-0.308	0.667	0.0341	0.853	1.133	>0.999	184.5	0.965	1.500	0.500	TMR
Proteocephalidae															
Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoides)	0.696	0.125	0.227	0.297	0.227	0.365	0.224	0.636	2.222	0.611	52.50	0.521	34.00	0.942	Lapinha
Nematoda (Larvas)															
Anisakidae															
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo1	0.240	0.605	-0.140	0.395	-0.007	0.989	4.472	0.035*	2.045	0.018*	129.00	0.038*	1.00	0.076	TMR
	-0.396	0.380	-0.200	0.235	0.187	0.539	1.036	0.309	1.510	0.300	138.00	0.273	13.50	0.678	SFR
	-0.614	0.195	-0.425	0.043*	-0.504	0.028*	0.005	0.941	0.737	>0.999	62.00	0.963	36.00	0.640	Lapinha
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo2	-0.599	0.208	0.058	0.791	0.405	0.192	0.028	0.867	1.146	>0.999	61.00	0.945	16.00	0.823	Lapinha
Nematoda (juvenis/adultos)															
Camallanidae															
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	-0.941	0.005*	-0.269	0.216	0.000	>0.999	0.171	0.677	1.905	0.538	54.00	0.538	.	.	Lapinha
Guyanemidae															
<i>Guyanema baudi</i>	0.589	0.164	0.365	0.026*	-0.096	0.825	0.436	0.509	0.640	0.428	145.00	0.330	7.00	0.929	SFR
	0.131	0.805	-0.279	0.197	-0.153	0.532	0.005	0.941	0.737	>0.999	57.00	0.522	33.00	0.451	Lapinha

*valores significativos (nível de significância $p < 0.05$)

4. Discussão

Quarenta e cinco espécies, pertencentes aos filos (em ordem alfabética): Acanthocephala, Annelida (Hirudinea), Apicomplexa, Cnidaria, Nematoda e Platyhelminthes (Cestoda e Trematoda); foram compiladas por Eiras et al. (2010) como endoparasitos de *H. malabaricus* do Brasil. Posteriormente, mais 14 espécies (distribuídas entre os mesmos filos) foram adicionadas aos parasitos conhecidos de traíras brasileiras (Corrêa et al., 2013, 2014, 2015, 2020, 2021; Costa et al. 2015; Oliveira et al., 2018; Pantoja et al., 2018; Souza et al., 2018; Maggi et al., 2019; Negrão et al., 2019; Pelegrini et al., 2019; Gião et al., 2020; Gueretz et al., 2020; Kuraïem et al., 2020; Lehun et al., 2020; Leite et al., 2021).

Entre essas espécies, *Calyptospora* sp., que também é registrada no presente estudo, já foi reportada por Albuquerque & Brasil-Sato (2010) em caracídeos forrageiros do reservatório de Três Marias, provável fonte de alimento para *H. malabaricus*, carnívoro e predador de topo. O resultado negativo de *Calyptospora* sp., nas traíras das lagoas da bacia do alto e do médio São Francisco, deve ser avaliado cuidadosamente porque as vísceras destes peixes foram fixadas com formalina 3% e essa metodologia pode ter afetado a visualização desse grupo de parasitos presente nas traíras do RTM e RSF.

Dos Platyhelminthes com prevalência acima de 10% do presente estudo, *Austrodiplostomum* sp. já foi compilada por Monteiro et al. (2016) parasitando vinte espécies de peixes coletados no alto São Francisco, entre eles *H. malabaricus*, que participa do ciclo como segundo hospedeiro intermediário, sendo as aves piscívoras hospedeiras definitivas. A ausência dessas metacercárias nos ambientes lagunares, nesse estudo, deve-se ao fato das cabeças e de olhos dos peixes provenientes das lagoas não terem sido examinados, visto que metacercárias de Diplostomidae são encontradas geralmente nos olhos dos peixes (NIEWIADOMSKA, 2002). Proteocephalidae gen. sp., representada pelos plerocercoides, têm sido encontrada parasitando várias espécies de peixes taxonomicamente não relacionadas na bacia do rio São Francisco, sendo considerada generalista (BRASIL-SATO, 2003; MONTEIRO et al., 2009; SABAS & BRASIL-SATO, 2014; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014; ALBUQUERQUE et al., 2016; DUARTE et al., 2016, 2022; VIEIRA-MENEZES et al., 2017, ALMEIDA-BERTO et al., 2018; SANTOS-CLAPP et al., 2022), assim como as traíras, atuando como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos desses cestóides.

Das espécies de Nematoda com prevalência superior a 10% deste estudo, *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2, *Hysterothylacium* sp. e *Procamallanus* (S.) *inopinatus* são comumente registradas parasitando peixes de diferentes famílias no rio São Francisco conforme listado por

Brasil-Sato (2003) e em trabalhos posteriores do grupo: Pimelodidae (SABAS & BRASIL-SATO, 2014); Cichlidae (SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); Bryconidae (DUARTE et al., 2016); Triportheidae (ALBUQUERQUE et al., 2016); Characidae (ALBUQUERQUE et al., 2016; VIEIRA-MENEZES et al., 2017), Serrasalminidae (ALMEIDA-BERTO et al., 2018; SANTOS-CLAPP et al., 2022) e Acestrorhynchidae (DUARTE et al., 2022). *Contracaecum* spp. registradas em *P. pohli* do RTM (SABAS & BRASIL-SATO, 2014), em *S. hildiae* do RTM (DUARTE et al., 2016) e em *A. lacustris* de lagoas (lagoa Batatas), no geral, apresentou parasitismo com maiores taxas em peixes de menor comprimento.

Spiroxys sp. foi registrada no RTM, alto São Francisco, parasitando três espécies de peixes piscívoros de topo de cadeia alimentar: *P. piraya* (SANTOS et al., 2009; SANTOS-CLAPP et al., 2022), *S. brandtii* (SANTOS et al., 2009) e *Cichla kelberi* (SANTOS et al., 2009; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014); também foi registrada nos forrageiros *Tetragonopterus chalceus* e *Triportheus guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016), no carnívoro *Salminus hilarii* (DUARTE et al., 2016), no forrageiro *Astyanax fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017) e no piscívoro *A. lacustris* (DUARTE et al., 2022). De acordo com Moravec (1998) peixes de água doce são hospedeiros paratênicos dessas larvas e sugere a possibilidade de que as larvas de *Spiroxys* encontradas sejam *S. contortus*, uma espécie bem distribuída. *Cystidicoloides fischeri* é registrado pela primeira vez em *H. malabaricus*, mas no alto São Francisco já foi registrado em *P. piraya* (SANTOS-CLAPP et al., 2022), *S. brandtii* (MORAVEC et al., 2008), *T. chalceus* e *T. guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016) e larvas de *Cystidicoloides* sp. em *A. fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017).

Spiroxys sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *C. fischeri*, no presente estudo, foram exclusivas e frequentes nas traíras coletadas nas lagoas, mas já foram registradas no RSF e no RTM em outros hospedeiros (conforme trabalhos indicados acima). Isso indica que seus ciclos estão estabelecidos ao longo da bacia, mas para *H. malabaricus* as lagoas parecem melhores ambientes para as suas ocorrências e evidenciam o papel de lagoas na manutenção de ciclos e riqueza das comunidades parasitárias.

O nematoide *G. baudi* e o digenético *S. musculosum* são citados pela primeira vez na bacia do rio São Francisco. *Guyanema baudi* foi originalmente descrita em *H. malabaricus* do Paraguai (MORAVEC, 1998) e no Brasil, Weiblen & Brandão (1992) registraram esta espécie pela primeira vez em traíras de açudes e lagos da região de Santa Maria, RS. Recentemente Gião et al. (2020) registraram *G. baudi*, com prevalência de 2.7%, em 37 espécimes de *H. malabaricus* coletados em um reservatório de detenção administrado pela Secretaria de Água e Esgoto (DAE) de Bauru, SP, já nas 44 traíras coletadas no canal principal do rio Batalha, SP,

G. baudi não foi encontrada. *Guyanema baudi* do presente estudo, também, se mostra bem associada às traíras, distribuída pela bacia nos dois trechos (alto e médio) e provavelmente não associada às lagoas do alto São Francisco pelo baixo número de hospedeiros coletados. É possível que, entre outros fatores, o ciclo de *G. baudi* esteja associado a ambientes lênticos. *Hoplias malabaricus* é bem estudada em rios (geralmente lóticos), mas somente em traíras coletadas em ambientes lênticos, como em Weiblen & Brandão (1992) e Gião et al. (2020), que *G. baudi* foi registrada; assim como nas lagoas (lêntico), do presente estudo, que pode ser destacada neste contexto. No entanto, se registra de forma inédita, *G. baudi* com prevalência abaixo de 10%, em traíras coletadas no RSF (ambiente lótico).

Metacercárias de *S.musculosum* foram relatadas em diferentes espécies de peixes e localidades, como em *H. malabaricus* de Laguna Salta La Vieja, Chaco Province, Argentina (SZIDAT, 1969); em *H. unitaeniatus* do distrito de Yurimaguas, alto Amazonas, Loreto, Perú (DELGADO et al., 2017) e no Brasil em *H. malabaricus* e *H. platyrhynchos* do alto rio Paraná, PR (TAKEMOTO et al., 2009), mas também, já foram registradas em diferentes espécies de peixes de diversos sistemas hídricos brasileiros (ABDALLAH et al., 2005; LIZAMA et al., 2006; CESCHINI et al., 2010; ACOSTA et al., 2013; ZAGO et al., 2013; BRANDÃO et al., 2014; ROCHA et al., 2015).

Das treze espécies de endoparasitos metazoários registradas no presente estudo, nove se apresentaram em estágio larval e apenas quatro em estágio juvenil/adulto, isso destaca a importância de *H. malabaricus* como hospedeiro intermediário e/ou paratênico, mas o esperado seria sua maior atuação como hospedeiro definitivo, por ser piscívoro e incluir na dieta peixes menores previamente infectados (BELL & BURT, 1991).

Como as traíras são peixes comerciais e apreciados na alimentação humana, a presença de larvas de Anisakidae (*Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp.), neste estudo, remete a um potencial risco zoonótico para humanos e mamíferos domesticados, assim como a anisakiase deve ocorrer em seus predadores naturais no ambiente aquático (BENIGNO et al., 2012).

Proteocephalidae gen. sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2, *Hysterothylacium* sp. e *G. baudi* com teste estatístico *d* significativo em algumas localidades do presente estudo, apresentaram o típico padrão de distribuição agregada (**Tabela 4**). A distribuição agregada observada tende a ampliar a estabilidade na relação parasito-hospedeiro para atingir o sucesso reprodutivo dos parasitos, visto que, quanto maior for o nível de agregação dos parasitos, menor serão as taxas de patogenicidade e mortalidade dos hospedeiros induzidas pelos parasitos (ZUBEN, 1997). Proteocephalidae gen. sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2, e *G. baudi* tiveram prevalência mais elevada na lagoa Lapinha do que no RTM e no RSF, mantendo a

agregação dos parasitos; além disso, nota-se um maior número de espécies utilizando/compartilhando nichos do hospedeiro nas suas infrapopulações. Dobson & Roberts (1994) afirmam que os níveis crescentes de agregação são cruciais para permitir maior riqueza parasitária, ou seja, para que várias espécies de parasitos coexistam no mesmo hospedeiro.

É possível que a riqueza parasitária de *H. malabaricus* seja maior do que a revelada nesse estudo; a riqueza máxima de três espécies por hospedeiro nas lagoas do alto e a riqueza máxima de cinco espécies nas lagoas do médio, que tiveram um número maior de traíras coletadas e examinadas, podem ser registros que sinalizam alguma influência da limitação amostral. Quando comparado ao RTM e ao RSF, com riquezas máximas de duas e de três espécies por hospedeiro, respectivamente, apesar do número de coletas terem sido ainda maiores que nas lagoas do médio, a riqueza dessas lagoas não foi superada. Portanto, as lagoas, que são ecossistemas complexos merecem maior atenção parasitológica, estímulos e suporte financeiro que permitam melhorar a compreensão das diversas relações ecológicas e ciclos biológicos estabelecidos nesses ambientes, sejam temporárias (nos períodos de estiagem nas lagoas) ou daquelas relações que se mantêm ou se renovam junto às elevações do nível fluvial (com o respectivo aumento dos índices pluviométricos) nas áreas de influência da bacia do São Francisco. Esses são ambientes e parâmetros, fundamentais para a reprodução de várias espécies de peixes, incluindo peixes menores (forrageiros) que são potenciais fontes de alimentação (POMPEU & GODINHO, 2003; SATO & GODINHO, 2003) e aquisição de parasitos para predadores como *H. malabaricus*.

5. Conclusões

O presente estudo revela pela primeira vez as espécies e seus respectivos índices ecológicos, componentes da estrutura da comunidade parasitária de *H. malabaricus* em diferentes localidades dos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco.

A composição da comunidade parasitária do peixe carnívoro, *H. malabaricus*, do reservatório de Três Marias, do rio São Francisco e de onze lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, foi composta por treze espécies de endoparasitos (incluindo Anisakidae, que são importantes devido ao risco zoonótico que representam), cujos ciclos heteroxenos foram estabelecidos através da predação de hospedeiros intermediários.

Cystidicoloides fischeri é registrado pela primeira vez em *H. malabaricus*; *Guyanema baudi* e *S. musculosus* têm sua distribuição geográfica expandida para a bacia do rio São Francisco.

CAPÍTULO IV

FAUNA ENDOPARASITÁRIA DE *Pygocentrus piraya* (CUVIER, 1819) E *Serrasalmus brandtii* LÜTKEN, 1875 DE LAGOAS MARGINAIS DA BACIA DO ALTO E DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS (MG) E BAHIA (BA), BRASIL

RESUMO

Os serrasalmíneos, *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), piranha, e *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875, pirambeba, são endêmicos e abundantes na região do alto São Francisco; são espécies carnívoras, preferencialmente piscívoras de fauna parasitária pouco investigada. A fim de contribuir com novos dados a cerca da parasitologia dessas espécies, 80 espécimes de *P. piraya* e 85 espécimes de *S. brandtii* provenientes de nove e onze lagoas marginais, respectivamente, da bacia do alto e médio rio São Francisco foi registrada pela primeira vez. Foram encontradas 18 espécies de endohelminthos na fauna endoparasitária geral de piranhas e pirambebas, sendo 14 espécies identificadas em cada fauna. Os táxons foram distribuídos em três filos: **Filo Platyhelminthes**: Digenea fam. gen. sp.; *Sphincterodiplostomum musculosum*; Proteocephalidae gen. sp. 1 (larvas plerocercoides) e 2 (juvenis/adultos); **Filo Nematoda**: Nematoda fam. gen. sp. (adulto); *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2; *Hysterothylacium* sp.; *Spiroxys* sp. (larvas); *Goezia* sp.; Capillariidae gen. sp. 2; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*; *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; *Guyanema baudi*; e *Cystidicoloides fischeri* (juvenis/adultos); **Filo Pentastomida**: *Sebekia* sp. (ninfas). Larvas de nematoides e Proteocephalidae estavam presentes, com índices parasitários relevantes, em piranhas e pirambebas de todas as lagoas da bacia do alto e médio São Francisco. Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., e *C. fischeri* foram espécies comuns as duas faunas endoparasitárias. Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. foram exclusivas da comunidade endoparasitária de *P. piraya* e *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Goezia* sp. e Digenea fam. gen. sp., foram exclusivas de *S. brandtii*. Proteocephalidae gen. sp. 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. são espécies citadas pela primeira vez em *P. piraya*. Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *freitasi* e *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp. são espécies reportadas pela primeira vez em *S. brandtii*. O registro de Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. é inédito na bacia, expandindo a distribuição geográfica dessas espécies para bacia do alto e médio rio São Francisco.

Palavras-Chave: Ictioparasitologia de ambiente lagunar, Nematoda, Pentastomida, Platyhelminthes

ABSTRACT

The serrasalmes, *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), “piranha”, and *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875, “pirambeba”, are endemic and abundant in the upper São Francisco region, are carnivorous species, preferably piscivorous of poorly investigated parasitic fauna. In order to contribute with new data about the parasitology of these species, 80 specimens of *P. piraya* and 85 specimens of *S. brandtii* from nine and eleven marginal lagoons, respectively, of the upper and middle São Francisco river basin were recorded for the first time. In total, 18 species of endohelminths were found in the endoparasitic fauna of piranhas and pirambebas, with 14 species identified in each fauna. The taxa were distributed in three phyla: Phylum **Platyhelminthes**: Digenea fam. gen. sp.; *Sphincterodiplostomum musculosum*; Proteocephalidae gen. sp. 1 (plerocercoid larvae) and 2 (juveniles/adults); Phylum **Nematoda**: Nematoda fam. gen. sp. (adult); *Contracaecum* sp. Types 1 and 2; *Hysterothylacium* sp.; *Spiroxys* sp. (larvae); *Goezia* sp.; Capillariidae gen. sp. 2; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Procamallanus* (*S.*) *freitasi*, *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis*; *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; *Guyanema baudi*; and *Cystidicoloides fischeri* (juveniles/adults); Phylum **Pentastomid**: *Sebekia* sp. (nymphs). Larvae of nematodes and Proteocephalidae were present, with relevant parasitic indexes, in piranhas and pirambebas of all lagoons in the upper and middle São Francisco river basin. Proteocephalidae gen. sp. 1 and 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Contracaecum* sp. Types 1 and 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., and *C. fischeri* were species common to both endoparasitic faunas. Nematoda fam. gen. sp. and *Sebekia* sp. were exclusive to the endoparasitic community of *P. piraya*; and *Procamallanus* (*S.*) *freitasi*, *Goezia* sp. and Digenea fam. gen. sp., were exclusive to *S. brandtii*. Proteocephalidae gen. sp. 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (*S.*) *saofranciscensis*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. and *Sebekia* sp. are species cited for the first time in *P. piraya*. Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, Proteocephalidae gen. sp. 1 and 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (*S.*) *freitasi* and *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp. are species reported for the first time in *S. brandtii*. The Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (*S.*) *freitasi*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. and *Sebekia* sp. is inedited, expanding the geographic distribution of these species to the upper and middle São Francisco river basin.

Keywords: Ichthyoparasitology of a lagoon environment, Nematoda, Pentastomida, Platyhelminthes

1. Introdução

Os serrasalmíneos, *P. piraya* e *S. brandtii*, são endêmicos e abundantes na região do alto São Francisco (BRITSKI et al., 1988; FROESE & PAULY, 2022). Ambas as espécies são listadas como “Least Concern” na “Red List”, ou seja, como menos preocupante na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção (ICMBio, 2022a, b). As populares piranhas, que incluem as duas espécies deste capítulo, são carnívoras, preferencialmente piscívoras (BRITSKI et al., 1988; ALVIM, 1999) e podem causar acidentes (lacerações de ataque) em humanos (BRAGA, 1954; 1975). São peixes bem comercializados na região do São Francisco e suas faunas foram pouco investigadas até o momento. Por isso, o objetivo do quarto capítulo desta Tese foi registrar as espécies de endoparasitos de *P. piraya* e *S. brandtii* e apresentar a estrutura de cada comunidade endoparasitária desses hospedeiros coletados em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

2. Material e métodos

Os peixes cedidos para análise parasitológica pela equipe gestora do projeto “Revitalização das lagoas marginais da bacia do alto médio São Francisco, Minas Gerais, Brasil”, foram fixados em formalina a 3%, marcados com dados biométricos e o nome da lagoa (em etiquetas) e acondicionados individualmente em potes plásticos. Em seguida, foram encaminhados ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos (LABEPAR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, estado do Rio de Janeiro, Brasil, para exame. O projeto de revitalização foi realizado em cooperação entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

O procedimento de fixação e preparação de lâminas temporárias ou permanentes de espécimes endoparasitários seguiu metodologia padronizada (AMATO et al., 1991). Para identificar e classificar os táxons, foram consultadas as seguintes referências: Niewiadomska (2002) para metacercárias de Digenea; Chervy (2002) e Chambrier et al. (2017) para plerocercoides eucestoides; Moravec (1998) para larvas, juvenis e adultos de Nematoda; e Self (1969) e Christoffersen & De Assis (2013) para ninfas de pentastomídeos. Espécimes representativos dos parasitos dos serrasalmídeos foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, de acordo com a numeração apresentada na seção de resultados relacionada a cada hospedeiro no presente capítulo. Espécimes representativos dos peixes foram depositados no Museu Zoológico da Universidade de São Paulo (MZUSP), Estado de São Paulo, SP, Brasil, sob o número: *P. piraya*

MZUSP 95149; e *S. brandtii* MZUSP 95150. O software QGIS 3.14.16 com GRASS 7.8.3 foi utilizado para obtenção dos mapas (Figuras 1, 2, 3 e 4).

2.1. *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)

Um total de 80 espécimes de *P. piraya* foi examinado em busca de endoparasitos. As piranhas foram coletadas em nove lagoas marginais localizadas nos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, conforme detalhes apresentados nas Tabelas 1 e 2, e nas Figuras 1 e 2.

Tabela 1. Locais de coleta de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Locais (lagoas)	Coordenadas	Município	Rio	Margem
Alto				
Porcos	19°59'31" S - 45°36'04" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Feia	19°57'54" S - 45°34'22" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Piranhas	19°48'09" S - 45°29'01" O	Moema/MG	São Francisco	Direita
Capuava	19°46'10" S - 44°54'09" O	Conceição do Pará/MG	Pará	Direita
Rio Velho	19°19'09" S - 44°34'49" O	Papagaios/MG	Paroapeba	Esquerda
Silva Campos	18°58'18" S - 45°05'54" O	Pompéu/MG	São Francisco	Direita
Médio				
Curral de Varas	15°03'09" S - 44°02'00" O	Itacarambi/MG	São Francisco	Esquerda
Maris	14°25'17" S - 43°52'42" O	Manga/MG	São Francisco	Esquerda
Mocambo	14°19'40" S - 43°43'37" O	Malhada/BA	São Francisco	Direita

Tabela 2. Pontos de coleta, período de coleta, número e comprimento dos espécimes de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) coletados em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, MG, Brasil. Número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; e respectivas faixas de tamanho (Amplitude).

Locais (lagoas)	Período de coleta	N	NF	NM	CTM	Amplitude
Alto						
Porcos	Setembro/16	3	1	2	11.0	11,0
Feia	Junho/11	3	1	2	19.0	14.0 - 23.0
Piranhas	Junho/11	14	7	7	17.93	16.0 - 23.0
Capuava	Outubro/16	1	1	-	28.0	28.0
Rio Velho	Junho/16	4	2	2	16.9	15.0 - 19.0
Silva Campos	Outubro/16	2	-	2	17.0	17.0
Médio						
Curral de Varas	Outubro/07	17	7	10	22.0	17.0 - 28.0
Maris	Outubro/08	15	10	5	18.53	14.0 - 23.0
Mocambo	Outubro/07	21	8	13	26.62	16.0 - 35.0

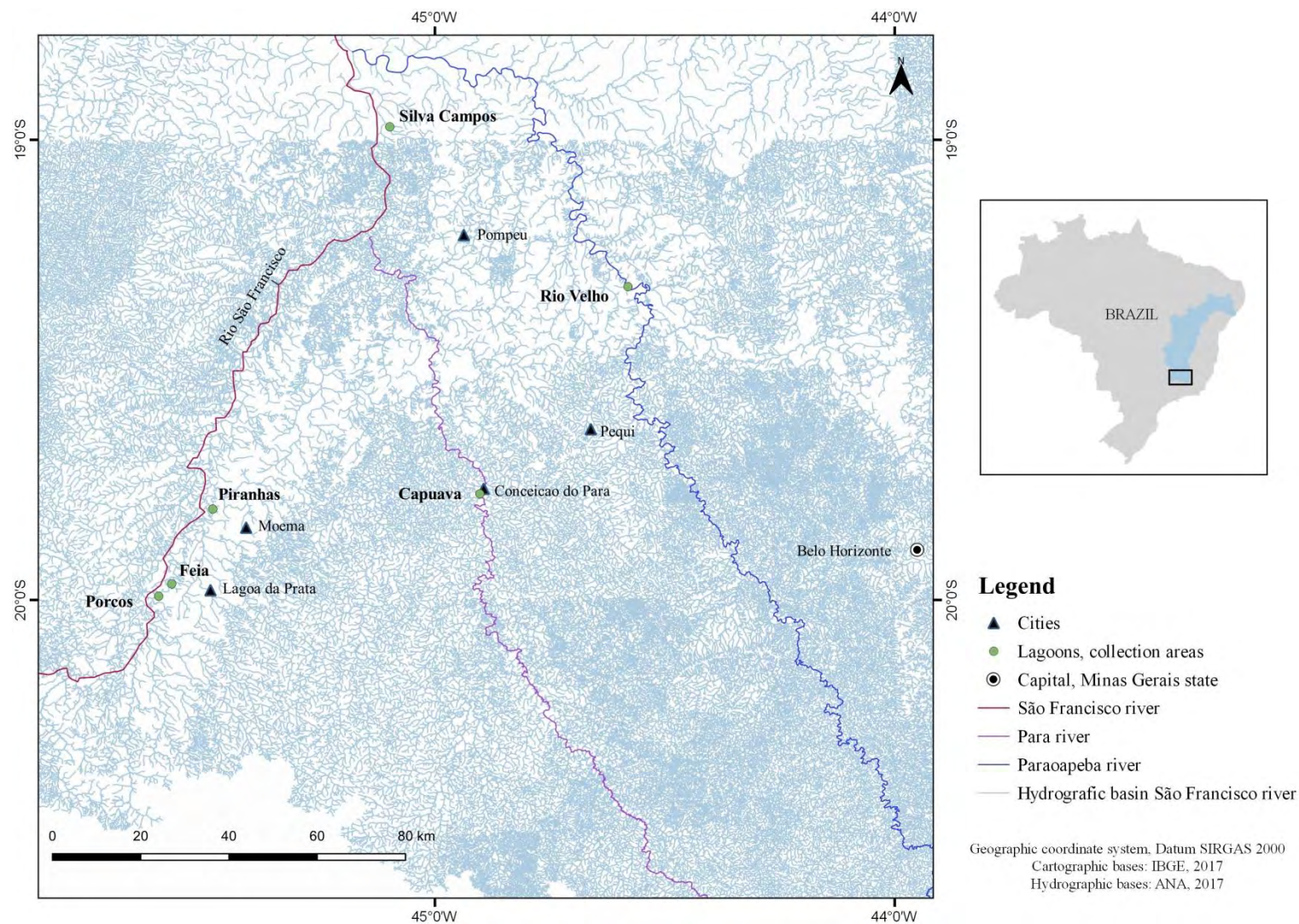


Figura 1. Áreas de coleta *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) na bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

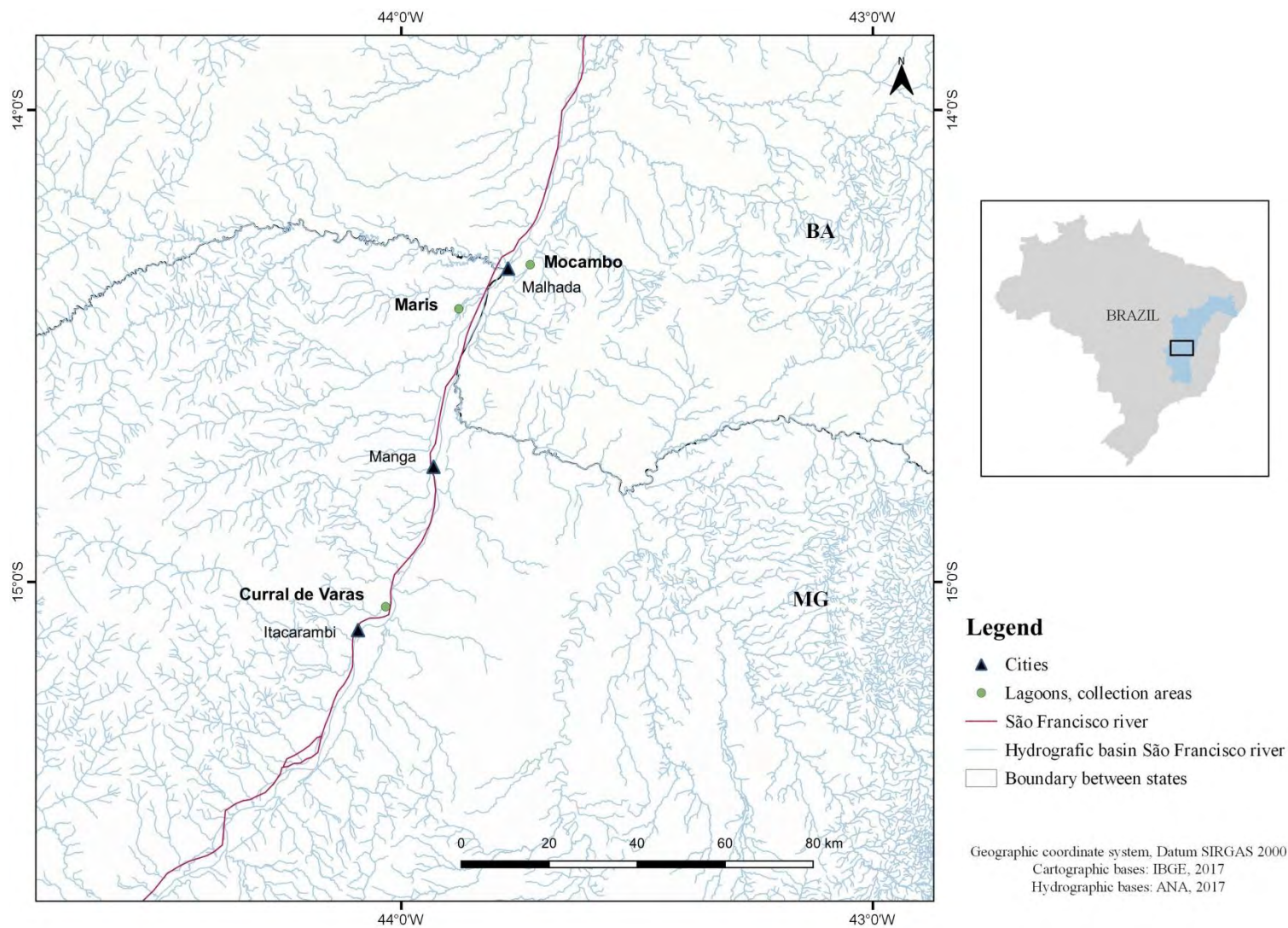


Figura 2. Áreas de coleta (lagoas) de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) na bacia do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

2.2. *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875

Um total de 85 espécimes de *S. brandtii* foi examinado em busca de endoparasitos. As pirambebas foram coletadas em onze lagoas marginais localizadas nos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, Brasil, conforme os dados apresentados nas Tabela 3 e 4, e nas Figuras 3 e 4.

Tabela 3. Locais de coleta de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Locais (lagoas)	Coordenadas	Município	Rio	Margem
<u>Alto</u>				
Volta Grande	20°01'42" S - 45°36'21" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Porcos	19°59'31" S - 45°36'04" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Batatas	19°59'09" S - 45°35'24" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Feia	19°57'54" S - 45°34'22" O	Lagoa da Prata/MG	São Francisco	Direita
Piranhas	19°48'09" S - 45°29'01" O	Moema/MG	São Francisco	Direita
Rio Velho	19°19'09" S - 44°34'49" O	Papagaios/MG	Paroapeba	Esquerda
Silva Campos	18°58'18" S - 45°05'54" O	Pompéu/MG	São Francisco	Direita
<u>Médio</u>				
Grande	15°30'27" S - 44°17'04" O	Pedras de Maria Cruz/MG	São Francisco	Direita
Curral de Varas	15°03'09" S - 44°02'00" O	Itacarambi/MG	São Francisco	Esquerda
Lapinha	14°57'43" S - 43°58'20" O	Matias Cardoso/MG	São Francisco	Direita
Mocambo	14°19'40" S - 43°43'37" O	Malhada/BA	São Francisco	Direita

Tabela 4. Pontos de coleta, período de coleta, número e tamanho de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 coletados em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Número total – N; número de fêmeas – NF; número de machos – NM; comprimento total médio – CTM; e respectivas faixas de tamanho (Amplitude).

Locais (lagoas)	Período de coleta	N	NF	NM	CTM	Amplitude
<u>Alto</u>						
Volta Grande	Novembro/17	1	-	1	20.0	20.0
Porcos	Setembro/16	5	2	3	18.3	14.5 - 23.0
Batatas	Setembro/18	17	8	9	21.4	13.0 - 30.0
Feia	Junho/11	3	3	-	21.0	16.0 - 24.0
Piranhas	Junho/11	6	6	-	20.4	17.0 - 29.0
Rio Velho	Junho/16	2	2	-	19.0	19.0
Silva Campos	Outubro/16	1	1	-	26.0	26.0
<u>Médio</u>						
Grande	Novembro/08	14	6	8	17.0	14.0 - 21.0
Curral de Varas	Outubro/07	11	5	6	20.4	15.0 - 23.0
Lapinha	Novembro/08	5	2	3	14.7	14.0 - 16.0
Mocambo	Outubro/07	20	15	5	21.9	18.0 - 27.0

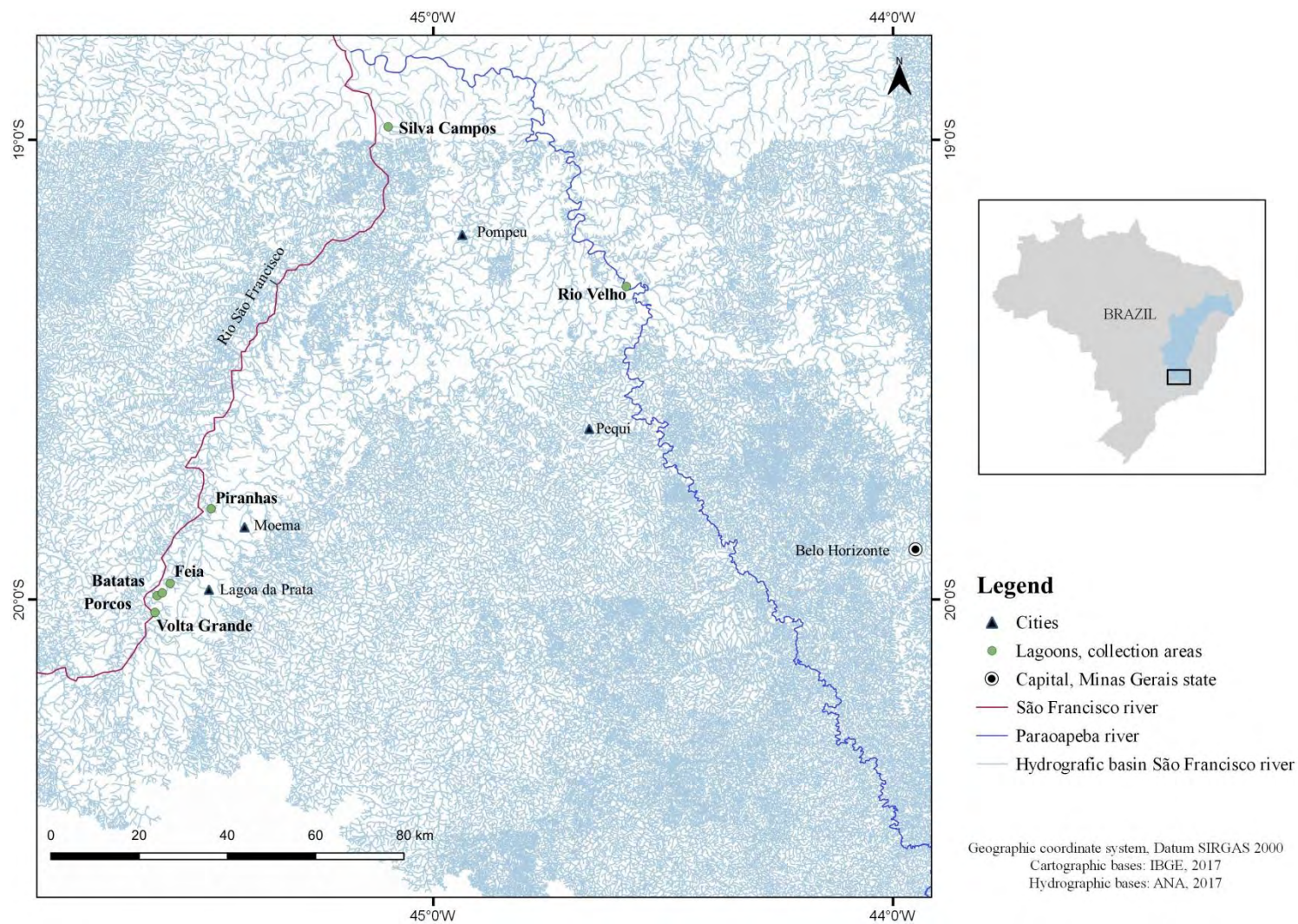


Figura 3. Áreas de coleta *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 na região da bacia do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (MG), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

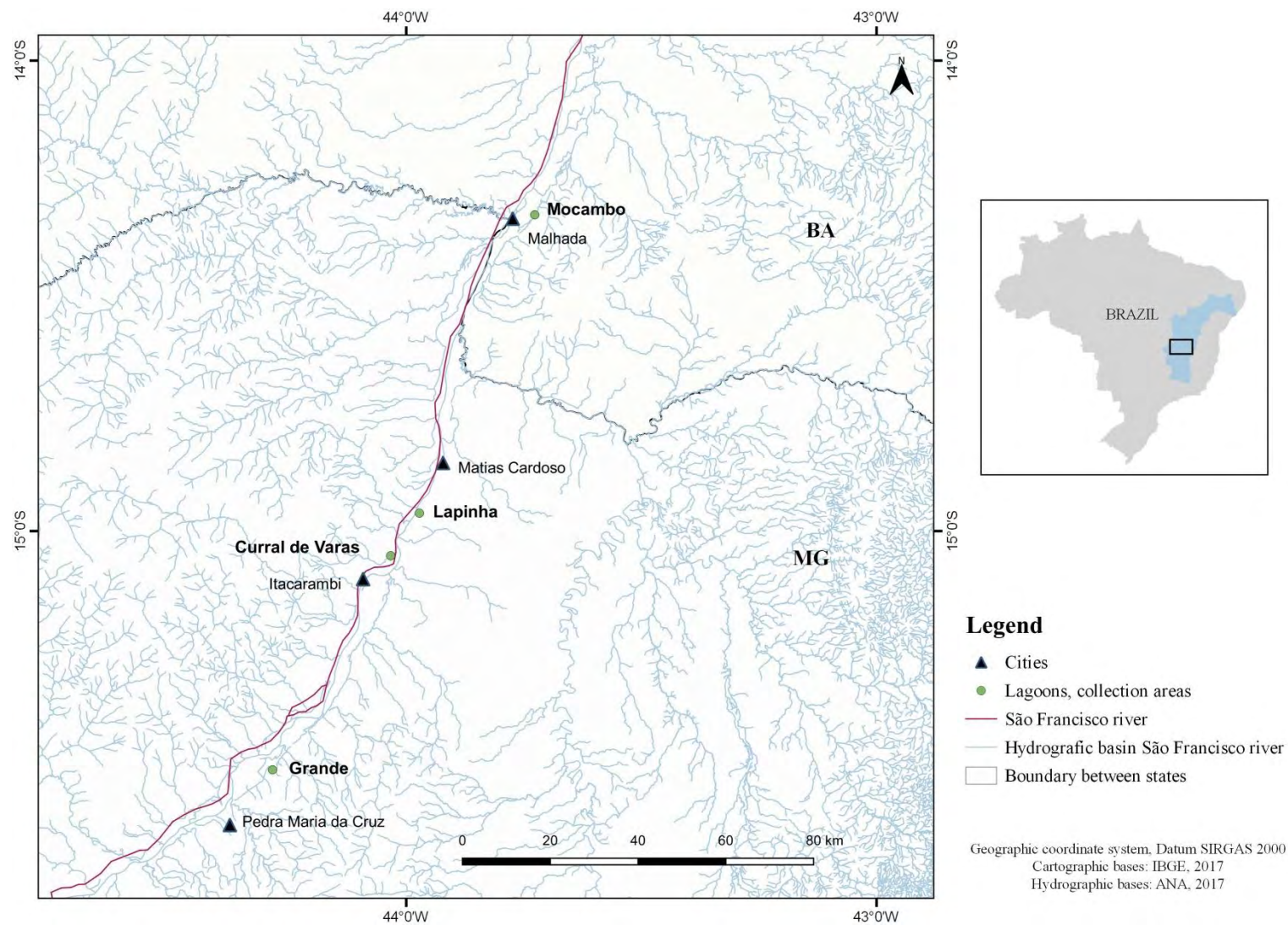


Figura 4. Áreas de coleta *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 na bacia do médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Fonte: Rayane Duarte

3. Resultados

3.1. Estrutura da comunidade endoparasitária de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)

No total, quatorze espécies ou grupos de endoparasitos foram identificados nas comunidades parasitárias de *P. piraya* de nove lagoas marginais da bacia do rio São Francisco. Os táxons identificados, pertencentes a três filos foram: Filo Platyhelminthes - Eucestoda - Proteocephalidae gen. sp.1 (larvas plerocercoides encistadas) e Proteocephalidae gen. sp.2 (espécimes desencistados, maiores, com desenvolvimento de escólice até proglótides); no Filo Nematoda foram onze representantes – Nematoda fam. gen. sp. (adulto); Anisakidae (larvas) - *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2 e *Hysterothylacium* sp.; Gnathostomatidae (larvas) - *Spiroxys* sp.; Capillariidae (juvenis/adultos) - Capillariidae gen. sp.2; Camallanidae (juvenis/adultos) - *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*; Cucullanidae (juvenis/adultos) – *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; Guyanemidae (juvenis/adultos) – *G. baudi*; e Cystidicolidae (juvenis/adultos) – *C. fischeri*; Filo Pentastomida – Sebekidae (ninfas) – *Sebekia* sp..

Entre os endoparasitos larvais, representados por seis espécies, *Contracaecum* sp. Tipo 1 ocorreu em seis (três no alto e três no médio) das nove lagoas em que *P. piraya* foi coletado na bacia do alto e médio São Francisco. Essa espécie foi seguida por Proteocephalidae gen. sp.1 registrada em cinco (duas no alto e três no médio) lagoas; *Spiroxys* sp. em quatro (duas no alto e duas no médio) lagoas; *Contracaecum* sp. Tipo 2 em três lagoas (uma no alto e duas no médio); e *Hysterothylacium* sp. foi registrada em apenas duas (uma no alto, outra no médio) lagoas. As ninfas do pentastomídeo *Sebekia* sp. foram registradas apenas em três, todas no médio, das nove lagoas marginais amostradas entre os trechos da bacia do alto e médio rio São Francisco. Todas as espécies em estágio larval estiveram distribuídas entre lagoas dos dois trechos, com exceção de *Sebekia* sp. (Tabela 5).

Entre os endoparasitos em estágios juvenil e adulto foram encontradas oito espécies, sendo uma de Platyhelminthes (Proteocephalidae gen. sp.2) e sete espécies de Nematoda. *Procamallanus* (S.) *inopinatus* se destacou ocorrendo em oito das nove lagoas amostradas, sendo que na lagoa Porcos não houve registro de espécies de endoparasitos nas (apenas) três necropsias realizadas. Outras três espécies frequentes foram *C. fischeri*, Proteocephalidae gen. sp.2 e Capillariidae gen. sp.2, que ocorreram em seis, cinco e quatro lagoas, respectivamente. Entre as espécies em estágio juvenil/adulto menos frequentes entre as lagoas ficaram *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., Nematoda fam. gen. sp. e *G. baudi* que ocorreram em três, duas e uma lagoa, respectivamente (Tabela 5).

Os índices parasitários, os sítios de infecção, os estágios de desenvolvimento das espécies de parasitos e números de deposição na CHIOC dos espécimes representativos dos parasitos registrados em *P. piraya* por localidade na bacia do alto ou médio rio São Francisco foram relacionados na Tabela 5.

Tabela 5. Ocorrência de espécies endoparasitárias, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (cavidade abdominal - CA; cecos intestinais - CI; estômago - E; intestino - I), em *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Medio Rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.							
Espécies de endoparasitos	CHIOC	Índices			Sítio	Localidade	
		P	IM ± SD	AM ± DP			
Platyhelminthes							
Proteocephalidae							
Proteocephalidae gen. sp.1 (plerocercoides)	39327	36%	24.00 ± 8.22	8.57 ± 12.77	CI	Piranhas	Alto
		50%	20.00	10.00 ± 14.14	CI	Silva Campos	Alto
		88%	205.33 ± 143.57	181.18 ± 150.62	CA, CI	Curral de Varas	Médio
		60%	45.00 ± 53.03	27.00 ±46.13	CI	Maris	Médio
		48%	19.10 ± 17.17	9.10 ± 15.11	CA, CI	Mocambo	Médio
Proteocephalidae gen. sp.2 (desencistados)		33%	1.00	0.33 ± 0.58	I	Feia	Alto
		36%	1.40 ± 0.55	0.50 ± 0.76	CA, I	Piranhas	Alto
		18%	5.33 ± 6.66	0.94 ± 3.15	I	Curral de Varas	Médio
		53%	1.63 ± 0.92	0.87 ± 1.06	CA, I	Maris	Médio
		19%	1.50 ± 0.58	0.29 ± 0.64	I	Mocambo	Médio
Nematoda (Larvas)							
Anisakidae							
Contracaecum sp. Tipo 1	39331	67%	2.50 ± 2.12	1.67 ± 2.08	CA	Feia	Alto
		86%	6.42 ± 6.68	5.50 ± 6.57	CA, CI	Piranhas	Alto
		50%	2.00	1.00 ± 1.41	CA, E	Silva Campos	Alto
		24%	2.25 ±1.26	0.53 ± 1.12	CA	Curral de Varas	Médio
		73%	3.00 ± 2.14	2.20 ± 2.27	CA, CI, E	Maris	Médio
		38%	2.00 ± 2.45	0.76 ± 1.76	CA, CI	Mocambo	Médio
Contracaecum sp. Tipo 2	39337	14%	2.00	0.29 ± 0.73	CA, E	Piranhas	Alto
		39335	18%	2.67 ± 2.08	0.47 ± 1.28	CA	Curral de Varas	Médio

		14%	1.67 ± 1.15	0.24 ± 0.70	CA	Mocambo	Médio
<i>Hysterothylacium</i> sp.		100%	2.00	2.00 ± 1.41	CA	Silva Campos	Alto
		7%	1.00	0.07 ± 0.26	CI	Maris	Médio
Gnathostomatidae							
<i>Spiroxys</i> sp.		25%	1.00	0.25 ± 0.50	CA	Rio Velho	Alto
	39360	100%	2.50 ± 0.71	2.50 ± 0.71	CA	Silva Campos	Alto
		12%	1.00	0.12 ± 0.33	CA	Curral de Varas	Médio
		33%	2.60 ± 1.52	0.87 ± 1.51	CA, CI	Maris	Médio
Nematoda (juvenis/adultos)							
Nematoda fam. gen. sp.		20%	1.00	0.20 ± 0.41	CA	Maris	Médio
Capillariidae							
Capillariidae gen. sp. 2		29%	1.50 ± 1.00	0.43 ± 0.85	CA, E	Piranhas	Alto
		100%	1.00	1.00	CA	Silva Campos	Alto
		60%	2.78 ± 1.72	1.67 ± 1.91	CA, CI, E, I	Maris	Médio
		10%	1.50	0.14 ± 0.36	CA, CI, I	Mocambo	Médio
Camallanidae							
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>		33%	1.00	0.33 ± 0.58	I	Feia	Alto
		14%	1.00	0.14 ± 0.36	I	Piranhas	Alto
	39352	100%	4.00	4.00	CA	Capuava	Alto
		100%	1.75 ± 0.96	1,75 ± 0.96	CA, CI, I	Rio Velho	Alto
		100%	1.50 ± 0.71	1.50 ± 0.71	CI, I	Silva Campos	Alto
		41%	1.00	0.41 ± 0.51	CA, I	Curral de Varas	Médio
		40%	1.17 ± 0.41	0.47 ± 0.64	I	Maris	Médio
	39355	29%	1.50 ± 0.84	0.43 ± 0.81	CA, CI, I	Mocambo	Médio
	39356						
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>saofrancisensis</i>	39357	21%	1.33 ± 0.58	0.29 ± 0.61	I	Piranhas	Alto
		50%	1.00	0.50 ± 0.71	I	Silva Campos	Alto
		6%	1.00	0.06 ± 0.24	I	Curral de Varas	Médio
Cucullanidae							
<i>Cucullanus</i> (Cucullanus) sp.	39338	12%	1.00	0.12 ± 0.33	I	Curral de Varas	Médio
	39339	7%	1.00	0.07 ± 0.26	I	Maris	Médio
Guyanemidae							

<i>Guyanema baudi</i>	39347	7%	2.00	0.13 ± 0.52	CA	Maris	Médio
Cystidicolidae							
<i>Cystidicoloides fischeri</i>		33%	9.00	3.00 ± 5.20	E	Feia	Alto
		14%	3.00 ± 2.83	0.43 ± 1.34	CI	Piranhas	Alto
		50%	2.00	1.00 ± 1.41	CI	Silva Campos	Alto
	39341	18%	1.33 ± 0.58	0.24 ± 0.56	CA, E	Curral de Varas	Médio
		13%	4.00 ± 1.41	0.53 ± 1.46	CA, CI, E	Maris	Médio
		29%	16.17 ± 35.21	4.62 ± 19.13	CA, CI, E	Mocambo	Médio
Pentastomida							
Sebekidae (ninf)							
<i>Sebekia</i> sp.		12%	1.50 ± 0.71	0.18 ± 0.53	CA	Curral de Varas	Médio
	39330	47%	1.00	0.47 ± 0.52	CA, CI	Maris	Médio
		14%	7.33 ± 9.29	1.05 ± 3.94	CA, CI	Mocambo	Médio

3.2. Estrutura da comunidade endoparasitária de *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875

O total de quatorze grupos ou espécies de endoparasitos foi identificado nas comunidades endoparasitárias de *S. brandtii* de onze lagoas marginais da bacia do rio São Francisco. Os táxons identificados foram: Filo Platyhelminthes - Trematoda – Digenea (metacercária) – Digenea fam. gen. sp.; Diplostomidae (metacercárias) – *S. musculosum*; Eucestoda - Proteocephalidae gen. sp.1 (larvas plerocercoides encistadas) e Proteocephalidae gen. sp.2 (espécimes desencistados, maiores, com desenvolvimento de escólice até proglótides); e do Filo Nematoda - Anisakidae (larvas) - *Contracaecum* sp. Tipo 1 e Tipo 2, *Hysterothylacium* sp.; Gnathostomatidae - *Spiroxys* sp.; Raphidascarididae – *Goezia* sp.; Capillariidae – Capillariidae gen sp.; Camallanidae - *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *Procamallanus* (S.) *freitasi*; Cucullanidae – *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.; e Cystidicolidae – *C. fischeri*.

Entre as oito espécies de endoparasitos larvais identificadas em *S. brandtii* de onze lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, *Contracaecum* sp. Tipo 1 se destacou ocorrendo em todas as onze lagoas, sempre com prevalência acima de 10%; seguido por *Spiroxys* sp. que ocorreu em seis (três no alto e três no médio) lagoas. Em cinco lagoas, cada, ocorreram Proteocephalidae gen. sp.1 (uma no alto e quatro no médio) e *Hysterothylacium* sp. (quatro no alto e uma no médio); seguido por *Contracaecum* sp. Tipo 2 em quatro lagoas (uma no alto e três no médio); por fim, as metacercárias de Digenea fam. gen. sp. e *S.*

musculosum ocorreram em uma lagoa (Batatas), assim como *Goezia* sp. (Silva Campos), ambas da bacia do alto rio São Francisco.

Entre as seis espécies de endoparasitos em estágios juvenil e adulto foram registradas uma de Platyhelminthes (Proteocephalidae gen. sp.2, ocorrendo em três lagoas) e cinco espécies de Nematoda. *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *C. fischeri* se destacaram ocorrendo em dez (ambas em seis do alto e quatro do médio) das onze lagoas em que *S. brandtii* foi coletado. As outras três espécies (Capillariidae gen. sp.2, *Procamallanus* (S.) *freitasi* e *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp.) ocorreram em uma lagoa cada (Tabela 6).

Os índices parasitários, os sítios de infecção, os estágios de desenvolvimento das espécies de parasitos e números de deposição na CHIOC dos espécimes representativos dos parasitos registrados em *S. brandtii* por localidade na bacia do alto ou médio rio São Francisco foram relacionados na Tabela 6.

Tabela 6. Ocorrência de espécies de endoparasitos, números de deposição de espécimes representativos na CHIOC (Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz), índices parasitários (prevalência - P; intensidade média - IM; abundância média - AM; desvio padrão - DP) e sítios de infecção (cavidade abdominal - CA; cecos intestinais - CI; estômago - E; intestino - I;), em *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.

Medio Rio São Francisco, Estados de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil.							
Espécies de endoparasitos	CHIOC	Índices			Sítio	Localidade	
		P	IM ± SD	AM ± DP			
Platyhelminthes							
Digenea (metacercária)							
Digenea fam. gen. sp.		6%	1.00	0.06 ± 0.24	CA	Batatas	Alto
Diplostomidae (metacercarias)							
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i>	39328	6%	1.00	0.06 ± 0.24	E	Batatas	Alto
Proteocephalidae							
Proteocephalidae gen. sp.1 (plerocercoides)		67%	30.00	20.00 ± 17.32	CA, CI	Feia	Alto
		14%	20.00 ± 14.14	2.86 ± 8.25	CI	Grande	Médio
	39326	82%	8.78 ± 3.70	7.18 ± 4.85	CA, CI	Curral de Varas	Médio
		60%	9.33 ± 6.03	5.60 ± 6.66	E, CA, CI	Lapinha	Médio
		80%	19.38 ± 20.32	15.50 ± 19.73	E; CA, CI	Mocambo	Médio
		6%	1.00	0.06 ± 0.24	I	Batatas	Alto

Proteocephalidae gen. sp.2 (desencistados)	7%	1.00	0.07 ± 0.27	CA	Grande	Médio
	40%	1.00	0.40 ± 0.55	I	Lapinha	Médio
Nematoda (Larvas)						
Anisakidae						
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	100%	5.00	5.00	CA	Volta Grande	Alto
	60%	3.00 ± 2.65	1.80 ± 2.49	CA, E	Porcos	Alto
	29%	2.20 ± 2.68	0.65 ± 1.69	CA	Batatas	Alto
	67%	3.00 ± 2.83	2.00 ± 2.65	CA	Feia	Alto
	83%	6.60 ± 5.50	5.50 ± 5.61	CA, CI	Piranhas	Alto
39333	100%	2.50 ± 2.12	2.50 ± 2.12	CA	Rio Velho	Alto
	100%	3.00	3.00	CA	Silva Campos	Alto
	93%	27.31 ± 41.17	25.36 ± 40.22	CA, CI; E	Grande	Médio
	18%	4.50 ± 4.95	0.82 ± 2.40	CA	Curral de Varas	Médio
	100%	11.00 ± 10.15	11.00 ± 10.15	CA, CI; E	Lapinha	Médio
	30%	1.67 ± 0.82	0.50 ± 0.89	CA, CI, E	Mocambo	Médio
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2	6%	1.00	0.06 ± 0.24	CA	Batatas	Alto
	14%	1.00	0.14 ± 0.53	CA	Grande	Médio
39336	27%	3.00 ± 1.73	0.82 ± 1.60	CA	Curral de Varas	Médio
	5%	1.00	0.05 ± 0.22	CA	Mocambo	Médio
<i>Hysterothylacium</i> sp.	39348	27.29 ± 28.95	11.24 ± 22.49	CA	Batatas	Alto
	33%	1.00	0.33 ± 0.58	CA	Feia	Alto
	50%	1.00	0.50 ± 0.71	CA	Rio Velho	Alto
	100%	7.00	7.00	CA	Silva Campos	Alto
	7%	1.00	0.07 ± 0.27	CA	Grande	Médio
Gnathostomatidae						
<i>Spiroxys</i> sp.	12%	2.50 ± 2.12	0.29 ± 0.99	CA	Batatas	Alto
	33%	1.00	0.33 ± 0.58	CA	Feia	Alto
	17%	1.00	0.17 ± 0.41	CA	Piranhas	Alto
	7%	1.00	0.07 ± 0.27	CI	Grande	Médio
	18%	1.50 ± 0.71	0.27 ± 0.65	CI	Curral de Varas	Médio
39359	40%	4.50 ± 2.12	1.80 ± 2.68	CA, E	Lapinha	Médio
Raphidascarididae						

<i>Goezia</i> sp.	39344	100%	5.00	5.00	CA	Silva Campos	Alto
Nematoda							
(juvenis/adultos)							
Capillariidae							
Capillariidae gen. sp.2		20%	1.00	0.20 ± 0.45	E	Lapinha	Médio
Camallanidae							
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i>	.	100%	1.00	1.00	I	Volta Grande	Alto
		40%	1.50 ± 0.71	0.60 ± 0.89	I	Porcos	Alto
	39351	65%	1.45 ± 0.82	0.94 ± 0.97	CI, I	Batatas	Alto
		67%	1.00	0.67 ± 0.58	I	Feia	Alto
		67%	1.75 ± 0.96	1.17 ± 1.17	I	Piranhas	Alto
		50%	5.00	2.50 ± 3.54	CA	Rio Velho	Alto
		14%	1.00	0.14 ± 0.36	I	Grande	Médio
		9%	1.00	0.09 ± 0.30	I	Curral de Varas	Médio
		20%	1.00	0.20 ± 0.45	I	Lapinha	Médio
		20%	2.25 ± 1.89	0.45 ± 1.19	I	Mocambo	Médio
<i>Procamallanus</i> (S.) <i>freitasi</i>	39350	100%	1.00	1.00	E	Volta Grande	Alto
Cucullanidae							
<i>Cucullanus</i> (<i>Cucullanus</i>) sp.	39340	5%	1.00	0.05 ± 0.22	I	Mocambo	Médio
Cystidicolidae							
<i>Cystidicoloides fischeri</i>		100%	2.00	2.00	CA	Volta Grande	Alto
		20%	3.00	0.60 ± 1.34	E	Porcos	Alto
		29%	2.60 ± 1.46	0.76 ± 1.30	CA, E	Batatas	Alto
		33%	6.00	2.00 ± 3.46	E	Feia	Alto
		17%	2.00	0.33 ± 0.82	E	Piranhas	Alto
		100%	1.00	1.00	CA	Rio Velho	Alto
		7%	1.00	0.07 ± 0.27	E	Grande	Médio
		9%	1.00	0.09 ± 0.30	E	Curral de Varas	Médio
		60%	2.00 ± 1.73	1.20 ± 1.64	CA, E	Lapinha	Médio
	39343	45%	1.67 ± 0.87	0.75 ± 1.02	CA, CI, E	Mocambo	Médio

4. Discussão

Dez espécies de endohelmintos já foram registradas em *P. piraya* na região do alto São Francisco, sendo quatro em fase adulta e seis em estágio larval: *Capillostrongyloides sentinosa*, *C. fischeri*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *S. rodolphiheringi* (todas adultas) e

Austrodiplostomum sp. (metacercárias), Proteocephalidae gen. sp. (larvas plerocercoides), *Contracaecum* sp., *Goezia* sp., *Hysterothylacium* sp. e *Spiroxys* sp. (todas larvais) (BRASIL-SATO, 2003; MORAVEC et al., 2008; SANTOS et al., 2009; SANTOS-CLAPP et al., 2022). No presente estudo, mais uma espécie larval, as ninfas de *Sebekia* sp. e seis espécies adultas, Proteocephalidae gen. sp. 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi* e Nematoda fam. gen. sp. foram adicionadas a fauna endoparasitária conhecida de *P. piraya*.

Sete espécies já foram citadas em *S. brandtii* na região do alto São Francisco, sendo duas cujos espécimes atingiram o estágio adulto e cinco com espécimes em estágio larval: *C. sentinosa* e *Procamallanus* (S.) *inopinatus* (espécies adultas) e *Philometra* sp., *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp. (espécies larvais) (MOREIRA et al., 1994; BRASIL-SATO, 2003; SANTOS et al., 2009). Três espécies de endohelmintos em fase larval Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum* e Proteocephalidae gen. sp. 1 e quatro espécies em fase adulta Proteocephalidae gen. sp. 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *freitasi* e *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp. foram adicionadas a fauna endoparasitária conhecida de *S. brandtii*.

Larvas de nematoides e proteocefalídeos larvais (plerocercoides) estavam presentes, com índices parasitários expressivos, em piranhas e pirambebas de todas as lagoas da bacia do alto e médio São Francisco. Registros como esses têm sido comuns a várias espécies de peixes estudadas e taxonomicamente não relacionadas na bacia do rio São Francisco, caracterizando-as como espécies de ocorrência generalista que utilizam os hospedeiros peixes como intermediários e/ou paratênicos em seus ciclos de vida, esses registros tem sido relacionados diretamente com os itens alimentares ingeridos pelas espécies hospedeiras (BRASIL-SATO, 2003; MONTEIRO et al., 2009; SABAS & BRASIL-SATO, 2014; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014; ALBUQUERQUE et al., 2016; DUARTE et al., 2016, 2022; VIEIRA-MENEZES et al., 2017, ALMEIDA-BERTO et al., 2018; DUARTE et al., 2022; SANTOS-CLAPP et al., 2022).

Nas piranhas (*P. piraya*) do presente estudo, foram encontrados fragmentos e espécimes inteiros de peixes, artrópodes (crustáceos, por exemplo, camarões e insetos), algas e até itens não alimentares como linhas de pesca durante as necropsias de estômago; já nas pirambebas (*S. brandtii*) foram encontrados peixes inteiros, fragmentos e/ou escamas, moluscos, artrópodes (crustáceos, por exemplo, ostracodes e insetos) e algas. Sendo as diferenças alimentares diretamente ligadas a ocorrência ou ausência de espécies endoparasitárias e até ao compartilhamento ou exclusividade de espécies entre as comunidades parasitárias das espécies

hospedeiras. Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., e *C. fischeri* foram espécies comuns as duas faunas endoparasitárias, indicando que os nichos de ciclos parasitários e itens alimentares incluídos nas dietas dos hospedeiros peixes, de certa forma, se sobrepõem. Ao passo que espécies exclusivamente registradas em uma das comunidades vão refletir a inclusão de componentes diferenciais em suas dietas. As espécies adultas Nematoda fam. gen. sp., *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis* e *G. baudi* e a espécie larval (ninf) *Sebekia* sp. foram exclusivas da comunidade endoparasitária de *P. piraya*, já as espécies larvais Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum* e *Goezia* sp. e a espécie adulta *Procamallanus* (S.) *freitasi*, foram exclusivas da comunidade de *S. brandtii*.

O parasitismo de metacercárias de Digenea fam. gen. sp. e *S. musculosum* presentes na fauna endoparasitária de *S. brandtii* da lagoa Batatas, bacia do alto São Francisco, mesmo com baixos índices (P = 6%; IM = 1,00 e AM = $0,06 \pm 0,24$, para ambas), justifica-se pelo encontro de moluscos no estômago das pirambebas. No ciclo de vida dos digenéticos o mais comum é que moluscos atuem como primeiro hospedeiro intermediário e peixes entram neste ciclo ingerindo metacercárias encistadas ao se alimentarem (THATCHER, 2006; EIRAS et al., 2010). Não foram registradas em *P. piraya* do presente estudo a ocorrência desses parasitos, o que também pode ser correlacionado a ausência de moluscos nas necropsias estomacais das piranhas coletadas nas lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco. No entanto metacercárias da espécie generalista *Austrodiplostomum* sp. foram reportadas, também com baixos índices (P = 0,9%; IM = 1,0; e AM = 0.009 ± 0.09) por Santos-Clapp et al. (2022) em *P. piraya* do reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, indicando provavelmente um parasitismo accidental.

Spiroxys sp. foi registrada pela primeira vez no reservatório de Três Marias, alto São Francisco por Santos et al. (2009), parasitando três espécies de peixes carnívoros (piscívoros) de topo da cadeia alimentar: *P. piraya* (SANTOS et al., 2009; SANTOS-CLAPP et al., 2022), *S. brandtii* (SANTOS et al., 2009), *Cichla kelberi* (SANTOS et al., 2009; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014). Posteriormente, essas larvas foram registradas em *Salminus hilarii* (DUARTE et al., 2016), no forrageiro (carnívoro) *Astyanax fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017) e em *Acestrorhynchus lacustris*, conforme registrado no primeiro capítulo da presente Tese (DUARTE et al., 2022). *Spiroxys* sp. também foi registrada nos forrageiros *Tetragonopterus chalcus* e *Triportheus guentheri* (ALBUQUERQUE et al., 2016), sendo que a presença desse nematoide larval nas piranhas e pirambebas de lagoas marginais da bacia do

alto e médio rio São Francisco, reforça a ocorrência dessa espécie em ambos hospedeiros na bacia, mas agora de forma mais abrangente. De acordo com Moravec (1998) os peixes de água doce são hospedeiros paratênicos dessas larvas com a possibilidade de que sejam *S. contortus*, uma espécie bem distribuída.

Procamallanus (S.) inopinatus e *C. fischeri* se destacaram em relação às espécies adultas registradas nas duas faunas endorapazitárias apresentadas, pelo fato de ocorrerem em todas, ou quase todas as localidades amostradas para *P. piraya* e *S. brandtii*, onde em apenas uma ocorrência (entre as 18) que *Procamallanus (S.) inopinatus* apresentou prevalência abaixo de 10% (P = 9% em *S. brandtii*, da lagoa Curral de Varas), enquanto *C. fischeri*, nas 16 ocorrências registradas, também, só apresentou duas com prevalência abaixo de 10% (P = 7 e 9%, em *S. brandtii*, das lagoas Grande e Curral de Varas, respectivamente). *Procamallanus (S.) inopinatus* é espécie conhecidamente generalista e de ampla distribuição (SABAS & BRASIL-SATO, 2014; SANTOS-CLAPP & BRASIL-SATO, 2014; DUARTE et al., 2016; 2022; MONTEIRO et al. 2016; RIBEIRO et al., 2016; ALMEIDA-BERTO et al., 2018; FUJIMOTO et al., 2018; FERNANDES, CASALI & TAKEMOTO, 2019; SANTOS-CLAPP et al., 2022) e *C. fischeri*, desde a redescritção da espécie apresentada por Moravec et al. (2008), a partir de espécimes coletados em *P. piraya*, *S. brandtii* do reservatório de Três Marias (SANTOS, 2008; SANTOS-CLAPP et al., 2022), na fase adulta têm se mostrado associada não só a piranhas e pirambebas, mas também a dourados-brancos (*S. hilarii*) (DUARTE, 2018) e *A. lacustris* (DUARTE et al., 2022), carnívoros predadores de topo da bacia do rio São Francisco. Larvas já foram registradas em peixes menores da bacia, considerados possíveis hospedeiros intermediários, *A. bimaculatus*, *A. fasciatus*, *B. affinis* e *O. franciscensis* (ALBUQUERQUE, 2013); *T. chalceus*, *T. guentheri* (ALBUQUERQUE, 2016); e larvas de *Cystidicoloides* sp. foram registradas em *L. reinhardti* (MARTINS, 2012); e *A. fasciatus* (VIEIRA-MENEZES et al., 2017).

A presença de espécies em estágio larval em predadores de topo na cadeia alimentar, como *P. piraya* e *S. brandtii*, desperta para importância deles nas dinâmicas dos ciclos de vida parasitários, não só como hospedeiros finais (definitivos) de espécies adultas, mas também como hospedeiros em que ocorre o amadurecimento de endoparasitos (hospedeiro intermediário), ou ainda como hospedeiro dispensor e/ou reservatório (hospedeiro paratênico) de espécies que não apresentam evolução fora de seus hospedeiros específicos. Essa participação múltipla vai além da esperada como hospedeiros definitivos, que por já incluir na dieta peixes menores previamente infectados devem albergar de forma mais representativa endoparasitos em estágio adulto (BELL & BURT, 1991).

5. Conclusões

- O presente estudo revelou pela primeira vez a comunidade endoparasitária e índices ecológicos de *P. piraya* e *S. brandtii* coletados em diferentes ambientes lagunares marginais, nos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco. A composição da comunidade parasitária desses peixes carnívoros, coletados em nove e onze lagoas, respectivamente, que margeiam a bacia do alto e médio rio São Francisco, compreendeu quatorze espécies de endoparasitos em cada fauna endoparasitária.
- Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., e *C. fischeri* foram espécies comuns às duas faunas endoparasitárias.
- Nematoda fam. gen. sp., *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*; *G. baudi*; e *Sebekia* sp. foram espécies exclusivas da comunidade endoparasitária de *P. piraya*.
- Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, *Goezia* sp. e *Procamallanus* (S.) *freitasi* foram espécies exclusivas da fauna parasitária de *S. brandtii*.
- Proteocephalidae gen. sp. 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. são espécies citadas pela primeira vez em *P. piraya*.
- Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2, Capillariidae gen. sp.2, *Procamallanus* (S.) *freitasi* e *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp. são espécies reportadas pela primeira vez em *S. brandtii*.
- O registro de Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. é inédito, expandindo assim a distribuição geográfica dessas espécies para a bacia do alto e médio rio São Francisco.

CAPÍTULO V

**ASPECTOS GERAIS E BREVE COMPARAÇÃO DAS RIQUEZAS PARASITÁRIAS
DAS COMUNIDADES ENDOPARASITÁRIAS DE *Acestrorhynchus lacustris*
(LÜTKEN, 1875), *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794), *Pygocentrus piraya* (CUVIER,
1819) E *Serrasalmus brandtii* LÜTKEN, 1875 DA BACIA DO ALTO E DO MÉDIO RIO
SÃO FRANCISCO, MG/BA**

RESUMO

O último capítulo deste trabalho de Tese teve como objetivo apresentar uma análise geral descritiva do conjunto de dados estudado nos demais capítulos apresentados e fazer uma breve comparação das espécies componentes compartilhadas ou exclusivas das comunidades endoparasitárias das quatro espécies de peixes carnívoros: *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875, nas localidades em que foram amostrados na bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais e Bahia, Brasil. Do total de 342 peixes coletados e examinados, 332 espécimes examinados estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito, apenas dez hospedeiros não foram parasitados. O total de 66.258 espécimes de endoparasitos foram quantificados e compuseram as quatro comunidades endoparasitárias dos peixes de lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco. *Hoplias malabaricus* apresentou a comunidade endoparasitária mais rica com 32.557 espécimes de endoparasitos e *S. brandtii* foi a espécie que apresentou a comunidade menos rica entre os quatro hospedeiros, com 1.364 espécimes. No total, 8.441 espécimes de endoparasitos foram quantificados entre as quatro espécies de peixes coletadas no trecho alto da bacia rio São Francisco e 57.817 espécimes nos hospedeiros provenientes do trecho médio da bacia rio São Francisco. Pelo menos 28 espécies de endoparasitos, pertencentes a quatro filos (Platyhelminthes, Nematoda, Acanthocephala, Pentastomida) foram encontradas e identificadas, sendo treze espécies em estágio larval e quinze em estágios juvenil/adulto. *Acestrorhynchus lacustris* teve a fauna endoparasitária mais diversa, composta por 18 espécies de endohelmintos e teve dez espécies exclusivas. *Hoplias malabaricus* apresentou a comunidade endoparasitária menos diversa com nove espécies e não teve espécie exclusiva registrada. Sete espécies: *Proteocephalidae* gen. sp. 1 (plerocercoides), *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Contracaecum* sp. Tipo 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *Cystidicoloides fischeri* foram compartilhadas entre os quatro hospedeiros. As diferenças alimentares entre os hospedeiros estudados refletiram na estrutura de suas comunidades endoparasitárias, mostrando a ocorrência de espécies exclusivas como efeito dos itens particularmente ingeridos. Já a “ausência” de exclusividade de espécies de endohelmintos, como por exemplo, entre *H. malabaricus* e as demais espécies hospedeiras, indica uma possível similaridade dos itens alimentares ingeridos pelas traíras em relação aos demais peixes do presente estudo. Resultados inéditos e abrangentes deste capítulo deverão fazer parte de futuros trabalhos com os hospedeiros da bacia do rio São Francisco.

Palavras-Chave: Compartilhamento de espécies, Digenea, Eucestoda, Nematoda, Peixes carnívoros

ABSTRACT

The last chapter of this thesis aimed to present a general descriptive analysis of the data set studied in the other chapters and to make a brief comparison of the shared or exclusive endoparasitic communities among the four hosts: *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) and *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875, in the locations where they were sampled in the upper and middle São Francisco river basin, Minas Gerais and Bahia, Brazil. Among the total of 342 fish hosts collected in the thirteen sampled lakes, 332 specimens examined were parasitized by at least one species of parasite, only ten hosts were not parasitized. Within this scenario, the 66.258 specimens of endoparasites were quantified in the four endoparasitic communities of fish from lagoons in the upper and middle São Francisco river basin. *Hoplias malabaricus* had the richest endoparasite community with 32.557 endoparasite specimens and *S. brandtii* was the species that had the least rich community among the four hosts, with 1.364 specimens. In total, 8.441 specimens of endoparasites were quantified among the four fish species collected in the upper stretch of the São Francisco river basin and 57.817 specimens in hosts from the middle stretch of the São Francisco river basin. At least 28 species of endoparasites, belonging to four phyla (Platyhelminthes, Nematoda, Acanthocephala, Pentastomida) were found and identified, with thirteen species in the larval stage and fifteen in the juvenile/adult stages. *Acestrorhynchus lacustris* had the most diverse endoparasitic fauna, consisting of 18 endohelminth species and had ten unique species. *Hoplias malabaricus* had the least diverse endoparasitic community with nine species and had no exclusive species recorded. Seven species: Proteocephalidae gen. sp. 1 (plerocercoids), *Contracaecum* sp. Type 1, *Contracaecum* sp. Type 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus* and *Cystidicoloides fischeri* were shared among the four hosts. The dietary differences between the studied hosts reflected in the structure of their endoparasitic communities, showing the occurrence of exclusive species as an effect of the particularly ingested items, or even, the “absence” of exclusivity of endohelminth species, as for example, between *H. malabaricus* and the other host species, indicating a possible similarity of the food items ingested by the trahiras in relation to the other fish in the present study. Unpublished and comprehensive results from this chapter should be part of future work with the hosts of the São Francisco river basin.

Keywords: Carnivorous fish, Digenea, Eucestoda, Nematoda, Species sharing

O objetivo do quinto e último capítulo do presente trabalho de Tese, foi apresentar uma análise geral descritiva do conjunto estudado e uma breve comparação das comunidades endoparasitárias, levando em consideração a riqueza parasitária de cada comunidade e a presença de espécies compartilhadas ou exclusivas entre os quatro hospedeiros coletados em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), Brasil. Esta seção contempla resultados que farão parte de um trabalho abrangente, compreensivo e comparativo de faunas endoparasitárias dos hospedeiros dessa localidade futuramente.

A partir dos dados obtidos e apresentados nos capítulos anteriores, os 66.258 espécimes de endoparasitos quantificados, processados e identificados conforme metodologia padrão descrita a cada hospedeiro, foram totalizados do conjunto de 342 hospedeiros coletados entre as treze lagoas marginais da bacia do alto e médio do rio São Francisco, MG e BA. Para análise geral dos dados fez-se uma descrição das espécies endoparasitárias ocorridas no conjunto, mas também por hospedeiro, evidenciando suas exclusividades e compartilhamentos entre os peixes-cachorros, traíras, piranhas e pirambebas. Além de uma comparação de faunas endoparasitárias e a localidade das ocorrências das espécies de endoparasitos entre as lagoas dos trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco.

Do total de 342 peixes coletados, 332 espécimes examinados estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito, apenas dez hospedeiros não foram parasitados. Dentro deste panorama, os 66.258 espécimes de endoparasitos foram quantificados nas quatro comunidades endoparasitárias dos peixes de treze lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco. *Hoplias malabaricus* apresentou a comunidade endoparasitária mais rica com 32.557 espécimes de endoparasitos, *A. lacustris* com 28.045 espécimes, *P. piraya* com 4.292 espécimes e *S. brandtii* foi a espécie que apresentou a comunidade menos rica entre os quatro hospedeiros, com 1.364 espécimes, sendo provável uma variação para aumento deste número, pois foram armazenados 14 vidrinhos com tecidos estomacais de *S. brandtii* em etanol 70% para futura análise e quantificação do parasitismo e identificação das larvas de nematoides encistadas nas paredes da mucosa estomacal, devido a fragilidade do material, que vai requerer um tempo maior de examinação.

No total, 8.441 espécimes de endoparasitos foram quantificados entre as quatro espécies de peixes carnívoros coletadas nas lagoas da bacia do alto rio São Francisco e 57.817 espécimes nos hospedeiros de lagoas da bacia do médio rio São Francisco. Essas comunidades foram representadas por: *A. lacustris* (7479 espécimes de 14 espécies no trecho alto e 11 espécies e 20.566 espécimes no trecho médio); *H. malabaricus* (258 espécimes de seis espécies no trecho

alto e 32.299 espécimes de 9 espécies no trecho médio); *P. piraya* (293 espécimes de dez espécies no trecho alto e 3.999 espécimes de 14 espécies no trecho médio) e *S. brandtii* (411 espécimes de 11 espécies no trecho alto e 953 espécimes de dez espécies no trecho médio).

Naturalmente as lagoas do trecho alto tiveram menor quantidade de espécimes de endohelmintos acumulados, porque de forma geral o número de coletas de hospedeiros neste trecho (n = 131), foi menor que o número de hospedeiros coletados no trecho médio (n = 211) da bacia do rio São Francisco, com 80 espécimes a mais coletados. Esse fato também influenciou os índices ecológicos das espécies de parasitos (por exemplo, com prevalência = 100%) em lagoas em que apenas um ou poucos hospedeiros foram coletados.

No total, pelo menos 28 espécies de endoparasitos, pertencentes a quatro filos foram identificadas, sendo treze espécies com espécimes em estágio larval e quinze em estágios juvenil/adulto. Entre as espécies representantes do Filo Platyhelminthes: Digenea fam. gen. sp.; *Clinostomum* sp., *Sphincterodiplostomum musculosum* e Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2 (larvas plerocercoides encistadas e juvenis/adultos, respectivamente), Filo Nematoda: Nematoda fam. gen. sp.; *Freitascapillaria* sp., *Paracapillaria piscicola*, Capillariidae gen. sp. 1 e 2, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp. Tipos 1 e 2, *Hysterothylacium* sp., *Goezia* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *freitasi*, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *inopinatus*, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Guyanema baudii*, *Travassosnema travassosi paranaensis*, *Gnathostoma* sp., *Spiroxys* sp., *Cystidicoloides fischeri* e *Spinitectus rodolphiheringi* do Filo Acanthocephala: *Quadrigyus* sp. e do Filo Pentastomida: *Sebekia* sp..

Acestrorhynchus lacustris teve a fauna endoparasitária mais diversa, composta por 18 espécies de endohelmintos, representantes de três filos: Platyhelminthes (2 espécies em estágio larval); Nematoda (15 espécies, seis em estágio larval e nove em estágios juvenil/adulto) e Acanthocephala (uma espécie em estágio larval).

Hoplias malabaricus apresentou comunidade endoparasitária menos diversa com nove espécies de endohelmintos distribuídas entre dois filos: Platyhelminthes (duas espécies em estágio larval) e Nematoda (quatro espécies em estágio larval e três em estágio juvenil/adulto).

Pygocentrus piraya teve a comunidade endoparasitária representada por quatorze espécies entre os filos: Platyhelminthes (duas espécies, uma em estágio larval e a outra em estágio adulto), Nematoda (onze espécies, quatro em estágio larval e sete em estágio adulto) e Pentastomida (uma espécie em estágio larval).

Serrasalmus brandtii apresentou fauna endoparasitária também composta por quatorze espécies representantes dos filos: Platyhelminthes (quatro espécies, três em estágio larval e uma

em estágio adulto) e Nematoda (dez espécies, sendo cinco em cada estágio de desenvolvimento, larval e juvenil/adulto).

As diferenças alimentares entre os hospedeiros estudados refletiram na estrutura de suas comunidades endoparasitárias, mostrando a ocorrência de espécies exclusivas como efeito dos itens particularmente ingeridos, ou ainda, a “ausência” de exclusividade de espécies de endohelmintos, como por exemplo, entre *H. malabaricus* e as demais espécies hospedeiras, indicando a provável similaridade dos itens alimentares ingeridos pelas traíras em relação aos demais peixes do presente estudo. No conteúdo estomacal das traíras foram encontrados peixes inteiros ou fragmentos, camarões e algas compondo seus itens alimentares, assim como nos peixes-cachorros que foram encontrados em maior frequência fragmentos de peixes ou inteiros, depois insetos (formigas); nas piranhas foram encontrados fragmentos de peixes e espécimes inteiros, artrópodes (crustáceos, por exemplo, camarões e insetos), algas e até itens não alimentares como linhas de pesca; e nas pirambebas foram encontrados peixes inteiros, fragmentos e/ou escamas, moluscos, artrópodes (crustáceos, por exemplo, ostrácodes e insetos) e algas.

Do total de táxons encontrados, as espécies generalistas larvais (Proteocephalidae gen. sp. 1; *Contracaecum* sp. Tipo 1; *Hysterothylacium* sp.; e *Spiroxys* sp.), a espécie larval *Contracaecum* sp. Tipo 2, a espécie em estágios juvenil/adulto generalista *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* e a espécie em estágios juvenil/adulto *C. fischeri*, foram as sete espécies de endoparasitos compartilhadas entre as faunas endoparasitárias dos quatro hospedeiros coletados em lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco (Tabela 1).

Entre as espécies ou grupos de endoparasitos identificados, sete foram compartilhados entre nas comunidades endoparasitárias de *A. lacustris*, *H. malabaricus*, *P. piraya* e *S. brandtii* coletados em lagoas da bacia do alto e médio rio São Francisco, essas espécies e aquelas compartilhadas entre os pares de hospedeiros foram apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Espécies de endoparasitos compartilhados entre as comunidades parasitárias das quatro espécies hospedeiras coletadas (*A. lacustris*; *H. malabaricus*; *P. piraya*; *S. brandtii*) em lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco, MG e BA.

Espécies de hospedeiros	Endoparasitos compartilhados
<i>A. lacustris</i> – <i>H. malabaricus</i> – <i>P. piraya</i> – <i>S. brandtii</i>	Proteocephalidae gen. sp. 1 (plerocercoides) <i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 <i>Contracaecum</i> sp. Tipo 2 <i>Hysterothylacium</i> sp. <i>Spiroxys</i> sp. <i>Procamallanus</i> (S.) <i>inopinatus</i> <i>Cystidicoloides fischeri</i>
<i>A. lacustris</i> – <i>P. piraya</i>	<i>Procamallanus</i> (S.) <i>saofranciscensis</i>
<i>H. malabaricus</i> – <i>P. piraya</i>	<i>Guyanema baudi</i>
<i>H. malabaricus</i> – <i>S. brandtii</i>	<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i>
<i>P. piraya</i> – <i>S. brandtii</i>	Proteocephalidae gen. sp. 2 (sem cisto, com desenvolvimento) Capillariidae gen. sp. 2 <i>Cucullanus</i> (<i>Cucullanus</i>) sp.

Dez espécies foram exclusivas da comunidade endoparasitária de *A. lacustris*, são elas: *Clinostomum* sp., Capillariidae gen. sp. 1, *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Travassosnema t. paranaensis*, *S. rodolphiheringi* e *Quadrigyus* sp..

A comunidade endoparasitária de *H. malabaricus* não apresentou espécies exclusivas, porque *G. baudi*, nematoide aparentemente específico deste hospedeiro, ainda que por provável ocorrência accidental, também foi registrado em *P. piraya* no presente estudo.

Duas espécies, Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. foram exclusivas da comunidade endoparasitária de *P. piraya*.

Três espécies: *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Goezia* sp. e Digenea fam. gen. sp., foram exclusivas da fauna endoparasitária de *S. brandtii*.

As comunidades de peixes carnívoros estudadas revelaram que a presença (e com índices ecológicos expressivos chegando a prevalência = 100%) de espécies de endoparasitos larvais (12 espécies representantes) nas quatro espécies de hospedeiros analisadas corroborou com o papel desempenhado pelos peixes-cachorros, traíras, piranhas e pirambebas (predadores de topo) como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos nos ciclos de vida parasitários, além

da já esperada atuação como hospedeiros definitivo das espécies adultas encontradas (15 espécies representantes).

De uma a dez espécies de endoparasitos foram registradas pela primeira vez entre os hospedeiros; todos os 28 táxons encontrados tiveram sua distribuição geográfica ampliada para sistemas lagunares marginais que compõem os trechos alto e médio da bacia do rio São Francisco, uma vez que este estudo foi pioneiro nessas localidades. As espécies *S. musculosum*, todas representantes de Capillariidae encontradas, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Gnathostoma* sp., *G. baudi*, *Travassosnema t. paranaensis* e *Sebekia* sp. são reportadas pela primeira vez na bacia do rio São Francisco, ampliando a distribuição geográfica conhecida dessas espécies para a bacia do alto e médio rio São Francisco.

Assim como nos estudos conduzidos no rio e reservatório de Três Marias na região do alto rio São Francisco, a fauna endoparasitária dos hospedeiros provavelmente ainda não foi totalmente esgotada, visto que mesmo na espécie de maior distribuição geográfica e com maior número de publicações sobre seu parasitismo, *H. malabaricus*, ainda foi possível registrar ao menos uma nova ocorrência de espécie de Nematoda.

Pontualmente, as principais conclusões do presente capítulo foram:

- *Acestrorhynchus lacustris* teve a fauna endoparasitária mais diversa e *H. malabaricus* a menos diversa, *P. piraya* e *S. brandtii* apresentaram o mesmo número de espécies.
- *Acestrorhynchus lacustris* apresentou dez espécies exclusivas de sua fauna endoparasitária, *H. malabaricus* não teve espécies exclusivas, *P. piraya* apresentou duas e *S. brandtii* três espécies exclusivas em suas faunas.
- Sete espécies: Proteocephalidae gen. sp. 1 (plerocercoides), *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Contracaecum* sp. Tipo 2, *Hysterothylacium* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (S.) *inopinatus* e *Cystidicoloides fischeri* foram compartilhadas entre os quatro hospedeiros.
- As diferenças alimentares entre os hospedeiros estudados influenciaram diretamente na estrutura de suas comunidades endoparasitárias, revelando a ocorrência de espécies exclusivas como efeito dos itens particularmente ingeridos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Talvez a ciência mais antiga, a taxonomia, ciência da identificação, sendo uma das menos valorizadas entre as ciências, isso porque nomear seres baseando-se em características fenotípicas, aos olhos de muitos é uma tarefa simples, de estudo e não trabalho. Aliás, aqui é possível reverberar e extrapolar tal pensamento e visão para grande parte da sociedade brasileira em relação a massa pesquisadora do país, os estudantes de pós-graduação e professores de universidades públicas. Entretanto, na contramão de tais pensamentos encontra-se a realidade do desenvolvimento de estudos taxonômicos e ciência ontem, mas principalmente hoje, no Brasil do ano de 2022. A dura realidade é desanimadora, digna de “quem sair por último que apague as luzes”. Este é o ano no qual encerro meu doutoramento vivendo em um cenário de conhecimento e fomento a educação sendo ceifados, principalmente na área protagonista (mundial) desde o ano de 2020, a ciência. Ciência essa que serviu de base e frente para sobrevivência da sociedade como um todo, acometida pela pandemia de COVID-19 que assolou o mundo. Quanta ironia! Ou seria ignorância a palavra mais adequada?

Concluir um doutorado sem grandes expectativas e oportunidades é um dos medos (e a realidade) que doutorandos vivem hoje, isso porque me refiro apenas a nossa bolha. Mas ainda sim, mesmo que pareça irracional, prefiro retomar a pauta inicial e conforme Bicudo (2004) aponta, quero apaixonadamente acreditar, a taxonomia vai resistir! Assim como a ciência segue resistindo e progredindo! Porque é necessária e imprescindível, mas penará em virtude de sua desvalorização histórica como ciência, modismos e, também, pela progressiva carência de taxonomistas que é para onde (infelizmente) acredito que caminhará o futuro em consequência de tanta desvalorização. Espero ler este trecho daqui 10 ou 20 anos e vivenciar exatamente o contrário! Porque é assim que nós, cientistas somos, persistentes investigadores inconformados.

Enfrentando um período atípico no cenário mundial pandêmico e as diversas consequências limitantes causadas por ele em nível populacional e em diversos âmbitos da minha própria vida, como saúde física e mental, como o impedimento de frequentar o laboratório durante aproximadamente um ano e meio de restrições, como a necessidade de manter prazos e viabilizar a transformação do meu quarto 3x2m, da casa dos meus pais, em laboratório de identificação de parasitos, biblioteca, sala de aula e ao fim do dia em dormitório novamente, durante dois anos que mais pareceram 24 longos meses corridos. E mesmo que os resultados obtidos no presente estudo tenham sido oriundos de uma amostra extremamente fragmentada (por vezes com n ínfimo de um hospedeiro em dada localidade) o material aproveitado e cedido permitiu para além de registrar novos hospedeiros e localidades para

ocorrência dos parasitos, a ampliação do conhecimento das interações bióticas, que no caso das lagoas observou-se uma influência positiva do ambiente sobre o parasitismo, sendo possível a partir disso inferir que no possível retorno dos peixes para o leito do rio durante períodos de cheia, eles dispersarão os parasitos adquiridos nos sistemas lagunares.

A exemplo disso, os pentastomídeos, ainda não registrados nos pontos de coleta já estudados no rio São Francisco, à jusante a barragem de Três Marias e no próprio reservatório de Três Marias, cujo ciclo é provavelmente estabelecido pela proximidade entre peixes e jacarés (hosp. definitivo) por longos períodos de confinamento nesses ambientes lacustres.

Por isso é importante ressaltar que lagoas desempenham o importante papel de servir como berçários naturais para peixes (conforme citado por Sato & Godinho, 2003; Pompeu & Godinho, 2003) e também para biodiversidade biológica, principalmente no contexto parasitário. Dessa forma, pode-se afirmar que a dinâmica e biodiversidade parasitárias de lagoas e por consequência da bacia do rio São Francisco ainda é bem maior e mais rica que a apresentada neste trabalho de Tese, principalmente considerando todos os ambientes, ecossistemas e hospedeiros possíveis.

Por fim, fica claro que na ciência “do pouco se faz MUITO” e por isso são necessários mais estímulos pessoais e financeiros, mais esforços políticos, sociais e individuais na valorização científica e, obviamente, “puxando a sardinha para o meu lado” na valorização da pesquisa de parasitologia básica, da taxonomia, a qual literalmente fornece a base para ampliação do conhecimento dentro até de outras linhas de pesquisa. Dá base ao desenvolvimento de novos estudos e técnicas a partir da etapa crucial de identificação de espécies de parasitos e seus hospedeiros, para assim inseri-los em contextos maiores como entendimento de relações e interações bióticas entre parasitos e hospedeiros, com informações que aportam estudos moleculares, filogenéticos de avaliação de níveis de degradação ambiental e como ferramenta de identificação e classificação que possibilita ou influencia positivamente o manejo de espécies de peixes na perspectiva de seu cultivo e atuação na profilaxia de parasitoses, são algumas das variadas possibilidades criadas a partir de um “simples”, lê-se: IMPORTANTE, estudo taxonômico e ecológico como o apresentado.

Para além de todo o exposto, encerro essa minha rica jornada de aprendizado com a certeza de que devo citar Albert Einstein: “A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

4. CONCLUSÕES GERAIS

- No total, 27 táxons de quatro filos (Platyhelminthes, Nematoda, Acanthocephala e Pentastomida) foram registrados na fauna endoparasitária geral das quatro espécies hospedeiras provenientes de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São Francisco.
- Pentastomida é pela primeira vez registrado em peixes dessa bacia, provavelmente porque o ambiente lagunar proporcionou melhor transmissibilidade dos ovos dos parasitos adultos expelidos pelos hospedeiros definitivos aos peixes, nos quais se desenvolveram as ninfas encontradas.
- O ambiente lagunar mostrou-se fundamental para a manutenção de ciclos parasitários; ciclos que devem estar ocorrendo nos peixes dos rios e reservatórios, mas a diluição do parasitismo ao longo dessas áreas talvez não concorra com a intensidade com que eles acontecem nas lagoas, e isso foi possível detectar no presente estudo.
- *Acestrorhynchus lacustris* apresentou dez espécies exclusivas em sua comunidade endoparasitária: *Clinostomum* sp., Capillariidae gen. sp. 1, *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Travassosnema t. paranaensis*, *S. rodolphiheringi* e *Quadrigyus* sp.. *Hoplias malabaricus* não apresentou espécies exclusivas. *Pygocentrus piraya* apresentou as espécies: Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. com exclusividade. E *S. brandtii* apresentou *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Goezia* sp. e Digenea fam. gen. sp. como espécies exclusivas de sua fauna endoparasitária.
- A composição das comunidades parasitárias e o compartilhamento de sete espécies de helmintos evidenciam concretamente que os peixes carnívoros, conhecidos hospedeiros definitivos de várias espécies de parasitos já registradas no rio São Francisco (e em outras bacias, no caso de *H. malabaricus*), são também importantes hospedeiros intermediários nos ciclos de vida dos helmintos, uma novidade que pode ser expressada também quantitativamente, onde aproximadamente 97% dos hospedeiros apresentaram endoparasitos em estágio larval.
- São novos registros nos hospedeiros: Proteocephalidae gen. sp. 1, *Brevimulticaecum* sp., *Gnathostoma* sp., *Freitascapillaria* sp., *P. piscicola*, Capillariidae gen. sp.1, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *C. fischeri* e *S. rodolphiheringi* em *A. lacustris*; *C. fischeri* em *H. malabaricus*; Proteocephalidae gen. sp. 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *saofranciscensis*, *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp., *G. baudi*, Nematoda fam. gen. sp. e *Sebekia* sp. em *P. piraya*; Digenea fam. gen. sp., *S. musculosum*,

Proteocephalidae gen. sp. 1 e 2, Capillariidae gen. sp. 2, *Procamallanus* (S.) *freitasi* e *Cucullanus* (*Cucullanus*) sp. em *S. brandtii*.

- A distribuição geográfica de todas as espécies foi ampliada para os ambientes lagunares marginais da bacia do alto e médio São Francisco e a distribuição geográfica das espécies *S. musculosum*, todas as representantes de Capillariidae encontradas, *Procamallanus* (S.) *hilarii*, *Procamallanus* (S.) *freitasi*, *Gnathostoma* sp., *G. baudi*, *Travassosnema t. paranaensis* e *Sebekia* sp. é expandida para a bacia do rio São Francisco.

5. REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, V.D.; AZEVEDO, K.; LUQUE, J.L. (2005) Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do sairú *Cyphocharax gilbert* (Quoy e Gaimard, 1824) (Characiformes: Curimatidae) do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 14, n. 4, p. 154-159, 2005.
- ABDALLAH, V.D.; AZEVEDO, 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.
- ACOSTA, A.A.; QUEIROZ, J.; BRANDÃO, H.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. Helminths of *Steindachnerina insculpta* in two distinct stretches of the Taquari River, state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, n. 4, p. 539-547, 2013.
- 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.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. 501p.
- 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. **Biodiversidade das comunidades endoparasitárias de peixes forrageiros do Reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, Brasil**. 2013. 339f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ALBUQUERQUE, M.C.; BRASIL-SATO, M.C. First report of *Calyptospora* sp. (Apicomplexa, Calyptosporidae) in forage characid fish from the Três Marias Reservoir, São Francisco Basin, Brazil. **European Journal Protistology**, v. 46, p. 150-152, 2010.
- ALBUQUERQUE, M.C.; SANTOS-CLAPP, M.D.; BRASIL-SATO, M.C. Endoparasites of two species of forage fish from the Três Marias reservoir, Brazil: new host records and ecological indices. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 38, p. 139-145, 2016.
- ALMEIDA, V.L.L.; HAHN, N.S.; VAZZOLER, A.E.A.M. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Parana River floodplain (PR, Brazil). **Ecology of Freshwater Fish**, v. 6, p. 123-133, 1997.
- ALMEIDA, W.O.; SILVA-SOUZA, A.T.; SALES, D.L. Parasitism of *Phalloceros harpagos* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) by *Sebekia oxycephala* (Pentastomida: Sebekidae) in the headwaters of the Cambé River, Paraná State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 2, p. 457-458, 2010.

ALMEIDA-BERTO, M.F.C.; MONTEIRO, C.C.; BRASIL-SATO, M.C. Parasitic helminths of the non-native serrasalmid fish *Metynnis lippincottianus* from the Três Marias Reservoir, Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 27, n. 3, p. 289-294, 2018.

ALVIM, M. C. C. **Caracterização alimentar da ictiofauna em um trecho do Alto rio São Francisco, município de Três Marias – MG.** 1999. 83p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

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

AMIN, O.M. 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.

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

ANDRADE, R.M.T. **Da transposição das águas do Rio São Francisco á revitalização da bacia:** as várias visões de um rio. Fórum Permanente de Defesa do São Francisco / International Rivers Network / Coalizão Rios Vivos. (2002). Disponível em: <http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/final_document_sao_fran2da.pdf>. Acesso em: 21 de mai. 2022.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; BITTENCOURT, M.M. A reprodução e o início da vida de *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 31, n. 4, p. 693-697, 2001.

ÁVILA, R.W.; MORAIS, D.H.; ANJOS, L.A.; ALMEIDA, W.O.; SILVA, R.J. Endoparasites infecting the semiaquatic coral snake *Micrurus surinamensis* (Squamata: Elapidae) in the southern amazonian region, Mato Grosso state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 3, p. 645-647, 2013.

BARROS, L.A.; MATEUS, L.A.F.; BRAUM, D.T.; BONALDO, J. Ecological aspects of endoparasites in red piranha (*Pygocentrus nattereri* Kner, 1860) from Cuiabá river, Mato Grosso, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 228-231, 2010.

BAZZOLI, N., H.P. GODINHO. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias Reservoir, Brazil. **Zoologischer Anzeiger**, v. 226, n. 5/6, p. 285-297, 1991.

BELL, G.; BURT, A. The comparative biology of parasite species diversity: internal helminths of freshwater fish. **Journal of Animal Ecology**, v. 60, p. 203-206, 1991.

BENIGNO, R.N.M.; SÃO CLEMENTE, S.C.; MATOS, E.D.; PINTO, R.M.; GOMES, D.C.; KNOFF, M. Nematodes in *Hopleryttrinus unitaeniatus*, *Hoplias malabaricus* and *Pygocentrus nattereri* (Pisces: Characiformes) in Marajó Island, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia**

Veterinária, v. 21, n. 2, p. 165-170, 2012.

BENNEMANN, S.T.; SHIBATA, O.A.; GARAVELLO, J.C. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**, Londrina: Eduel; 2000. 62p.

BICUDO, C.E.M. Taxonomia. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-2, 2004.

BRAGA, R.A. Alimentação de pirambeba, "*Serrasalmus rhombeus*" (L., 1766) Lacépède, 1803, no açude Lima Campos, Icó, Ceará (Ostariophysi, Characidae, Serrasalminae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 14, n. 4, p. 477-492, 1954.

BRAGA, R.A. **Ecologia e etologia das piranhas do nordeste do Brasil (Pisces – Serrasalmus Lacépède, 1803)**. Fortaleza: DNOCS, 1975. 268p.

BRANDÃO, H.; YAMADA, F.H.; TOLEDO, G.M.; ACOSTA, A.A.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. Parasitism by *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae) metacercariae in the eyes of *Steindachnerina insculpta* (Characiformes, Curimatidae). **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 23, n. 2, p. 144-149, 2014.

BRASIL-SATO, M.C. Parasitos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (org.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. Cap. 9, p. 149-165.

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.

BRITO, S.V.; ALMEIDA, W.O.; ANJOS, L.A.; SILVA, R.J. New host records of Brazilian pentastomid species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n.2, p. 393-396, 2012.

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. 3ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados: Codevasf, 1988. 115p.

BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal**: manual de identificação. Brasília: EMBRAPA; 1999. 184p.

BROOKINS, M.D.; WELLEHAN, J.F.X.; JR. ROBERTS, J.F.; ALLISON, K.; CURRAN, S.S.; CHILDRESS, A.L.; GREINER, E.C. Massive visceral pentastomiasis caused by *Porocephalus crotali* in a dog. **Veterinary Pathology**, v. 46, n. 3, p. 460–463, 2013.

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.

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, p.1-20, 1990.

BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.

CAMARGO, A.A.; PEDRO, N.H.O.; PELEGRI, L.S.; AZEVEDO, R.K.; SILVA, R.J.; ABDALLAH, V.D. Parasites of *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Characiformes: Acestrorhynchidae) collected from the Peixe River, southeast Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 37, n. 2, p. 231-237, 2015.

CAMPECHE, D.F.B.; BALZANA, L.; FIGUEIREDO, R.C.R.; BARBALHO, M.R.S.; REIS, F.J.S.; MELO, J.F.B. **Peixes nativos do Rio São Francisco adaptados para cultivo**. Documentos online 244, ISSN 1808-9992. Dezembro, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54780/1/SDC244.pdf>>. Acesso em: 17 de mar. 2022.

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. **Veterinary Pathology**, v. 50, n. 4 p. 1-3, 2012.

CARVALHO, S.; GUIDELLI, G.M.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Ecological aspects of endoparasite fauna of *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Characiformes, Acestrorhynchidae) on the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 25, p. 479-483, 2003.

CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2001.

CESCHINI, T.L.; TAKEMOTO, R.M.; YAMADA, F.H.; MOREIRA, L.H.A.; PAVANELLI, G.C. Endoparasites of *Steindachnerina brevipinna* (Eigenmann and Eigenmann, 1889), collected in the tributaries Corvo and Guairacá of Paranapanema river, State of Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 32, n. 2, p. 125-130, 2010.

CHAMBRIER, A.; SCHOLZ, T.; MARIAUX, J.; KUCHTA, R. Onchoproteocephalidea I Caira, Jensen, Waeschenbach, Olson & Littlewood, 2014. In: CAIRA, J.N.; JENSEN, K. (ed.) **Planetary biodiversity inventory (2008-2017): Tapeworms from vertebrate bowels of the Earth**. Lawrence: University of Kansas, 2017. Cap. 14, p. 251-278.

CHAVES, M.L.S.C.; ANDRADE, K.W.; BENITEZ, L.; BRANDÃO, P.R.G. Província Diamantífera da Serra da Canastra e o Kimberlito Canastra-1: Primeira fonte primária de diamantes economicamente viável do país. **Geociências**, v. 27, n. 3, p. 299-317, 2008.

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

CHRISTOFFERSEN, M.L.; DE ASSIS, J.E. A systematic monograph of the Recent Pentastomida, with a compilation of their hosts. **Zoologische Mededelingen**, v. 87, n. 1, p. 1-206, 2013.

CHRISTOFFERSEN, M.L.; DE ASSIS, J.E. Class Eupentastomida Waloszek, Repetski & Maas, 2006. In: Klein JCVV, Charmantier-Daures M, Schram FR. **Treatise on Zoology – Anatomy, taxonomy, biology. The Crustacea**. 5 vol. Leiden, Netherlands: Brill Publishers; 2015. p. 5-75.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Caracterização da bacia do rio São Francisco**. 2015. Disponível em: <<http://www2.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/identificacao>>. Acesso em: 17 de mar. 2022.

CORRÊA, L.L.; BASTOS, L.A.D.; CECCARELLI, P.S.; REIS, N.S. Hematological and histopathological changes in *Hoplias malabaricus* from the São Francisco River, Brazil caused by larvae of *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae). **Helminthology**, v. 52. n. 2, p. 96-103, 2015.

CORRÊA, L.L.; TAKEMOTO, R.M.; UETA, M.T.; ADRIANO, E.A. New records and prevalence of metazoan parasites of fish in the southeastern Brazilian region. **Annals of Parasitology**, v. 66, n.1, p. 27-37, 2020.

CORRÊA, L.L.; KARLING, L.C.; TAKEMOTO, R.M.; CECCARELLI, P.S.; UETA, M.T. Hematological alterations caused by high intensity of L3 larvae of *Contracaecum* sp. Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae) in the stomach of *Hoplias malabaricus* in lakes in Pirassununga, São Paulo. **Parasitology Research**, v. 112, p. 2783-2789, 2013.

CORRÊA, L.L.; SOUZA, G.T.R.; TAKEMOTO, R.M.; CECCARELLI, P.S.; ADRIANO, E.A. Behavioral changes caused by *Austrodiplostomum* spp. in *Hoplias malabaricus* from the São Francisco River, Brazil. **Parasitology Research**, v.113, p. 499–503, 2014.

CORRÊA, L.L.; OLIVEIRA, M.S.B.; EIRAS, J.G.C.; TAVARES-DIAS, M.; ADRIANO, E.A. High prevalence and intensity of fish nematodes with zoonotic potential in the Brazilian Amazon, including a brief reflection on the absence of human infections. **Journal of Tropical Pathology**, v. 50, n. 2, p. 150-162, 2021.

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. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

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

COSTA, D.P.C.; MONTEIRO, C.M.; BRASIL-SATO, M.C. Digenea de *Hoplias intermedius* e *Hoplias malabaricus* (Actinopterygii, Erythrinidae) do alto rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, n. 2, p. 129-135, 2015.

COSTA, H.M.A.; MOREIRA, N.I.B.; OLIVEIRA, C.L. *Travassosnema* gen. n. with the description of *T. travassosi* sp. n. (Dracunculoidea, Guyanemidae) parasite of *Acestrorhynchus lacustris* Reinhardt, 1874 (Characidae) from Três Marias Reservoir, MG, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, p. 437-439, 1991.

COUTINHO, M.E.; MARIONI, B.; FARIAS, I.P.; VERDADE, L.M.; BASSETTI, L.; MENDONÇA, S.H.S.T.; VIEIRA, T.Q.; MAGNUSSON, W.E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.

CRUZ, A. M. G.; SATO, Y.; RIZZO, E.; SANTOS, G. B.; BAZZOLI, N. Maturação sexual da piranha *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1820) (Pisces, Characidae) na represa de Três Marias, Minas Gerais. **Bios**, v. 4, n. 4, p. 17-22, 1996.

DELGADO, A.E.; TANTALEÁN, M.V.; MARTÍNEZ, R.R.; MONDRAGÓN, A.M. Trematodos en *Hoplerhythrinus unitaeniatus* (Erythrinidae) «Shuyo» y *Pterodoras granulosus* (Doradidae) «Cahuara» en Yurimaguas, Loreto, Perú. **Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú**, v. 28, n. 2, p. 461-467, 2017.

DOBSON, A.P.; ROBERTS, M. The population dynamics of parasitic helminth communities. **Parasitology**, v. 109, p. S97-S108, 1994.

DUARTE, R. **Biodiversidade de parasitos metazoários de *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2018. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DUARTE, R.; SANTOS-CLAPP, M.D.; BRASIL-SATO, M.C. Endohelminthos de *Salminus hilarii* Valenciennes (Actinopterygii: Bryconidae) e seus índices parasitários no rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 38 (supl. 3), p. 194-205, 2016.

DUARTE, R.; SANTOS-CLAPP, M.D.; BRASIL-SATO, M.C. Metazoan endoparasites of *Acestrorhynchus lacustris* (Actinopterygii: Acestrorhynchidae) from lagoons bordering the upper and middle São Francisco river basin, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 31, n. 2, e000422, 2022.

DUBOIS, G. Nouveaux principes de classification des Trématodes du groupe des Strigeida (Notes préliminaires). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 43, n. 3, p. 507-515, 1936.

EIRAS, J.C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Portugal: Fundação Engenheiro Antônio de Almeida, 1994. 339p.

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

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

FAGERHOLM, H.P. Systematic implications fo male caudal morphology in ascaridopid nematode parasites. **Systematic Parasitology**, v. 19, p. 215-228, 1991.

FAIN, A. The pentastomida parasitic in man. **Annales de la Societe Belge Medecine Tropicale**, v. 55, n. 1, p. 59-64, 1975.

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

FERNANDES, E.S.; CASALI, G.P.; TAKEMOTO, R.M. Metazoan endoparasites of *Brycon orbignyanus* (Characidae: Bryconinae) in a neotropical floodplain. **Acta Scientarum Biological Science**, v. 41, p. e40493, 2019.

FERREIRA, R. M. A.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SATO, Y. Aspectos reprodutivos da piranha *Pygocentrus piraya* (Teleostei, Characiformes), espécie nativa da bacia do rio São Francisco. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48 (Suplemento 1), p. 71-76, 1996.

FILOGONIO, R.; ASSIS, V.B.; PASSOS, L.F.; COUTINHO, M.E. Distribution of populations of broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*, Daudin 1802, Alligatoridae) in the São Francisco River basin, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 4, p. 961-968, 2010.

FINK, W.L. Revision of the piranha genus *Pygocentrus* (Teleostei, Characiformes). **Copeia**, v. 3, p. 665-687, 1993.

FROESE, R.; PAULY, D. *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875). Disponível em: <<https://www.fishbase.de/summary/Acestrorhynchus-lacustris.html>>. Acesso em: 01 de mar. 2021.

FROESE, R.; PAULY, D. *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). Disponível em: <<https://www.fishbase.se/summary/Hoplias-malabaricus.html>>. Acesso em: 26 de jun. 2022.

FROESE, R.; PAULY, D. *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819). Disponível em: <<https://www.fishbase.se/summary/Pygocentrus-piraya.html>>. Acesso em: 26 de jun. 2022.

FROESE, R.; PAULY, D. *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875. Disponível em: <<https://www.fishbase.se/summary/Serrasalmus-brandtii.html>>. Acesso em: 26 de jun. 2022.

FUJIMOTO, R.Y.; COUTO, M.V.S.; SOUSA, M.C.; MADI, R.R.; EIRAS, J.C.; MARTINS, M.L. Seasonality of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Nematoda: Camallanidae) infection in *Bryconops melanurus* (Characiformes: Iguanodectidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 4, p. e334, 2018.

GIÃO, T.; PELEGRINI, L.S.; AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D. Biodiversity of parasites found in the trahira, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), collected in the Batalha River, Tietê-

Batalha drainage basin, SP, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 2, p. e20180610, 2020.

GIBBONS, L.M. **Keys to nematodes parasites of vertebrates**. Vol. suplementar. London: CABI Publishing, 2010. 416p.

GIESEN, S.C.; TAKEMOTO, R.M.; CALITZ, F.; LIZAMA, M.A.P.; JUNKER, K. Infective pentastomid larvae from *Pygocentrus nattereri* Kner (Pisces, Characidae) from the Miranda River, Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brazil, with notes on their taxonomy and epidemiology. **Folia Parasitologica**, v. 60, n. 5, p. 457-468, 2013.

GUIDELLI, G.M.; ISAAC, A.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the Baía River, Upper Paraná floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 2, p. 261-268, 2003.

GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P.; GALDINO, L.A.G.; AGUIAR, L.M. **Peixes e Pesca no Rio São Francisco**. 2015. Disponível em: <<http://www.sfrancisco.bio.br/index.html>>. Acesso em: 23 de mai. 2022.

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. **Ecologia trófica de espécies de peixes do reservatório de Três Marias (MG)**, 2002. 142p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

GOMES, J.H.C.; VERANI, J.R. Alimentação de espécies de peixes do Reservatório de Três Marias. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Org.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. Cap. 12, p. 195-227.

GOMES, R.Z.; PASCHOALINI, A.L.; WEBER, A.A.; SANTIAGO K.B.; RIZZO E.; BAZZOLI, N. Impact of a large dam on reproduction of a non-migratory teleost species, *Acestrorhynchus lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, e240894, 2022.

GUEDES, W.F.; SILVA, R.M.; MOREIRA, M.C.; PESSOA, L.M.B.; CASTRO, E.R.R.S. Anatomia do tubo digestório da espécie *Acestrorhynchus lacustris* (Ostaryohisi, Characiformes) Lütken, 1875 do rio de Ondas, oeste da Bahia, Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v. 28, p.001-015, 2021.

GUERETZ, J.S.; SENGER, S.B.; CLAUS, M.P. Ocorrência de *Ithyoclinostomum* sp. e *Eustrongylides* sp., parasitos de *Hoplias aff. malabaricus* Bloch, 1794 (Characiformes: Erythrinidae), no litoral de Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of development**, v. 6, n. 4, p. 21565-21575, 2020.

HAHN, N.S.; DELARIVA, R.L.; LOUREIRO, V.E. Feeding of *Acestrorhynchus lacustris* (Characidae): A post impoundment studies on Itaipu reservoir, upper Paraná River, PR. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, p. 207-213, 2000.

HASSUNUMA, R.M.; STIPP, A.C.M.; HEUBEL, M.T.C.B.; CESTARI, T.M.; CEOLIN, D.S.; NAKAMURA, R.S.B.; ROSSETI, P.H.O.; ASIS, G.F. Tooth morphology, implantation and replacement system of *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 783-789, 2013.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Acestrorhynchus britskii*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2021; e.T187220A1824919.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Pygocentrus piraya*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2022a; e.T186786A1818359.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Serrasalmus brandtii*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2022b; e.T186780A1818269.

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

JUNKER, K.; BOOMKER, J.A. Checklist of the pentastomid parasites of crocodilians and freshwater chelonians. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 73, n.1, p. 27–36, 2006.

KANEV, I.; RADEV, V.; FRIED, B. Family Clinostomidae Lühe, 1901. In: GIBSON, D.L.; JONES, A.; BRAY, R.A. **Keys to the Trematoda**. Vol. 1. Wallingford: CABI Publishing and The Natural History Museum; 2002. p. 113–120

KARLING, L.C.; LACERDA, A.C.F.; TAKAEMOTO, R.M., PAVANELLI, G.C. Ecological relationships between endoparasites and the fish *Salminus brasiliensis* (Characidae) in a Neotropical floodplain. **Neotropical Helminthology**, v. 7, n. 2, p. 219 – 230, 2013.

KOHLER, H.C. Aspectos geoecológicos da bacia hidrográfica do São Francisco (primeira aproximação na escala 1:1 000 000). In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A. L. (Org.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. Cap. 1, p. 25-35.

KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M. *Rhipidocotyle gibsoni* n. sp. from a Brazilian freshwater fish and *Rhipidocotyle froesi* n. sp. for *R. baculum* (Linton, 1905) of Eckmann (1932) (Bucephalidae; Digenea). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 89, n. 4, p. 567-570, 1994.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; MACEDO, B.; ABRAMSON, B. Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 80, n. 3, p. 327-336, 1985.

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

KURAIEM, B.P.; KNOFF, M.; TELLERIA, E.L.; FONSECA, M.C.G.; MACHADO, L.S.; CUNHA, N.C.; NASCIMENTO, E.R.; FONTENELLE, G.; GOMES, D.C.; SÃO CLEMENTE, S.C. *Eustrongylides* sp. (Nematoda, Dioctophymatoidea) parasitizing *Hoplias malabaricus* (Actinopterygii: Erythrinidae) collected from the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 29, n. 1, p. e014519, 2020.

LEHUN, A.L.; HASUIKE, W.T.; SILVA, J.O.S.; CICCHETO, J.R.M.; MICHELAN, G.; RODRIGUES, A.F.C.; NICOLA, D.N.; LIMA, L.D.; CORREIA, A.N.; TAKEMOTO, R.M. Checklist of parasites in fish from the upper Paraná River floodplain: An update. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 29, p. 1-20, 2020.

LEITE, L.A.R.; FILHO, W.R.P.; AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D. Patterns of distribution and accumulation of trace metals in *Hysterothylacium* sp. (Nematoda), *Phyllodistomum* sp. (Digenea) and in its fish host *Hoplias malabaricus*, from two neotropical rivers in southeastern Brazil. **Environmental Pollution**, v. 277, 116052, 2021.

LEITE, L.A.R.; PEDRO, N.H.O.; AZEVEDO, R.K.; KINOSHITA, A.; GENNARI, R.F.; WATANABE, S.; ABDALLAH, V.D. *Contracaecum* sp. parasitizing *Acestrorhynchus lacustris* as a bioindicator for metal pollution in the Batalha River, southeast Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 836–840, 2017.

LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 15, n. 3, p. 116-122, 2006.

LOPES, P.R.D.; OLIVEIRA-SILVA, J.T. Notas sobre a alimentação de *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Actinopterygii: Acestrorhynchidae) nos rios São José e Santo Antônio (municípios de Lençóis e Remanso, Bahia, nordeste do Brasil). **Revista Mosaicum**, n. 18, p. 122-127, 2013.

LOUREIRO V.E., HAHN N.S. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo – PR. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 8, 195205, 1996.

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

LUNASCHI, L.I.; DRAGO, F.B. First report of adult specimens of *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae). **Parasitology International**, v. 55, n. 1, p. 7-10, 2006.

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

LUZ, S.C.S.; EL-DEIR, A.C.A.; FRANÇA, E.J.; SEVERI, W. Fish assemblage structure in a marginal lake disconnected from the submedium São Francisco River, Pernambuco. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 117-129, 2009.

LYONS TJ. *Hoplias malabaricus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020; e.T186393A1812387.

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 de Jaguari, SP. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, n.1, p.15-24, 2005.

MAGGI, L.E.; MONIZ, N.B.; MONIZ, A.P.C.; SALDANHA, R.F.; AQUINO, J.M.; VIEIRA, L.J.S.; SANTOS, F.G.A. Estudo ictioparasitológico de espécies de ambientes lacustres artificiais da bacia hidrográfica do igarapé Quinoá, Senador Guimard, Acre, Brasil. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 2, p. 311-324, 2019.

MAIRENA, H.; SOLANO, M.; VENEGAS, W. Human dermatitis caused by a nymph of *Sebekia*. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 41, n. 3, p. 352-354, 1989.

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

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

MARTINS, M.L.; SANTOS, R.S.; TAKAHASHI, K.; MARENGONI, N.G.; FUJIMOTO, R.Y. Infection and susceptibility of three fish species from the Paraná River, Presidente Epitácio, State of São Paulo, Brazil, to *Contracaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 73-78, 2003.

MELO, A.F.; ROSA, A.B.S.; SILVA, A.F.; PINTO, S.A.F. Sensoriamento remoto de três lagoas marginais do São Francisco. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Org.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. Cap. 2, p. 37-50.

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

MENEZES, N.A. Family Acestrorhynchidae: Acestrorhynchids. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. (org.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. Family Acestrorhynchidae, p. 231-233.

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

MESQUITA, R.L.B.; SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; LUQUE, J.L. Metazoários endoparasitos de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1916) (Characiformes: Characidae) do rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 14, n. 1, 2, 3, p. 95-102, 2012.

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

MONTEIRO, C.M.; MARTINS, A.N.; ALBUQUERQUE, M.C.; SANTOS-CLAPP, M.D.; DUARTE, R.; SABAS, C.S.S.; BRASIL-SATO, M.C. *Austrodiplostomum compactum* Szidat & Nani (Digenea: Diplostomidae), in final na second intermediate hosts from upper São Francisco river in the State of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 38 (supl. 3), p. 186-193, 2016.

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, p. 753-757, 2009.

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

MORAVEC, F.; THATCHER, V.E. *Procamallanus* (*Denticamallanus* subgen. n.) *dentatus* sp. nov. (Nematoda: Camallanidae) from the characid fish, *Bryconops alburnoides*, in the Brazilian Amazon. **Parasite**, v. 4, n. 1, p. 239-243, 1997.

MORAVEC, F.; GEY, D.; JUSTINE, J-L. Nematode parasites of four species of *Carangoides* (Osteichthyes: Carangidae) in New Caledonian waters, with a description of *Philometra dispar* n. sp. (Philometridae). **Parasite**, v. 23, n. 40, p. 1-18, 2016.

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

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

MORAVEC, F.; PROUZA, A.; ROYERO, R. Some nematodes of freshwater fishes in Venezuela. **Folia Parasitologica**, v. 44, n. 1, p. 33-47, 1997.

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

MOREIRA, N.I.B. OLIVEIRA, C.L.; COSTA, H.M.A. *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) e *Spirocamallanus saofranciscensis* sp. n. (Nematoda,

Camallanidae) em peixes da represa de Três Marias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 46, n. 5, p.485-500, 1994.

NEGRÃO, M.C.S.; SILVA, M.R.L.; VIDEIRA, M.N.; VIANA, L.A. Prevalence and molecular characterisation of *Calyptospora* parasites Overstreet, Hawkins and Fournié, 1984 (Apicomplexa: Calyptosporidae) in fishes from the eastern Amazon, Brazil. **Parasitology International**, v. 73, 101975, 2019.

NELSON, J.S.; GRANDE, T.C.; WILSON, M.V.H. **Fishes of the world**. Fifth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. 707 p.

NIEWIADOMSKA, K. Family Diplostomidae. In: Gibson DL, Jones A, Bray RA. **Keys to the Trematoda**. Wallingford: CABI Publishing and The Natural History Museum; 2002. p. 167-198.

NIKOLSKII, G.V. **The ecology of fishes**. London: Academic Press, 1963. 352p.

OLIVEIRA, A.K. **Estudo da alimentação da pirambeba *Serrasalmus brandti* (Teleostei: Serrasalminae) do Reservatório da Usina Hidrelétrica Cajuru (MG)**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

OLIVEIRA, M.S.B.; CORRÊA, L.L.; PRESTES, L.; NEVES, L.R.; BRASILIENSE, A.R.P.; FERREIRA, D.O.; TAVARES-DIAS, M. Comparison of the endoparasite fauna of *Hoplias Malabaricus* and *Hoplerethrinus unitaeniatus* (Erythrinidae), sympatric hosts in the eastern amazon region (Brazil). **Helminthology**, v. 55, n. 2, p.157-165, 2018.

OYAKAWA, O.T. Family Erythrinidae: Trahiras. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. (org.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. Family Erythrinidae, p. 238-240.

PANTOJA, C.S.; HERNÁNDEZ-MENA, D.I.; LEÓN, G.P.P.; LUQUE, J.L. Phylogenetic position of *Pseudosellacotyla lutzi* (Freitas, 1941) (Digenea: Cryptogonimidae), a parasite of *Hoplias malabaricus* (Bloch) in South America, through 28S rDNA sequences, and new observations of the ultrastructure of their tegument. **Journal of Parasitology**, v. 104, n. 5, p. 530-538, 2018.

PARÉ, J.A. An overview of pentastomiasis in reptiles and other vertebrates. **Journal of Exotic Pet Medicine**, v. 17, n. 4, p. 285–294, 2008.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKAEMOTO, R.M. **Doenças de Peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento**. Maringá: Nupélia, 1999. 264p.

PEDRO, N.H.O.; PELLEGRINI, L.S.; AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D. Biodiversity of metazoan parasites in *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Characiformes: Acestrorhynchidae) from the Batalha River, São Paulo State, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 11, n. 4, p. 336-344, 2016a.

PEDRO, N.H.O.; PELLEGRINI, L.S.; AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D. First record of *Rhipidocotyle santanaensis* (Digenea) parasitizing *Acestrorhynchus lacustris* from Batalha River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, p. 878-883, 2016b.

PELEGRINI, L.S.; GIÃO, T.; VIEIRA, D.H.M.D.; MÜLLER, M.I.; SILVA, R.J.; LEÓN, G.P.P.; AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D. Molecular and morphological characterization of the metacercariae of two species of diplostomid trematodes (Platyhelminthes, Digenea) in freshwater fishes of the Batalha River, Brazil. **Parasitology Research**, v. 118, p. 2169-2182, 2019.

PINKGUNI, M. **Pirañas: cuidados – crianza – especies**. Barcelona: Editorial Hispano Europea, 1997. 64p.

PINHEIRO, R.H.S.; SANTANA, R.L.S.; MONKS, S.; SANTOS, J.N.; GIESE, E.G. *Cucullanus marajoara* n. sp. (Nematoda: Cucullanidae), a parasite of *Colomesus psittacus* (Osteichthyes: Tetraodontiformes) in the Marajó, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 27, n. 4, pp. 521-530, 2018.

PINTO, R.M.; NORONHA, D. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais com chave para determinação das espécies. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 74, p. 3-4, p. 323-339, 1976.

PLANVASF. **Plano diretor para o desenvolvimento do vale do São Francisco – Relatório final**, Brasília: Planvasf, 1989.

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

POORE, G.C.B. The nomenclature of the Recent Pentastomida (Crustacea), with a list of species and available names. **Systematic Parasitol**, v. 82, p. 211-240, 2021.

POPOVA, O.A. The role of predaceous fish in ecosystems. In: S. D. GERKING. **Ecology of Freshwater Fish Production**. Oxford: Blackwell Scientific; 1978. p. 215-249.

PRADO, C. P. A.; GOMIERO, L. M.; FROEHLICH, O. Spawning and Parental care in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) in the Southern Pantanal, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2b, p. 697-702, 2006.

RECHI, E. **Peixe Cachorro (*Acestrorhynchus lacustris*)**. 2017. Disponível em: <<http://www.aquarismopaulista.com/acestrorhynchus-lacustris/>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

REGO, A.A. Notas sobre alguns pentastomídeos de répteis. **Memórias do Instituto Butantan**, 44/45, p. 233-238, 1980-1981.

REGO, A.A.; EIRAS, J. Identificação das larvas de *Sebekia* e *Leiperia* (Pentastomida). Histopatologia em peixes de rios. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, p. 591-596, 1989.

REGO, A.A.; VICENTE, J.J. Excursão científica à zona do Pantanal, Estado de Mato Grosso, pra coletas de helmintos. **Ciência e Cultura**, v. 40, n. 1, p. 65-68, 1988.

REYDA, F.B. Intestinal helminths of freshwater stingrays in southeastern Peru, and a new genus and two new species of cestode. **Journal of Parasitology**, v. 94, n. 3, p. 684-699, 2008.

RIBEIRO, T.S.; UEDA, B.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Endoparasite fauna of *Brycon amazonicus* and *B. melanopterus* (Characidae, Bryconinae) from Negro and Solimões rivers, Amazon, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 1, p. 107-110, 2016.

RILEY, J. The biology of pentastomids. **Advances in Parasitology**, v. 25, p. 45-128, 1986.

RIZZO, E.; SATO, Y.; BARRETO, B.P.; GODINHO, H.P. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 615-632, 2002.

ROCHA, A.A.F.; SANTOS, N.C.L.; PINTO, G.A.; MEDEIROS, T.N.; SEVERI, W. Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from Sobradinho reservoir, São Francisco River, Bahia State. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 33, p. 407-415, 2011.

ROCHA, RS, PELEGRINI LS, CAMARGO AA, ABDALLAH VD, AZEVEDO RK. *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae) in *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) collected in a lake at Dois Córregos, São Paulo, Brazil. **Ciência Rural** 45(12): 2223-2228, 2015.

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

ROLBIECKI, L. Correlation between the occurrence of parasites and body length of roach, carp bream, European perch, zander, and ruffe in the Vistula Lagoon estuary. **Oceanological Hydrobiological Studies**, v. 35: 257-267, 2006.

ROSIM, D.F.; CECCARELLI, P.S.; SOUZA, A.T.S. Parasitism of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) by *Quadrigyrus machadoi* Fábio, 1983 (Eoacanthocephala, Quadrigyridae) at a pond, Aguai, State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 14, n. 4, p. 147-153, 2005.

SABAS, C.S.S. **Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes siluriformes do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2014. 145f. Tese (Doutorado em Ciências), Área de Concentração: Parasitologia Veterinária - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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

SANTOS, A.B.; MELO, J.F.B.; LOPES, P.R.S.; MALGARIM, M.B. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da FZVA**, v. 7/8, n. 1, p. 140-150, 2001.

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, 2008a.

SANTOS, F.J.M.; PEÑA, A.P.; LUZ, V.L.F. Considerações Biogeográficas sobre a Herpetofauna do Submédio e da Foz do Rio São Francisco, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 35, n, 1, p. 59-78, 2008b.

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

SANTOS MD, ALBUQUERQUE MC, MONTEIRO CM, MARTINS AN, EDERLI NB, BRASIL-SATO MC. First report of larval *Spiroxys* sp. (Nematoda, Gnathostomatidae) in three species of carnivorous fish from Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Science**, v. 4, n. 3, p. 306-311, 2009.

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

SANTOS, M. D; BRASIL-SATO, M. C. Parasitic community of *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Siluriformes, Doradidae) from the upper São Francisco River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 3, p. 931-938, 2006.

SANTOS-CLAPP, M.D.; DUARTE, R.; ALBUQUERQUE, M.C.; BRASIL-SATO, M.C. Helminth endoparasites of endemic fish *Pygocentrus piraya* (Characiformes, Serrasalminae) from Três Marias reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 4, e20201425, 2022.

SATO, Y.; GODINHO, H.P. Migratory Fishes of the São Francisco River. In: Carolsfeld J, Harvey B, Ross C, Baer A. **Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries, and Conservation Status**. Washington D.C. and Ottawa: World Fisheries Trust/ The World Bank/ International Development Research Centre; 2003. p. 195-232.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco, p. 401-413. In: LOWE-MACONNELL (Ed.) **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999. 535p

SATO Y, FENERICH-VERANI N, NUÑER APO, GODINHO HP, VERANI JR. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: Godinho HP, Godinho AL. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. PUC, Belo Horizonte pp 229-274, 2003.

SELF, J.T. Biological Relationships of the Pentastomida; A Bibliography on the Pentastomida. **Experimental Parasitology**, v. 24, p. 63-119, 1969.

SELF, J.T.; REGO, A.A. Reassessments and revisions of certain genera and species of the family Sebekidae (Pentastomida) including description of *Sebekia microhamus* n. sp.. **Journal of Parasitology**, v. 7, p. 33-41, 1985.

SHAMSI, S.; MCSPADDEN, K.; BAKER, S.; JENKINS, D.J. Occurrence of tongue worm, *Linguatula* cf. *serrata* (Pentastomida: Linguatulidae) in wild canids and livestock in south-

eastern Australia. **International Journal of Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 6, p. 271-277, 2017.

SILVA, A.T.; GOITEIN, R. Diet and feeding activity of *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Characiformes, Acestrorhynchidae) in the water reservoir at Ribeirão Claro, SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 757-762, 2009.

SILVA, L.A.F.; MORAES, D.H.; AGUIAR, A.; ALMEIDA, W.O.; SILVA, R.J. First record of *Sebekia oxycephala* (Pentastomida: Sebekidae) infecting *Helicops infrataeniatus* (Reptilia: Colubridae) São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 2, p. 497-498, 2015.

SILVA, M.T.; CAVALCANTE, P.H.O.; CAMARGO, A.C.A.; MOUTINHO, V.A.C.; SANTOS, E.G.N.; SANTOS, C.P. Integrative taxonomy of *Goezia spinulosa* (Nematoda: Raphidascarididae) from arapaimas in the northwestern Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 242, p. 14-21, 2017.

SILVA, P.A.; VIEIRA, G.G.; FARINASSO, M.; CARLOS, R.J. Determinação da extensão do Rio São Francisco. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 05-10 abr. 2003, INPE. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2003. p. 393-400.

SILVA-JUNIOR, A.C.S.; RAMOS, J.S.; GAMA, C.S. Parasitismo de larvas de Anisakidae em *Acestrorhynchus lacustris* da área de proteção ambiental do rio Curiaú, Macapá, estado do Amapá. **Revista Brasileira de Engenharia e Pesca**, v. 6, p. 1-10, 2011.

SILVA-SOUZA, A.T.; SARAIVA, A. Ecological data of *Tavassosnema travassosi travassosi* (Dracunculoidea: Guyanemidae) from humour of the eyes of *Acestrorhynchus lacustris* from Tibagi River, Paraná, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, p. 51-52, 2002.

SIMON, N. **Predactors and prey**. London: J.M. Dent & Sons, 1983. 46p.

SOUZA, D.C.; CORRÊA, L.L.; TAVARES-DIAS, M. *Ithyoclinostomum dimorphum* Diesing, 1850 (Digenea, Clinostomidae) in *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae) with the first report of infection of the eyes. **Helminthology**, v. 55, n. 4, p. 343 – 349, 2018.

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

SZIDAT, L. Structure, development, and behaviour of new strigeatoid Metacercariae from subtropical fishes of South America. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 26, n. 4, p.753-786, 1969.

TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M.A.P.; LACERDA, A.C.; 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, p. 691-705, 2009.

TEIXEIRA, I.; BENNEMANN, S.T. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, P. 67-76, 2007.

TELES, M.E.O. **Biologia reprodutiva da pirambeba *Serrasalmus brandtii* Reinhardt, 1874 (Pisces, Characidae) da represa de Três Marias, rio São Francisco, MG.** 1989. 111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1989.

TELES, M.E.O.; GODINHO, H.P. Ciclo reprodutivo da pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Três Marias, rio São Francisco. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 57, n. 2, p. 177-184, 1997.

TELLEZ, M.A Checklist of host-parasite interaction of the order Crocodylia. University of California: **Publications in Zoology**; 2015.

THATCHER, V.E. Amazon fish parasites. **Amazoniana**, v. 11, n. 3-4, p. 263-571, 1991.

THATCHER, V.E. **Aquatic Biodiversity in Latin America.** 2 ed. Moscow: Pensoft, 2006. 509p.

VENTURA, A.S.; PÁDUA, S.B.; ISHIKAWA, M.M.; MARTINS, M.L.; TAKEMOTO, R.M.; JERÔNIMO, G.T. Endoparasites of *Gymnotus* sp. (Gymnotiformes: Gymnotidae) from commercial baitfish farming in Pantanal basin, Central Brazil. **Bol Inst Pesca** 2018; 44(3).

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.

VIEIRA, DHMD, CARMELLO LE, ABADALLAH VD, SILVA RJ, AZEVEDO RK. Community ecology of metazoan parasites of the sairú *Cyphocharax nageii* from the Peixe River. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, p. 4, p. 611-615, 2013.

VIEIRA-MENEZES, F.G. **Helmintofauna de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actinopterygii: Characidae) do Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2013. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

VIEIRA-MENEZES, F.G.; COSTA, D.P.C.; BRASIL-SATO, M.C. Nematodes of *Astyanax fasciatus* (Actinopterygii: Characidae) and their parasitic indices in the São Francisco river, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 26, n.1, p. 10-16, 2017.

VIEIRA, K.R.I.; VICENTIN, 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.

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** 2011; 20(1): 61-63.

VICENTIN, W.; VIEIRA, K.R.I.; COSTA, F.E.S.; TAKEMOTO, R.M.; TAVARES, L.E.R.; PAIVA, F. Metazoan endoparasites of *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Serrasalminae) in the Negro River, Pantanal, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 2013; 22(3): 331-338.

WADDLE, A.R.; KINSELLA, J.M.; ROSS, J.P.; ROJAS-FLORES, E.; PERCIVAL, H.F.; FORRESTER, D.J. Nematodes collected by gastric lavage from live American alligators, *Alligator mississippiensis*, in Florida. **Journal of Parasitology**, v. 95, n. 5, p. 1237–1238, 2009.

WEIBLEN AM, BRANDÃO DA. Levantamento parasitológico em *Hoplias malabaricus* Bloch (1794) (Traíra) de águas da região de Santa Maria – RS. **Ciência Rural**, v. 22, n. 2, p. 203-208, 1992.

WINEMILLER, K. O. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in Venezuela llanos. **Environmental Biology of Fishes**, v. 26, p. 177-199, 1989.

ZAGO, A.C.; FRANCESCHINI, L.; RAMOS, I.P.; ZICA, E.O.P.; WUNDERLICH, A.C.; CARVALHO, E.D.; SILVA, R.J. *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae) infecting *Steindachnerina insculpta* (Characiformes, Curimatidae) in the Chavantes Reservoir, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, n.1, p. 98-103, 2013.

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

ZUBEN, C.J.V. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 523-530, 1997.

ANEXOS

Anexo A - Formulário de necropsia de peixes de Amato et al. (1991)

FORMULÁRIO PARA NECRÓPSIA DE PEIXES

Nome genérico

Nome específico

--

Nome vulgar

Sexo

HOSPEDEIRO

Data da coleta:

Local de coleta:

Armazenagem: () sim () não

Refrigerador:

Congelador

Data do exame: / /

Fator de condição:

Peso: g Comprimento total: cm

Comprimento padrão: cm

Modo de captura:

Superfície do corpo:

Boca:

Opérculos:

Narinas:

Brânquias:

Olhos:

Esôfago:

Estômago:

Cecos intestinais:

Intestino anterior-1º 1/3:

Intestino médio-2º 1/3:

Intestino posterior-3º 1/3:

Reto:

Rins:

Fígado:

Vesícula biliar:

Ovários:

Coração:

Bexiga urinária:

Vesícula gasosa:

Cavidade celomática:

Musculatura:

Nadadeiras:

ANEXOS B

TRABALHOS PUBLICADOS COM HOSPEDEIROS E/OU DADOS DA TESE

Metazoan endoparasites of *Acestrorhynchus lacustris* (Actinopterygii: Acestrorhynchidae) from lagoons bordering the upper and middle São Francisco river basin, Brazil

Metazoários endoparasitos de *Acestrorhynchus lacustris* (Actinopterygii:
Acestrorhynchidae) de lagoas marginais da bacia do alto e médio rio São
Francisco, Brasil

Rayane Duarte^{1,2} ; Michelle Daniele dos Santos-Clapp²; Marília de Carvalho Brasil-Sato²

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

²Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

How to cite: Duarte R, Santos-Clapp MD, Brasil-Sato MC. Metazoan endoparasites of *Acestrorhynchus lacustris* (Actinopterygii: Acestrorhynchidae) from lagoons bordering the upper and middle São Francisco river basin, Brazil. *Braz J Vet Parasitol* 2022; 31(2): e000422. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612022023>

Abstract

The endoparasitic fauna of *Acestrorhynchus lacustris* from eight marginal lagoons of the upper and middle São Francisco river basin, Brazil, is recorded here for the first time. For this, a total of 106 specimens of *A. lacustris* were collected. Eighteen helminth species were found. The taxa recorded were phylum Platyhelminthes: one metacercaria of *Clinostomum* sp. (Trematoda: Clinostomidae) and plerocercoid larvae of unidentified species



An Acad Bras Cienc (2022) 94(4): e20201425 DOI 10.1590/0001-376520220201425
Anais da Academia Brasileira de Ciências | Annals of the Brazilian Academy of Sciences
Printed ISSN 0001-3765 | Online ISSN 1678-2690
www.scielo.br/aabc | www.fb.com/aabcjournal

ANIMAL SCIENCE

Helminth endoparasites of endemic fish *Pygocentrus piraya* (Characiformes, Serrasalminidae) from Três Marias reservoir, Minas Gerais, Brazil

MICHELLE D. SANTOS-CLAPP, RAYANE DUARTE, MARCIA C. ALBUQUERQUE & MARILIA C. BRASIL-SATO

Abstract: Ten endoparasite species found in *Pygocentrus piraya*, which is a piranha species native to São Francisco river, were collected from 108 fish caught in Três Marias reservoir in 2004 and 2005, namely: Digenea – *Austrodiplostomum* sp. (metacercariae); Eucestoda – undetermined species of Proteocephalidea (plerocercoids); and Nematoda – *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Cystidicoloides fischeri* and *Capillostrongyloides sentinosa* (adults); *Spinitectus rodolphiheringi* (juvenile); *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp. (larvae). In helminth fauna, *P. (S.) inopinatus* has shown higher prevalence and dominance. Fish sex has influenced the prevalence of *Hysterothylacium* sp., which was higher in female specimens. Longer total length of fish has positively influenced the abundance of *C. sentinosa* and *Hysterothylacium* sp. The rainy season has favored parasitic indices, mainly *P. (S.) inopinatus* abundance, as well *C. sentinosa* and *Hysterothylacium* sp. prevalence and abundance. There were co-occurrences between adult and some larval nematodes. Endemic piranhas, as well as final hosts, are important intermediate and/or paratenic hosts, given the relevant number of larvae (proteocephalideans and nematodes) of heteroxene cycle found in them. Proteocephalidea plerocercoids, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Goezia* sp. and *S. rodolphiheringi* are new records parasitizing *P. piraya* in São Francisco basin.

Key words: carnivorous host, freshwater fish helminths, parasites of endemic fish, upper São Francisco river.

***Sebekia* sp. (Eupentastomida, Sebekidae) in *Pygocentrus piraya* (Actinopterygii: Serrasalminidae) from marginal lagoons of the middle São Francisco River basin, Brazil**

Sebekia sp. (Eupentastomida, Sebekidae) em *Pygocentrus piraya* (Actinopterygii: Serrasalminidae) de lagoas marginais da bacia do médio rio São Francisco, Brasil

Rayane Duarte^{1*} ; Michelle Daniele dos Santos-Clapp²; Marília de Carvalho Brasil-Sato²

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

²Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

How to cite: Duarte R, Santos-Clapp MD, Brasil-Sato MC. *Sebekia* sp. (Eupentastomida, Sebekidae) in *Pygocentrus piraya* (Actinopterygii: Serrasalminidae) from marginal lagoons of the middle São Francisco River basin, Brazil. *Braz J Vet Parasitol* 2022; 31(4): e010522. <https://doi.org/10.1590/S1984-2961202202060>

Abstract

Pygocentrus piraya is an endemic species of the São Francisco River basin. In this study, 342 carnivorous fish were examined, nymphs specimens of *Sebekia* sp. and its ecological indexes are recorded only in piranhas, of the total of 53 collected from three marginal lagoons of the middle São Francisco River basin: 17 specimens from Curral de Varas lagoon; 15 from Maris lagoon, both of state of Minas Gerais; and 21 specimens from Mocambo lagoon, state of Bahia. The prevalence (P) and mean abundance (MA) of *Sebekia* sp. nymphs in intermediate hosts were as follows: in Curral de Varas lagoon, P = 11.8%, MA = 0.18; in Maris lagoon, P = 46.6%, MA = 0.47; and in Mocambo lagoon, P = 14.3%, MA = 1.05. Despite the lower number of fish examined from Maris lagoon, this lagoon had the highest number of piranhas (seven) parasitized by *Sebekia* sp. Pentastomids have zoonotic importance and evaluation of the indirect life cycle of sebekids in lagoons is necessary for defining the intermediate and final hosts involved. This record is novel and stems from collection of piranhas in the marginal lagoons of the São Francisco River, in the states of Minas Gerais and Bahia, Brazil.

Keywords: Lagoon environment parasitology, lagoon fish parasites, Pentastomida, Porocephalida.



Metazoan endoparasites of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Actinopterygii: Erythrinidae) from upper and middle São Francisco river basin, Minas Gerais State, Brazil

Rayane Duarte^{1,2} · Michelle Daniele dos Santos-Clapp² · Marília de Carvalho Brasil-Sato²

Received: 15 December 2022 / Accepted: 17 December 2022 / Published online: 27 December 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2022

Abstract

The endoparasitic fauna of *Hoplias malabaricus* (which is a species of paramount importance in the fishing and human food sectors) from Três Marias reservoir, São Francisco river, and from eleven marginal lagoons in the upper and middle São Francisco river basin, Brazil, was herein recorded for the first time. In total, 13 endoparasite species belonging to ten different families were found in 147 analyzed *H. malabaricus* specimens. The identified taxa comprised individuals belonging to phyla Apicomplexa–Calyptosporidae–*Caplyptospora* sp. (oocysts); Platyhelminthes–Trematoda–Diplostomidae (metacercariae)–*Austrodiplostomum* sp. and *Sphincterodiplostomum musculosum*, Clinostomidae (metacercariae)–*Clinostomum* sp., Gorgoderidae (adults)–*Phyllodistomum spatula*, and Eucestoda–Proteocephalidae gen. sp. (plerocercoids larvae); and Nematoda–Anisakidae (larvae)–*Contracaecum* sp. Types 1 and 2 and *Hysterothylacium* sp., Gnathostomatidae (larvae)–*Spiroxys* sp., Camallanidae (juveniles/adults)–*Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, Guyanemidae (juveniles/adults)–*Guyanema baudii*, and Cystidicolidae (juveniles/adults)–*Cystidicoloides fischeri*. Proteocephalidae gen. sp. and *Contracaecum* sp. Type 1 were the species presenting expressive parasitic indexes in the reservoir, in the river, and in nine of the eleven lagoons. *Cystidicoloides fischeri* was recorded for the first time in *H. malabaricus*. *Guyanema baudii* and *S. musculosum* had their geographic distribution expanded to São Francisco river basin.


Keywords Anisakidae · Calyptosporidae · Digenea · Gnathostomatidae · Lagoon environment ichthyoparasitology · Proteocephalidae

ANEXOS C

TRABALHOS PUBLICADOS COM OUTROS HOSPEDEIROS

***Argulus elongatus* (Branchiura, Argulidae) in fish in the upper São Francisco river, Brazil**

Argulus elongatus (Branchiura, Argulidae) de peixes do alto rio São Francisco, Brasil

Rayane Duarte^{1*} ; Maria de Fátima Cancelli de Almeida-Berto¹; Caroline Ferreira Calvario²;
Michelle Daniele dos Santos-Clapp³; Marília de Carvalho Brasil-Sato³

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

²Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil

³Laboratório de Biologia e Ecologia de Parasitos, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde – ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil


How to cite: Duarte R, Almeida-Berto MFC, Calvario CF, Santos-Clapp MD, Brasil-Sato MC. *Argulus elongatus* (Branchiura, Argulidae) in fish in the upper São Francisco river, Brazil. *Braz J Vet Parasitol* 2020; 29(2): e016119. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612020010>

Abstract

Among 164 fish from the upper São Francisco river, caught in the Três Marias reservoir (18° 12' 59" S; 45° 17' 34" W) or downstream from this reservoir (18° 12' 32" S; 45° 15' 41" W) in 2007, 2008, 2016 and 2017, four specimens of *Argulus elongatus* Heller, 1857 were found, one specimen per fish, in the following host species: *Brycon orthotaenia* Günther (two fish parasitized out of 38 examined) and *Salminus hilarii* Valenciennes (one fish parasitized out of 45 examined) (both in Bryconidae); and *Metynnis lippincottianus* (Cope) (one fish parasitized out of 81 examined) (Serrasalminidae). This opportunistic ectoparasite deserves attention even in the case of low infestation in fish in a natural water system. This is the first record of a branchiuran species in *B. orthotaenia*; the host list of *A. elongatus* is extended through addition of the three fish species examined in this study, and the known Brazilian geographical distribution of this argulid is enlarged to the São Francisco river basin.



First report of *Myxobolus episquamalis* Egusa, Maeno & Sorimachi, 1990 (Myxozoa: Bivalvulida) in Lebranche mullet *Mugil liza* Valenciennes, 1836 (Teleostei: Mugiliformes) from Neotropical region

Rayane Duarte¹ · Bruna Reich Martinatti² · Águida Aparecida de Oliveira³ · Jhon Lennon Genovez-Oliveira⁴ · Viviane Moreira de Lima⁵ · Rafael de Almeida Tubino^{4,5} · Bruno Pereira Berto⁵  · Michelle Daniele Santos-Clapp⁵

Received: 12 January 2020 / Accepted: 6 July 2020
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020

Abstract


In the current study, *Myxobolus episquamalis* Egusa, Maeno & Sorimachi, 1990 (Myxozoa: Bivalvulida) is reported from the Lebranche mullet *Mugil liza* Valenciennes, 1836 in the estuarine region of the Maricá Lagoon, State of the Rio de Janeiro, southeastern Brazil. To date, this myxozoan species was reported in mullets from Asia, Africa, Europe, and Oceania. The characteristics of *M. episquamalis* previously reported are similar to the findings of the present study. DNA sequences of the nuclear small subunit ribosomal DNA (SSU rDNA) had 99.7–100% similarity with the sequences of *M. episquamalis* from North Africa and Asia. Therefore, strong morphological and molecular similarities ensure the identification of *M. episquamalis* in the current study. Finally, this finding records a new host and locality, revealing the worldwide distribution of this myxozoan species.


Keywords Morphology · Sequencing · Myxozoa · *Myxobolus episquamalis* · *Mugil liza* · Maricá Lagoon

On the validity and distribution of *Myxobolus curemae* Vieira, Agostinho, Negrelli, Silva, Azevedo and Abdallah, 2022 (Myxozoa: Bivalvulida) from a new record on the coast of southeastern Brazil


BRUNA REICH MARTINATTI¹, LAURA FRANTELMO CAVALHEIRO², RAYANE DUARTE³,
VIVIANE MOREIRA DE LIMA^{4,5}, RAFAEL DE ALMEIDA TUBINO^{4,6,8}, BRUNO PEREIRA BERTO^{4,8*} &
MICHELLE DANIELE SANTOS-CLAPP^{4,7}


¹Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 km 7, 23897-000 Seropédica, RJ, Brazil. ✉ bmartinatti@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0002-5338-5093>


²Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 km 7, 23897-000 Seropédica, RJ, Brazil. ✉ laurafrantelmoc@ufrj.br;  <https://orcid.org/0000-0003-4744-9756>

³Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 km 7, 23897-000 Seropédica, RJ, Brazil. ✉ rayaneduarte20394@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-2412-887X>


⁴Departamento de Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 km 7, 23897-000 Seropédica, RJ, Brazil.

⁵✉ vilima@ufrj.br;  <https://orcid.org/0000-0001-7930-8312>

⁶✉ rattubino@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0002-3175-4724>

⁷✉ michelledaniele@yahoo.com.br;  <https://orcid.org/0000-0002-3481-2037>

⁸Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 km 7, 23897-000 Seropédica, RJ, Brazil

*Corresponding author. ✉ bertobp@ufrj.br;  <https://orcid.org/0000-0002-1072-5254>

Myxobolus spp. are parasites of wide diversity and distribution in fish, both in the natural environment and in freshwater or marine farming systems around the world and are sometimes associated with severe disease in their hosts (Schmahl *et al.* 1989; Lom and Dyková, 1995; Eiras *et al.* 2021). The white mullet *Mugil curema* Valenciennes, 1836 is a pelagic fish of the Mugilidae family widely distributed in the Atlantic Ocean (Froese & Pauly 2022). Recently, *Myxobolus curemae* Vieira, Agostinho, Negrelli, Silva, Azevedo and Abdallah, 2022 was described from white mullets *Mugil curema* Valenciennes, 1836 in Brazil (Vieira *et al.* 2022). In the current work, *Myxobolus* sp. was identified with the same biological and morphological characteristic features of *M. curemae* from white mullets from the Jacarepaguá Lagoon Complex in the State of Rio de Janeiro, Brazil, in addition to being 100% identical for a genic region of the nuclear small subunit ribosomal DNA. However, this *Myxobolus* sp. was also similar to *Myxobolus hani* Faye, Kpatcha, Diebakate, Fall and Toguebaye, 1999, which was described from white mullets in Senegal, Africa, without molecular identification (Faye *et al.* 1999). Therefore, this current work makes observations on these *Myxobolus* spp. which are morphologically and biologically similar, and that could establish *M. curemae* as a junior synonymy of *M. hani*.