

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

TESE

Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do
Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas
Gerais, Brasil

Michelle Daniele dos Santos

2008



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

**COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES
CARNÍVOROS DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO
SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL**

MICHELLE DANIELE DOS SANTOS

Sob a orientação da Professora
Marilia de Carvalho Brasil-Sato

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

Seropédica, RJ
Março de 2008

639.3

S237c

T

Santos, Michelle Daniele dos, 1980-
Comunidades parasitárias de três
espécies de peixes carnívoros do
reservatório de Três Marias, Alto Rio São
Francisco, Minas Gerais, Brasil/ Michelle
Daniele dos Santos. - 2008.

243 f. : il.

Orientador: Marília de Carvalho
Brasil-Sato.

Tese (Doutorado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Veterinária.

Bibliografia: p. 167-186.

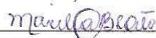
1. Peixe - Parasito - Teses. 2. Peixe
- Minas Gerais - Teses. 3. Animais
carnívoros Teses. I. Brasil-Sato, Marília
de Carvalho, 1964-. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Instituto de Veterinária. III. Título.

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

MICHELLE DANIELE DOS SANTOS

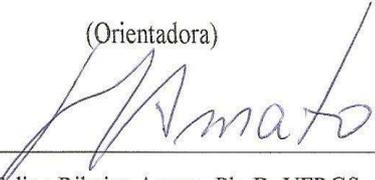
Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de Concentração em Parasitologia Veterinária.

TESE APROVADA EM 04/03/2008

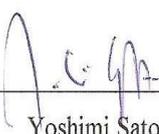


Marília de Carvalho Brasil-Sato. Ph. D. DBA/UFRRJ

(Orientadora)


José Felipe Ribeiro Amato. Ph. D. UFRGS


Luís Cláudio Muniz Pereira. Ph. D. FIOCRUZ/RJ


Yoshimi Sato. Ph D. CODEVASF/MG


Lidia Miyako Yoshii Oshiro. Ph D. IZ/UFRRJ

“Não fiz o melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas não sou o que era antes”

Marthin Luther King

Aos meus pais, familiares, noivo e amigos por terem me apoiado na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Vou fugir um pouco da formalidade para agradecer as pessoas que amo.

Agradeço em primeiro lugar à Deus, que é responsável por tudo que faço e pelo caminho que percorro. Obrigado Senhor, por ter me guiado na realização desse trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por onde tive grandes momentos de alegria e onde fiz grandes amigos, além das ótimas oportunidades geradas. Quem sabe um dia, vou poder estar do outro lado.....

Aos meus pais Marcos Pedro dos Santos e Antonia Lúcia dos Santos por terem acreditado em mim e pelo incentivo constante. Mãe, obrigada por toda sua preocupação e zelo. E sua comidinha? Nossa! Maravilhosa!! Sempre me acompanhado durante os longos períodos na Rural. Vocês são tudo pra mim. Um dia vou retribuir todo o suor e esforço que tiveram para que eu chegasse até aqui. AMOS VOCÊS MAIS QUE TUDO NESSA VIDA!!!!!!

Aos meus tios Mário Pedro dos Santos e Maria Elizabeth Correa Santos pelo estímulo e por sempre estarem ao meu lado. Mesmo longe, vocês estão no meu coração!!!!

À minha orientadora Dra. Marília de Carvalho Brasil-Sato por todos esses anos de amizade, convivência, ensinamento e confiança. Obrigada, por ter acreditado em mim. Te admiro muito. Espero continuarmos trabalhando juntas com os parasitos de peixes.

Ao grande amor da minha vida, meu noivo Fabiano Clapp da Silva, que esteve do meu lado por todos esses anos, desde o início do Mestrado, me incentivando, me apoiando, nos momentos felizes e principalmente nos ruins. Agradeço muito a você. Agora podemos pensar no nosso casamento e nos nossos filhotes..rs. TE AMO DEMAIS!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

À minha sogra, Teresa Clapp da Silva, pelas grandiosas palavras de incentivo.

À minha grande amiga Luciana Fonseca Mello que sempre disse que a minha vitória era a dela.

Às amigas do Laboratório de Ictioparasitologia, Márcia Cavalcanti de Albuquerque, Cassandra de Moraes Monteiro e Amanda Nascimento Martins por todos os momentos alegres. Cassandra, obrigada pelas vezes que ficou me acompanhando até tarde da noite no laboratório e pela leitura crítica de um dos capítulos da tese. Obrigada pela disponibilidade que sempre ofereceu em me ajudar e pelo companheirismo!! Márcia, obrigada por tudo menina!!!! Você é maravilhosa e como dizemos uma pra outra: “Tudo vai dar certo, se não deu, é por que ainda não chegou o final!!!! Tudo vai dar certo na sua dissertação, viu? E Amanda, fofa, sempre me oferecendo ajuda. ADORO VOCÊS!!!!!!

Ao Dr. Yoshimi Sato, Chefe da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba de Três Marias (CODEVASF), MG, pela coleta dos peixes e pelas várias conversas interessantes e incentivadoras.

Ao Dr. Edson Vieira, EPT/CODEVASF Sampaio pela ajuda prestada na elaboração de alguns gráficos da tese.

Ao convênio CEMIG-GT/CODEVASF pelo apoio logístico e material.

Ao Laboratório de Histologia, do Depto. de Histologia, IV/UFRRJ, em especial à técnica Ilza, Dr. Armando Sales e Dra. Aparecida Alves do Nascimento pela realização dos cortes histológicos dos cestóides. Cida, obrigada por tudo!!!

Ao Dr. Célio Ubirajara Magalhães Filho, curador da coleção de Invertebrados do INPA, AM pelo acesso à Coleção e empréstimo de parátipos.

À Dra. Maria de Lurdes Azevedo Rodrigues, DPA/UFRRJ por todos esses anos de convivência e ensinamento e pelos momentos divertidos.

Ao Dr. Luís Cláudio Muniz Pereira, CHIOC/FIOCRUZ por ter participado da minha banca de qualificação e pelas facilidades fornecidas em relação ao depósito dos espécimes de parasitos na Coleção Helminológica da Fundação Oswaldo Cruz.

Aos doutores, José Felipe Ribeiro Amato, Yoshimi Sato, Lídia Miyako Yoshii Oshiro, Luís Cláudio Muniz Pereira, Armando Sales, Maria de Lurdes Azevedo Rodrigues e Débora Henrique dos Anjos por aceitarem tão prontamente comporem a banca de doutorado.

Agradeço em especial ao Dr. Frantisek Moravec, da Academia de Ciências da República Tcheca, grande especialista em nematóides parasitos de peixes, que tão cordialmente aceitou olhar meu material e pela realização da Microscopia Eletrônica de Varredura. Obrigada, por todas as vezes que rapidamente esclareceu as minhas dúvidas quando eu o solicitava e pela atenção. Obrigada, por contribuir tão grandemente com a ciência.

Agradeço também ao Dr. Vernon Thatcher, UFPR que me recebeu muito bem por duas vezes em seu laboratório em Curitiba e por ter me ensinado muito sobre o maravilhoso mundo dos copépodes parasitos de peixes.

Agradeço à Msc. Leslie Mauren Córdova Clavijo, do Laboratório do Dr. Walter Boeger, UFPR pela ajuda fornecida na identificação dos Monogenea.

Aos professores da Área de Biologia, em especial Nedda E. Rosa Mizuguchii, Solange V. Pascoal Branco Brandolini, Ronald Bastos Freire, Roberto de Xerez, Hécio Resende Borba e Lenício Gonçalves pelos momentos felizes...como foi bom!!!!

À professora e amiga Lana Claudia Fonseca, IE/UFRRJ pelos momentos de descontração, pelas risadas e por ter sido uma professora primordial para minha formação acadêmica.

Às amigas do Alojamento de Pós-graduação da UFRRJ, em especial, Adailde Carmo, Fabiana de Carvalho Dias, Fabiana Valadão Massad, Renata Cristina Scarlato, Josyellen Nunes, Priscila Nogueira Matos, Janaína Rodrigues e Nídia Barros que me proporcionaram grandes momentos felizes, além do apoio constante.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRRJ, em especial à coordenadora professora Maria Júlia Salim Pereira e a todos os professores pelos ensinamentos e pelas oportunidades.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, em especial Fábio da Silva Souza pelas suas palavras incentivadoras e por sempre ter dito que tudo ia dar certo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, na concessão de bolsa de doutorado.

Enfim, eu só quero deixar explícito o meu MUITO OBRIGADA!!!!!!!

BIOGRAFIA

Michelle Daniele dos Santos, filha de Marcos Pedro dos Santos e Antonia Lúcia dos Santos, nasceu em 31 de março de 1980, em Brasília, DF. cursou o ensino fundamental e médio nos colégios Centro Educacional Anacleto de Queiroz e Centro Técnico Congregacional (CETECON/KAPPA), no município de Nilópolis, RJ.

Em novembro de 1998, ingressou no curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde obteve o grau de Licenciado no dia 16 de novembro de 2002 e o grau de Bacharel em Biologia Animal no dia 24 de maio de 2003, através de defesa de monografia.

Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) durante o período compreendido entre abril de 2001 a julho de 2002, participando de projetos de parasitos de peixes no Laboratório de Ictioparasitologia da Professora Marília de C. Brasil-Sato.

Em março de 2003 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Área de Concentração em Parasitologia Veterinária, nível de Mestrado, sob orientação da Professora Marília de C. Brasil-Sato, na qual foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Defendeu sua dissertação de Mestrado na área de Parasitos de Peixes no dia 07 de maio de 2004, onde automaticamente ingressou no Doutorado através do programa de Pós-Graduação Integrada (PGI) do CNPq.

Na presente data apresenta e defende esta tese como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências.

RESUMO

SANTOS, Michelle Daniele. **Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2008. 187p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Parasitologia Veterinária). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Este trabalho teve como objetivos identificar as espécies de parasitos metazoários de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, analisar a estrutura das comunidades parasitárias componentes e descrever a dinâmica das infracomunidades parasitárias e seus relacionamentos interespecíficos. Um total de 388 peixes foram coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, no período compreendido entre julho a agosto de 2004 e 2005 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso). Deste total, 108 espécimes eram de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e 168 de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) (Characiformes, Characidae, Serrasalminae) e 112 de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae). Pelo menos 27 espécies de parasitos metazoários foram encontradas nas três comunidades componentes. Em Digenea, foram encontradas metacercárias de *Austrodiplostomum* sp.; em Monogenea sete espécies, *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Gussevia* sp., *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies) e uma espécie não identificada alocada em Gyrodactylidae; em Eucestoda três espécies, plerocercóides não identificados, *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) e *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935; em Nematoda cinco espécies cujos espécimes eram adultos, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), *Rhabdochona* sp. e *Philometra* sp., quatro espécies cujos espécimes eram larvais, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp. e uma espécie cujo espécime era juvenil, *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934; em Copepoda, quatro espécies: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp.₁ e *Ergasilus* sp.₂; em Isopoda, *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 e em Branchiura, *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937. Seis espécies de endoparasitos foram comuns aos três hospedeiros: *P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp. As espécies mais prevalentes e consideradas centrais nas comunidades foram em *P. piraya*, *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* e *P. inopinatus*; em *S. brandtii* somente *Anacanthorus* spp. e em *C. kelberi* não houve espécie central. *Pygocentrus piraya* apresentou fauna parasitária mais rica, tendo sido a comunidade parasitária de *S. brandtii* a mais próxima, e que estabeleceu um nível intermediário de riqueza e diversidade parasitárias entre as comunidades de *P. piraya* e *C. kelberi*. Houve maior similaridade qualitativa de endoparasitos entre o par *P. piraya* - *S. brandtii* e maior similaridade quantitativa para o par *S. brandtii* - *C. kelberi*. A estrutura das comunidades parasitárias de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* foi semelhante, pela baixa ocorrência de espécies centrais, pela presença de várias espécies satélites, poucas associações interespecíficas significativas, além da ausência de dominância. Todas essas características permitiram caracterizar as três comunidades como isolacionistas, evidenciando disponibilidade de nichos para possível estabelecimento de outras espécies de parasitos. O registro das espécies encontradas nos respectivos hospedeiros, com exceção de *P. inopinatus* e *Contraecaecum* sp., possibilitou ampliar a lista de hospedeiros e a extensão da distribuição geográfica conhecida delas para a Bacia do Rio São Francisco.

Palavras-chave: *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii*, *Cichla kelberi*.

ABSTRACT

SANTOS, Michelle Daniele. **Parasite community of three species of carnivorous fishes from Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais, Brazil.** 2008. 187p. Thesis (Philosophiae Doctor in Veterinary Science, Veterinary Parasitology). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

This work had as purposes to identify the metazoan parasite species of three species of carnivorous fishes from the Três Marias Reservoir and analyze the structure of the component parasite community, besides describe the dynamic of the parasite infracommunities and their interspecific relations. A total of 388 fishes were collected in the Três Marias Reservoir, along the influence of Borrachudo River (18°12'59"S, 45°17'34"W), Upper São Francisco River, Minas Gerais State, between July and August, 2004 and 2005 (dry period) and January, 2004 and December, 2004 to January, 2005 (wet period). Of these total, 108 specimens were of *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) and 168 of *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) (Characiformes, Characidae, Serrasalminae) and 112 of *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae). At least 27 taxa of metazoan parasites were found among the three species of fishes analyzed: one of Digenea: *Austrodiplostomum* sp. (metacercariae); seven of Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Gussevia* sp., *Anacanthorus* spp. (at least three species) and one unidentified species of Gyrodactylidae; three of Eucestoda: an unidentified plerocercoid, *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) and *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935; ten of Nematoda: being five species of adult specimens *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), *Rhabdochona* sp. and *Philometra* sp., four species of larval specimens *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp. Type 1, *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp. and one juvenile specimen of *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934; four of Copepoda: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp.₁ and *Ergasilus* sp.₂; one of Isopoda: *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 and one of Branchiura: *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937. Six species of endoparasites were common in the three parasite fauna analyzed (*P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp., *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp.). The parasite species more prevalent and considered core species in *P. piraya* were *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* and *P. inopinatus*, in *S. brandtii* were *Anacanthorus* spp. and in *C. kelberi* didn't have core species. *Pygocentrus piraya* presented a rich parasite fauna among the carnivorous fishes and that of *S. brandtii* was more related with it, being intermediate between the communities of *P. piraya* and *C. kelberi*. The pair *Pygocentrus piraya* and *S. brandtii* had high endoparasitic qualitative similarity, while *S. brandtii* and *C. kelberi* had high quantitative similarity. The structure of the metazoan parasite fauna of *P. piraya*, *S. brandtii* and *C. kelberi* was similar, due of few core species, limited number of secondary species and the presence of numerous satellite species, low number of significant interspecific associations, besides the absence of dominance. All these characteristics classify the three parasite fauna as isolationist evidencing the availability of niches for possible establishment of other parasite species. This is the first report of all the parasite species in respective hosts, except for *P. inopinatus* and *Contraecaecum* sp., thus expanding the host list and their known geographical distribution to the São Francisco River Basin.

Key words: *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii*, *Cichla kelberi*.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Prevalência (P), amplitude de intensidade (AI), intensidade média (IM) e abundância média (AM) acompanhados do respectivo desvio padrão (DP), valor de importância (VI) (C_E = central, S_A = satélite, S_E = secundária) e localização (B= brânquias, C= celoma, C_i = cecos intestinais, E= estômago, I_A = intestino anterior, I_M = intestino médio, I_P = intestino posterior, N= narinas, O= olhos, V_B = vesícula biliar) dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) no período integral de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....67
- Tabela 2.** Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....68
- Tabela 3.** Valores do índice de dispersão e do estatístico *d* dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....68
- Tabela 4.** Análise dos descritores parasitários das espécies co-ocorrentes em *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....71
- Tabela 5.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) examinados por sexo do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....73
- Tabela 6.** Análise dos índices parasitários sob possível influência do sexo de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....74
- Tabela 7.** Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....75
- Tabela 8.** Prevalência, intensidade e abundância média dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em seus respectivos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....77
- Tabela 9.** Análise dos índices parasitários sob possível influência do período de coleta (estiagem e chuvoso) de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....78
- Tabela 10.** Descritores parasitários nos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) sob possível influência do sexo de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....78

CAPÍTULO III

Tabela 1. Prevalência (P), amplitude de intensidade (AI), intensidade média (IM) e abundância média (AM), acompanhados do respectivo desvio padrão (DP), valor de importância (VI) (C_E= central, S_E= secundária, S_A= satélite) e localização (B= brânquias, Ba= baço, C= celoma, Ci= Cecos intestinais, E= estômago, I_A= intestino anterior, I_M= intestino médio, I_P= intestino posterior) dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.96

Tabela 2. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....97

Tabela 3. Valores do índice de dispersão e do estatístico *d* dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....97

Tabela 4. Análise dos índices parasitários das espécies co-ocorrentes em *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....100

Tabela 5. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) examinados por sexo do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....102

Tabela 6. Análise dos índices parasitários sob possível influência do sexo de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....102

Tabela 7. Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....103

Tabela 8. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) em seus respectivos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) no Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....105

Tabela 9. Análise dos índices parasitários sob possível influência da época de coleta de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....105

Tabela 10. Descritores parasitários nos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) sob possível influência do sexo de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....106

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Prevalência (P), amplitude de intensidade (AI), intensidade média (IM) e abundância média (AM), acompanhados do respectivo desvio padrão (DP), valor de importância (VI) (S_A= satélite, S_E= secundária) e localização (B= brânquias, C= celoma, E= estômago, I_A= intestino anterior, I_M= intestino médio, I_P= intestino posterior, N= narinas, O= olhos) dos parasitos

metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 no período integral de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.123

Tabela 2. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....124

Tabela 3. Valores do índice de dispersão e do estatístico *d* dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....124

Tabela 4. Análise dos descritores parasitários das espécies co-ocorrentes em *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....127

Tabela 5. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 examinados por sexo do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....129

Tabela 6. Análise dos índices parasitários sob possível influência do sexo de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....129

Tabela 7. Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....130

Tabela 8. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 em seus respectivos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....132

Tabela 9. Análise dos índices parasitários sob possível influência do período de coleta (estiagem e chuvoso) de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....132

Tabela 10. Descritores parasitários nos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) sob possível influência do sexo de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....133

CAPÍTULO V

Tabela 1. Prevalência (P) dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....151

Tabela 2. Características das comunidades e infracomunidades dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Média ± desvio padrão.....155

Tabela 3. Similaridade qualitativa de Jaccard (C_J) e quantitativa de Sorenson (C_N) entre os pares formados por três espécies de peixes do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisadas em relação aos seus parasitos metazoários.....161

Tabela 4. Similaridade qualitativa de Jaccard (C_J) e quantitativa de Sorenson (C_N) entre os pares formados por três espécies de peixes do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisadas em relação aos ectoparasitos.....161

Tabela 5. Similaridade qualitativa de Jaccard (C_J) e quantitativa de Sorenson (C_N) entre os pares formados por três espécies de peixes do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisadas em relação aos endoparasitos.....161

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), evidenciando o barco Tracajá e alguns petrechos de pesca, Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, Brasil.....7
- Figura 2.** Bacia do Rio São Francisco indicando o Reservatório de Três Marias (seta), Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, região de coleta de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006.....8
- Figuras 3A-B.** Metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. de olhos (humor vítreo) de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) espécime corado com carmim de Langeron, EC: extremidade cônica, OT: órgão tribocítico, PV: pseudoventosa, barra = 235 µm; (B) Órgão tribocítico de espécime corado com hematoxilina de Delafield, FL: fenda longitudinal, OT: órgão tribocítico, barra = 75 µm...14
- Figura 4.** Espécime de *Rhinoxenus* sp. das narinas de *Serrasalmus brandtii* ((Lütken, 1875)) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AV= âncora ventral, OC= ocelos, barra = 62,5 µm.....16
- Figura 5.** Espécime de *Amphithecium* sp. das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AN= âncoras ventral e dorsal, OC= ocelos, VA= vagina, barra = 42,5 µm.....18
- Figuras 6A-B.** Espécime de *Gussevia* sp. das brânquias de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, FA: faringe, OC: ocelos, barra = 37 µm; (B) haptor, AV: âncora ventral, AD: âncora dorsal, barra = 25 µm.....20
- Figura 7.** Haptor de espécime representante de uma espécie não identificada alocada em Gyrodactylidae das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AN: âncora, GM: gancho marginal, barra = 25 µm.....23
- Figuras 8A-B.** Espécime de *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, PM: proglótide madura, VE: ventosa, barra = 196 µm; (B) Proglótides grávidas terminais, OV: ovário, UT: útero, barra = 294 µm.....25
- Figura 9.** Espécime de *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. ES: escólice, PJ: proglótide jovem; PM: proglótide madura, PG: proglótide grávida, barra = 294 µm.27
- Figuras 10A-B.** Espécime fêmea de *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) respectivamente, do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, CB: cápsula bucal, EG: esôfago glandular, EM: esôfago muscular,

barra = 303 µm; (B) cápsula bucal, AB: anel basal, CB: cápsula bucal, ES: espiras, barra = 37 µm.....31

Figuras 11A-B. Espécime fêmea de *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, PL: pseudolábio, VE: ventrículo, barra = 45 µm; (B) extremidade posterior, AN: ânus; CC: cauda cônica, barra = 140 µm.....34

Figura 12. Espécime juvenil de *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 do estômago de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. FE: fileira de espinhos, barra = 25 µm.....36

Figuras 13A-B. Espécime de *Contracaecum* sp. Tipo 1 (terceiro estágio larval) de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, DC: dente cefálico, ES: esôfago, barra = 50 µm; (B) extremidade posterior, AN: ânus; CC: cauda cônica; ET: estrias transversais, barra = 100 µm.....42

Figura 14. Extremidade anterior de espécime de *Goezia* sp. (quarto estágio larval) de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. ES: esôfago, FE: fileira de espinhos; CI: ceco intestinal, barra = 98 µm.....44

Figuras 15A-B. Espécime fêmea de *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) espécime em vista dorsal, barra = 1 cm; (B) espécime em vista ventral, barra = 1 cm.....50

Figura 16. Espécime fêmea de *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937, vista ventral, das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AB: abdômen, CA: carapaça, ES: espermateca, MA: maxila, OL= olho, barra = 411 µm.....53

CAPÍTULO II

Figura 1. Espécime adulto de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....59

Figura 2. Representatividade dos tipos de parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....64

Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....64

Figura 4. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....65

Figura 5. Distribuição da riqueza parasitária de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....70

Figura 6. Distribuição da riqueza parasitária de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....79

CAPÍTULO III

Figura 1. Espécime adulto de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....90

Figura 2. Representatividade dos tipos de parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil..93

Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil..93

Figura 4. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....94

Figura 5. Distribuição da riqueza parasitária de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....99

Figura 6. Distribuição da riqueza parasitária de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....107

CAPÍTULO IV

Figura 1. Espécime de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....117

Figura 2. Representatividade dos tipos de parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....120

Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Cichla kelberi* Kullander & Fernandes, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....120

Figura 4. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....121

Figura 5. Distribuição da riqueza parasitária de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....126

Figura 6. Distribuição da riqueza parasitária de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....134

CAPÍTULO V

- Figura 1.** Representação percentual dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisados em conjunto.....148
- Figura 2.** Representação percentual dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....148
- Figura 3.** Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....149
- Figura 4.** Prevalência dos parasitos metazoários comuns à três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....153
- Figura 5.** Abundância média dos parasitos metazoários comuns à três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....153
- Figura 6.** Distribuição de riqueza parasitária nas infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....157
- Figura 7.** Distribuição de riqueza parasitária nas infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....157
- Figura 8.** Distribuição de riqueza parasitária nas infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.....158
- Figura 9.** Dendrograma de similaridade qualitativa de Jaccard entre *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil em relação aos 27 táxons de parasitos metazoários encontrados.....162
- Figura 10.** Dendrograma de similaridade quantitativo de Sorenson entre *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil em relação aos 27 táxons de parasitos metazoários encontrados.....162

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I	
TAXONOMIA DOS PARASITOS METAZOÁRIOS DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES CARNÍVOROS DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL	2
RESUMO	3
ABSTRACT	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1 Caracterização da área de coleta	6
2.2 Caracterização dos hospedeiros	9
2.3 Necropsia dos hospedeiros	9
2.4 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos metazoários	9
2.4.1 Microscopia óptica	9
2.4.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV) – (AXEXO II)	10
2.5 Identificação e classificação das espécies de parasitos metazoários	10
2.6 Fotomicrografias e fotomacrografias	11
2.7 Desenhos (ANEXOS II, III)	11
2.8 Medidas	11
2.9 Depósito de espécimes	11
3 RESULTADOS	12
3.1 Taxonomia (classificação, resenha ecológica e morfometria) das espécies de parasitos metazoários de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais	12
3.1.1 Digenea	12
3.1.2 Monogenea	15
3.1.3 Eucestoda	24
3.1.4 Nematoda	29
3.1.5 Crustacea	45
CAPÍTULO II	
COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA FAUNA PARASITÁRIA DE <i>Pygocentrus piraya</i> (CUVIER, 1819) (OSTEICHTHYES, CHARACIFORMES, CHARACIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL	54
RESUMO	55
ABSTRACT	56
1 INTRODUÇÃO	58
2 MATERIAL E MÉTODOS	58
2.1 Caracterização da área de coleta	58
2.2 Caracterização do hospedeiro	58
2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros	60
2.4 Características da amostra dos hospedeiros	60
2.5 Necropsia dos hospedeiros	60
2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos	60
2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos	60

2.8 Análise estatística e estrutura da comunidade parasitária	61
2.8.1 Comunidade componente	61
2.8.2 Infracomunidades parasitárias	62
2.9 Depósito dos espécimes	62
3 RESULTADOS	63
3.1 Estrutura da comunidade parasitária	63
3.2 Infracomunidades parasitárias	69
3.3 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	72
3.3.1 Possível influência do sexo dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	72
3.3.2 Possível influência do comprimento total dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	75
3.3.3 Possível influência da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	76
4 DISCUSSÃO	80
4.1 Composição da fauna parasitária	80
4.2 Influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta sobre as infracomunidades parasitárias	81
5 CONCLUSÕES	84

CAPÍTULO III

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA FAUNA PARASITÁRIA DE *Serrasalmus brandtii* (LÜTKEN, 1875) (OSTEICHTHYES, CHARACIFORMES, CHARACIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO	85
ABSTRACT	86
1 INTRODUÇÃO	87
2 MATERIAL E MÉTODOS	88
2.1 Caracterização da área de coleta	89
2.2 Caracterização do hospedeiro	89
2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros	91
2.4 Características da amostra dos hospedeiros	91
2.5 Necropsia dos hospedeiros	91
2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos	91
2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos	92
2.8 Análise estatística e estrutura da comunidade parasitária	92
2.9 Depósito dos espécimes	92
3 RESULTADOS	92
3.1 Estrutura da comunidade parasitária	92
3.2 Infracomunidades parasitárias	98
3.3 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	101
3.3.1 Possível influência do sexo dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	101
3.3.2 Possível influência do comprimento total dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	103
3.3.3 Possível influência da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	104
4 DISCUSSÃO	108
4.1 Composição da fauna parasitária	108

4.2 Influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	109
5 CONCLUSÕES	111

CAPÍTULO IV

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA FAUNA PARASITÁRIA DE <i>Cichla kelberi</i> KULLANDER & FERREIRA, 2006 (OSTEICHTHYES, PERCIFORMES, CICHLIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL	112
RESUMO	113
ABSTRACT	114
1 INTRODUÇÃO	115
2 MATERIAL E MÉTODOS	116
2.1 Caracterização da área de coleta	116
2.2 Caracterização do hospedeiro	116
2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros	118
2.4 Características da amostra dos hospedeiros	118
2.5 Necropsia dos hospedeiros	118
2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos	118
2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos	118
2.8 Análise estatística e estrutura da comunidade componente	119
2.9 Depósito dos espécimes	119
3 RESULTADOS	119
3.1 Estrutura da comunidade parasitária	119
3.2 Infracomunidades parasitárias	125
3.3 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	128
3.3.1 Possível influência do sexo dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	128
3.3.2 Possível influência do comprimento total dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	130
3.3.3 Possível influência da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	131
4 DISCUSSÃO	135
4.1 Composição da fauna parasitária	135
4.2 Influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias	136
5 CONCLUSÕES	138

CAPÍTULO V

COMPARAÇÃO DAS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES CARANÍVOROS DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL	139
RESUMO	140
ABSTRACT	141
1 INTRODUÇÃO	142
2 MATERIAL E MÉTODOS	143
2.1 Caracterização da área de coleta	143
2.2 Caracterização das três espécies de hospedeiros	143
2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros	144
2.4 Caracterização das amostras dos hospedeiros	144

2.5 Necropsia dos hospedeiros	145
2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos	145
2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos	145
2.8 Análise estatística e estrutura das comunidades componentes.....	146
2.8.1 Comunidades componentes	146
2.8.2 Infracomunidades parasitárias	146
2.9 Depósito dos espécimes.....	147
3 RESULTADOS	147
3.1 Composição, níveis do parasitismo e classificação das espécies das comunidades componentes	147
3.2 Táxons comuns nas comunidades parasitárias	152
3.3 Infracomunidades parasitárias	156
3.4 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias (ecto e endoparasitos)	159
3.5 Similaridade da fauna de parasitos	159
4 DISCUSSÃO	163
4.1 Composição da fauna parasitária	163
5 CONCLUSÕES	166
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	167

INTRODUÇÃO GERAL

A bacia hidrográfica do São Francisco abrange uma área de 645.067,2 km², contida aproximadamente entre as coordenadas de 13°-21° S e 36°-48° W. Constitui a terceira bacia hidrográfica do Brasil e a primeira contida inteiramente em território brasileiro (KOHLER, 2003). Corresponde a 7,4% do território nacional e abrange os Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, além do Distrito Federal (PAIVA, 1982).

A barragem de Três Marias foi construída no período compreendido entre 1957 e 1960 visando regularização do Rio São Francisco, aumento do tirante da água para a navegação, controle das cheias, irrigação, aumento da potência da Usina de Paulo Afonso e produção de energia elétrica. O Reservatório de Três Marias está localizado no Alto Rio São Francisco, na região central do estado de Minas Gerais, entre os paralelos 18° e 20°S e os meridianos 45° e 46°W. Foi inundado em 1961 e apresenta quando em sua cota máxima, área de cerca de 100 mil hectares e volume de 21 bilhões de metros cúbicos (BRITSKI et al., 1988). A barragem apresenta área aterrada de 2.700 m de extensão, altura máxima de 75 metros e o Reservatório aspecto dendrítico e ausência de macrófitas aquáticas (SAMPAIO; LÓPEZ, 2003).

A fauna ictiica da bacia do São Francisco é composta de cerca de 150 espécies (SATO; GODINHO, 1999) e é caracterizada por alto grau de endemismo (MENEZES, 1996). Essa fauna encontra-se bastante ameaçada em várias regiões, principalmente no trecho à jusante da barragem de Sobradinho até o Oceano Atlântico, à montante da barragem de Três Marias e nos rios Paraopeba e das Velhas, devido, principalmente, ao desmatamento ciliar, à construção de grandes barragens, às poluições industrial e doméstica, ao garimpo (diamante e ouro), à pesca predatória e à destruição de várzeas e lagoas marginais pelos projetos agrícolas (MENEZES, 1996; SATO; GODINHO, 1999).

A bacia do Rio São Francisco, como ocorre com outras bacias brasileiras, também tem sido submetida à introdução de espécies. Desde 1982, o tucunaré (espécie citada como *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider, 1801) vem sendo capturado no Reservatório de Três Marias e até hoje não se sabe como foi introduzido (SATO; GODINHO, 1999).

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de conhecer a fauna das comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias: os serrasalmíneos endêmicos *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e o ciclídeo alóctone *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006.

Poucos são os trabalhos publicados relativos à taxonomia ou a ecologia de parasitos dos serrasalmíneos do São Francisco e investigados nessa proposta. Em *P. piraya* e *S. brandtii* destacam-se os trabalhos de Travassos et al. (1928), Moreira (1994), Moreira et al. (1994), Brasil-Sato (2003) e Santos et al. (2007) e até o momento não há registros de espécies de parasitos em *C. kelberi* no Reservatório de Três Marias.

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos, sendo apresentadas no primeiro capítulo, morfometria, descrição, redescricao e classificação taxonômica das espécies de parasitos metazoários encontrados nas três comunidades componentes das espécies de peixes estudadas; no segundo, terceiro e quarto capítulos são apresentados alguns aspectos ecológico-parasitários relacionados aos hospedeiros *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* e a estrutura das respectivas comunidades face aos períodos chuvoso, de estiagem e integral de coleta dos hospedeiros. No quinto capítulo, são apresentadas as comparações entre as comunidades parasitárias dessas três espécies de peixes, indicando a similaridade qualitativa e quantitativa entre elas e as principais conclusões gerais e específicas oriundas desse trabalho.

CAPÍTULO I

TAXONOMIA DOS PARASITOS METAZOÁRIOS DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES CARNÍVOROS DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma breve descrição taxonômica das espécies de parasitos metazoários encontrados nos serrasalmíneos *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e no ciclídeo *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006, peixes piscívoros coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, no período compreendido entre julho a agosto de 2004 e 2005 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso). Pelo menos 27 espécies de parasitos metazoários foram encontradas nas três comunidades componentes, sendo pelo menos 21 em *P. piraya*, 18 em *S. brandtii* e 12 em *C. kelberi*. Em Digenea, foram encontradas metacercárias de *Austrodiplostomum* sp.; em Monogenea sete espécies, *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Gussevia* sp., *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies) e uma espécie não identificada alocada em Gyrodactylidae; em Eucestoda três espécies, *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850), *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 e plerocercóides não identificados; em Nematoda, cinco espécies cujos espécimes eram adultos *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), *Rhabdochona* sp. e *Philometra* sp., quatro espécies cujos espécimes eram larvais *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp. e uma espécie cujo espécime era juvenil *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934; em Copepoda, quatro espécies: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp.₁ e *Ergasilus* sp.₂; em Isopoda, *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 e em Branchiura, *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937. Dos 27 táxons encontrados, seis espécies de nematóides foram comuns nas comunidades dos três hospedeiros: *P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.. Não houve espécie de ectoparasito comum aos três hospedeiros piscívoros do Reservatório de Três Marias. Recentemente, *B. bifurcatus* foi descrita e *C. fischeri* redescrita com base em espécimes parasitos dos serrasalmíneos deste sistema hídrico. O registro dessas espécies nos respectivos hospedeiros, com exceção de *P. inopinatus* e *Contracaecum* sp., permitiu ampliar a lista de hospedeiros e sua distribuição geográfica conhecida para a Bacia do Rio São Francisco.

Palavras-chave: Parasitos de peixes de água doce, Reservatório de Três Marias, Brasil.

ABSTRACT

The purpose of this work was to achieve a brief taxonomic description of the metazoan parasite species found in the serrasalmines *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) and *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) and in the cichlid *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006, piscivorous fish caught in the Três Marias Reservoir, along the area of influence Borrachudo River (18°12'59"S, 45°17'34"W), Upper São Francisco River, Minas Gerais State, in July and August of 2004 and 2005 (dry period) and January, 2004 and December, 2004 to January, 2005 (wet period). At least 27 taxa were found in the parasite community of the three fishes analyzed, being at least 21 in *P. piraya*, 18 in *S. brandtii* and 12 in *C. kelberi*. Of the 27 taxa found, one was Digenea: metacercariae of *Austrodiplostomum* sp.; seven were Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Gussevia* sp., *Anacanthorus* spp. (at least three species), and one unidentified species of Gyrodactylidae; three Eucestoda: *Proteocephalus macrophalus* (Diesing, 1850), *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 and an unidentified plerocercoid; ten taxa of Nematoda: being five species of adult specimens *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), *Rhabdochona* sp. and *Philometra* sp., four species of larval specimens *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Type 1, *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp. and one species of juvenile specimen *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934; four Copepoda: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp.₁ and *Ergasilus* sp.₂; one Isopoda: *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 and one Branchiura: *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937. From the total taxa found, only six endoparasite species were common for the three host species: *P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp.. Any ectoparasite species was common for the three host species: *P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp.. Any ectoparasite species was common for the three piscivorous hosts from the Três Marias Reservoir. *Brasergasilus bifurcatus* was a nominative species presented recently and *C. fischeri* was redescribed based on specimens from serrasalmines of this hydric system. All the species found in respective hosts, except for *P. inopinatus* and *Contracaecum* sp., expanded the host list and their known geographic distribution to the São Francisco River Basin.

Key words: Parasites of freshwater fishes, Três Marias Reservoir, Brazil.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como objetivo apresentar um breve histórico taxonômico das espécies de parasitos metazoários encontrados em três espécies de peixes piscívoras do Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, cujas comunidades parasitárias foram investigadas ao nível das infracomunidades e das comunidades componentes e serão apresentadas nos próximos quatro capítulos.

A piranha, *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) (Characiformes, Characidae, Serrasalminae) é espécie endêmica da Bacia do Rio São Francisco (JEGÚ, 2003) e que atinge maior porte entre os serrasalmíneos (PINKGUNI, 1997). Possui hábito alimentar carnívoro (BRITSKI et al., 1988) e é espécie oportunista, padrão comum entre os Serrasalminae (GOMES, 2002).

Serrasalmus brandtii (Lütken, 1875) (Characiformes, Characidae, Serrasalminae) é espécie endêmica da Bacia do Rio São Francisco, sendo conhecida popularmente como piranha-branca ou pirambeba (BRITSKI et al., 1988). Os espécimes habitam geralmente ambientes lênticos (BRAGA, 1975) e são abundantes durante todo o ano no Reservatório de Três Marias, reproduzindo-se possivelmente no próprio Reservatório (TELES; GODINHO, 1997).

Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae) conhecida popularmente como tucunaré, é espécie originária da Bacia Amazônica. Vive em ambientes lênticos onde se reproduz principalmente na época de chuvas (ZARET, 1980) e apresenta dimorfismo sexual na época reprodutiva, quando surge no macho uma protuberância pós-occipital (FONTENELE, 1948). Espécimes têm sido capturados no Reservatório de Três Marias desde a década de 80, mas não se sabe como a espécie foi introduzida (SATO; GODINHO, 1999).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta

O Reservatório de Três Marias está situado no Alto São Francisco, na bacia hidrográfica do Rio São Francisco (Figuras 1, 2), região central do Estado de Minas Gerais, entre os paralelos 18° e 20° S e os meridianos 45° e 46° W. Foi inundado em 1961 e apresenta quando em sua cota máxima, área de cerca de 100 mil hectares e volume de 21 bilhões de metros cúbicos (BRITSKI et al., 1988).

Em relação à temperatura, o Reservatório de Três Marias apresenta estrutura térmica variável. A região apresenta temperatura média anual entre 22 a 23°C, sendo a mínima anual entre 15 e 16°C e a máxima entre 29 a 30°C. A temperatura máxima ocorre em fevereiro e a mínima em agosto (SATO; SAMPAIO, 2005). A umidade relativa média situa-se entre 60 e 80% e a luminosidade alta de 2400 a 3300 horas ano⁻¹. A precipitação total anual varia entre 1.200 e 1.500 mm na região. Os meses mais chuvosos, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril (correspondentes aos meses mais quentes) caracterizam o período chuvoso ou cheia e os meses mais secos, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro (mais frios) caracterizam o período de estiagem ou seca (PLANFASF, 1989; CODEVASF, 1991). Segundo Ishii (1987), o Reservatório de Três Marias foi classificado como monomítico quente (uma circulação anual de inverno).

Em relação à transparência da água, o Reservatório de Três Marias apresenta penetração da luz maior no período de estiagem e menor no chuvoso (SAMPALIO; LÓPEZ, 2003).



Foto: Y. Sato

Figura 1. Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo ($18^{\circ}12'59''S$, $45^{\circ}17'34''W$), evidenciando o barco Tracajá e alguns petrechos de pesca, Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, Brasil.



Fonte: <http://www.sfrancisco.bio.br/html/mapbacia.htm>

Figura 2. Bacia do Rio São Francisco indicando o Reservatório de Três Marias (seta), Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, região de coleta de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006.

2.2 Caracterização dos hospedeiros

A caracterização dos espécimes de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* foi descrita nos capítulos II, III e IV, respectivamente.

2.3 Necropsia dos hospedeiros

Para a investigação dos parasitos metazoários, foram realizados alguns procedimentos:

A superfície do corpo dos espécimes de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* foram observadas sob estereomicroscópio Olympus, Modelo SZ40.

As narinas foram incisadas longitudinalmente com tesoura de ponta fina e reta e pinça. Jatos de solução fisiológica 0,65% foram introduzidos com seringas hipodérmicas para a retirada do muco. O muco junto com a solução proveniente de cada narina foi isolado em placa de Petri e observado imediatamente sob estereomicroscópio.

Os arcos branquiais individualizados foram removidos das cavidades operculares e colocados em frascos contendo 20 ml de formalina 1:4000 ou água destilada 60°C. Estes frascos com tampas de rosca foram agitados por cerca de 50 vezes com a finalidade dos parasitos se soltarem dos filamentos e arcos branquiais e posteriormente os frascos foram completados com 30 ml de formalina 5%. O material foi observado sob estereomicroscópio, lavado com água destilada e filtrado em peneiras com tamises de malha de 125 µm de abertura e novamente examinado. Posteriormente as brânquias foram dilaceradas com o auxílio de pinça e estilete e novamente observadas sob estereomicroscópio. Toda vez que a visualização do material era prejudicada, o mesmo era novamente lavado em água destilada, e retido em peneira, para posterior observação em estereomicroscópio à procura de algum ectoparasito remanescente.

Os olhos foram retirados da cavidade ocular para evitar o rompimento de seu material e foram individualizados em placas de Petri contendo solução fisiológica 0,65%. Posteriormente, os olhos foram incisados e o humor aquoso e o vítreo extravasados foram observados sob estereomicroscópio.

Os órgãos internos foram isolados do corpo dos hospedeiros com o auxílio de pinça e tesoura e foram individualizados em placas de Petri contendo solução fisiológica 0,65%. Os órgãos foram abertos sob estereomicroscópio para não perfurar nenhum espécime de parasito. Em seguida, os órgãos dissecados e examinados foram lavados em água destilada e peneira e colocados novamente em placa de Petri para um novo exame.

A cavidade celomática foi lavada com água destilada e seu conteúdo recolhido em uma peneira foi colocado em placa de Petri e examinado sob estereomicroscópio.

2.4 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos

2.4.1 Microscopia óptica

Espécimes de helmintos foram coletados e em seguida fixados e processados para identificação ou determinação de acordo com Amato et al. (1991) e com Eiras et al. (2000) e de crustáceos de acordo com Thatcher (2006) seguindo metodologias para estudo dos parasitos de peixes.

As metacercárias de Digenea foram fixadas em AFA (etanol: 93 ml, formalina comercial: 5 ml, ácido acético glacial: 2 ml) e mantidas nesse fixador por aproximadamente 24 horas e posteriormente foram conservadas em etanol 70°GL (Gay-Lussac). Alguns espécimes foram corados com carmin de Langeron e outros com hematoxilina de Delafield, desidratados e posteriormente clarificados com creosoto de Faia ou óleo de cedro. Os espécimes foram montados entre lâmina e lamínula com bálsamo do Canadá.

Os espécimes de Monogenea encontrados nas brânquias e nas narinas foram fixados em etanol 70°GL. Alguns espécimes de Monogenea foram corados com tricômico de Gomori para melhor visualização das estruturas esclerotinizadas do complexo copulatório e do haptor,

clarificados em creosoto de Faia e montados em bálsamo do Canadá, enquanto outros foram montados em meio de Hoyer (temporariamente) para estudo das estruturas haptorais.

Os espécimes de Eucestoda encontrados no intestino anterior, intestino médio, intestino posterior, estômago e cavidade celomática foram fixados em formalina 5% (formol comercial 37%, diluído com água destilada) aquecida a 75°C, mantidos nesse fixador por cerca de 24 horas e posteriormente foram conservadas em etanol 70°GL. Alguns espécimes selecionados foram corados com carmalúmen de Mayer e outros com hematoxilina de Delafield, desidratados e posteriormente foram clarificados com creosoto de Faia ou óleo de cedro. Os espécimes foram montados entre lâmina e lamínula com bálsamo do Canadá.

Espécimes juvenis e adultos de Nematoda encontrados no estômago, intestino anterior, intestino médio, intestino posterior e cavidade celomática foram fixados em AFA aquecido (75°C) e mantidos nesse fixador por aproximadamente 24 horas. Posteriormente, os espécimes foram conservados em etanol 70°GL. Alguns espécimes foram desidratados em série alcoólica, clarificados em lactofenol de Amann, creosoto de Faia e montados entre lâmina e lamínula com bálsamo do Canadá e outros, foram montados temporariamente em lactofenol de Amann para estudo de sua morfologia e posteriormente devolvidos ao etanol 70°GL.

Espécimes de Copepoda encontrados nas brânquias e nas narinas foram fixados em AFA e nele mantidos por aproximadamente 24 horas para preservar a coloração natural dos espécimes e depois foram conservados em etanol 70°GL. Alguns espécimes foram corados em solução de Eosina, Orange G e etanol 95°GL em partes iguais por aproximadamente cinco minutos; posteriormente os espécimes foram clarificados em fenol puro por dez minutos e em seguida por salicilato de metila por três minutos. Após esse processo, os copépodes foram montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá para identificação.

Espécimes de Isopoda encontrados nas brânquias foram fixados em AFA ou formalina 5% e conservados em etanol 70°GL.

Espécimes de Branchiura encontrados nas brânquias foram fixados em etanol 70°GL, desidratados em série alcoólica, clarificados em lactofenol de Amann e depois em creosoto de Faia e montados em lâminas com bálsamo do Canadá.

2.4.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV) – (ANEXO II)

Espécimes de *C. fischeri* foram transferidos do etanol 70°GL para solução de formaldeído a 4% e depois foram pós-fixados em tetraóxido de ósmio 1%, desidratados em bateria gradual de acetona e posteriormente foram submetidos à dessecação no aparelho de ponto crítico (Critical Point Dryer). Após a dessecação, os espécimes foram metalizados com ouro e examinados sob microscópio eletrônico de varredura (JEOL JSM-6300) do Instituto de Parasitologia da Academia de Ciências da República Tcheca.

2.5 Identificação e classificação das espécies de parasitos metazoários

A ordem de apresentação dos grupos de parasitos seguiu Bush et al. (2001) baseado em análise filogenética.

Os táxons foram identificados ao nível de família, de gênero ou de espécie e sua classificação foi apresentada conforme literatura consultada de cada grupo de parasito.

Os descritores ecológicos, como prevalência, intensidade média e abundância média, utilizados nos resultados parasitológicos seguiram Bush et al. (1997).

Digenea (metacercárias) foram identificados e classificados de acordo com Gibson et al. (2002).

Monogenea foram identificados de acordo com Mizelle e Price (1965), Kritsky et al. (1979, 1988, 1989, 1992, 1997a,b), Boeger e Kritsky (1988), Boeger et al. (1995a, b), Domingues e Boeger (2005) e Thatcher et al. (2006) e classificados de acordo com Bush et al. (2001).

Eucestoda foram identificados e classificados segundo Rego (1994), Takemoto e Pavanelli (1996) e Rego et al. (1999).

Nematoda foram identificados de acordo com Travassos et al. (1928), Vaz e Pereira (1934), Vicente et al. (1985), Moravec (1998), Moravec et al. (1993a) e Vicente e Pinto (1999) e a classificação seguiu Bush et al. (2001).

Copepoda foram identificados segundo Thatcher e Boeger (1983, 1984a,b), Malta (1993), Varella (1995), Varella e Malta (1995, 2001), Thatcher (2006) e Santos et al. (2007) e foram classificados de acordo com Thatcher (2006).

A identificação dos Branchiura seguiu Malta (1983, 1998), Malta e Varella (2000), Thatcher (2006) e a classificação seguiu Thatcher (2006).

A identificação dos Isopoda seguiu Lemos de Castro (1950), Lemos de Castro e Loyola e Silva (1985) e Thatcher (2006), enquanto a classificação seguiu Thatcher (2006).

O estudo para identificação e/ou determinação das espécies dos espécimes de parasitos foi realizado com os microscópios Alphaphot-2 – Nikon e Olympus BX 41 com contraste de fase.

A lista de nomes sinônimos juniores apresentadas para as espécies de parasitos seguiu Moravec (1998) para os nematóides e Thatcher et al. (2006) para os Monogenea.

2.6 Fotomicrografias e fotomacrografias

As fotomicrografias foram realizadas com máquina digital Samsung Digimax 202 acopladas nos microscópios Alphaphot-2 – Nikon e Olympus BX 41 com contraste de fase. E fotomacrografias foram obtidas diretamente através de máquina digital Samsung Digimax 202.

2.7 Desenhos (ANEXOS II e III)

Os desenhos de alguns espécimes de parasitos foram realizados diretamente através de fotomicrografias ou através de tubo de desenho acoplado ao microscópio. Os desenhos em grafite foram recobertos com tinta nanquim e escaniados em alta resolução.

2.8 Medidas

Os espécimes das espécies de parasitos encontrados foram medidos com o microscópio Alphaphot-2 – Nikon. Monogenéticos, cestóides, digenéticos, nematóides, copépodes e branquiúros medidos foram montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá. No estudo morfométrico dos espécimes de parasitos dos hospedeiros piscívoros, as medidas foram apresentadas em micrometro (μm), caso contrário outra unidade métrica foi indicada após os valores mínimo e máximo de cada caracter e da média apresentada entre parênteses. As medidas e respectivas unidades métricas das barras (escalas) nas ilustrações dos espécimes de parasitos foram apresentadas ao final das legendas das figuras.

2.9 Depósito dos espécimes

Espécimes representativos de *C. kelberi*, *P. piraya*, *S. brandtii* foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, sob os números 95148, 95149, 95150, respectivamente. Espécimes-tipo ou espécimes representativos das espécies de parasitos dos três hospedeiros analisados foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, Brasil e na Coleção Helmintológica do Instituto de Parasitologia da Academia de Ciências da República Tcheca (ASCR), České Budějovice, Czech Republic, conforme numeração apresentada nos resultados. Espécimes-tipo de copépodes da Coleção de Crustacea do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil, foram examinados durante a análise taxonômica do grupo.

3 RESULTADOS

3.1 Taxonomia (classificação, resenha ecológica e morfometria) das espécies de parasitos metazoários de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais

3.1.1 Digenea

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
Classe Cercomeridea Brooks, O'Grady & Glenn, 1985
Subclasse Trematoda Rudolphi, 1808
Infraclasse Digenea van Beneden, 1858
Ordem Strigeiformes La Rue, 1926
Superfamília Diplostomoidea Poirier, 1886
Família Diplostomidae Poirier, 1886
Subfamília Diplostominae Poirier, 1886
Austrodiplostomum Szidat & Nani, 1951
Austrodiplostomum sp.
(Figuras 3A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 0,9% em *P. piraya*, 59,8% em *C. kelberi*

Intensidade média: 1,0 em *P. piraya*, 4,76±6,70 em *C. kelberi*

Abundância média: 0,009±0,09 em *P. piraya*, 2,85±5,67 em *C. kelberi*

Local de infecção: Olhos (humor vítreo)

Número de depósito: CHIOC 36964

Morfometria baseada em oito espécimes montados *in toto*. Corpo foliáceo, com pequena projeção cônica na parte posterior, não distintamente dividido em duas porções, 0,900 a 1,125 mm (0,944 mm) x 431 a 650 (520). Ventosa oral subterminal, pequena, circular, 50 a 67,5 (59) x 37,5 a 62,5 (47), duas ventosas acessórias, ou pseudoventosas, uma de cada lado da ventosa oral, 60 a 75 (66) de diâmetro. Faringe oval, com 62 a 80 (68) x 30 a 42 (37). Esôfago presente. Acetábulo ausente. Cecos intestinais longos, margeando o órgão tribocítico e os primórdios genitais. Órgão tribocítico pós-equatorial, alongado, com fenda longitudinal, 186 a 254 (235) x 117 a 137 (129). Primórdios genitais presentes, localizados abaixo do órgão tribocítico. Vesícula excretora presente, posterior ao órgão tribocítico, entre os primórdios genitais. Primórdios das glândulas vitelogênicas espalhados por toda a extensão do corpo. Prolongamento posterior cônico, 29 a 98 (59) de comprimento.

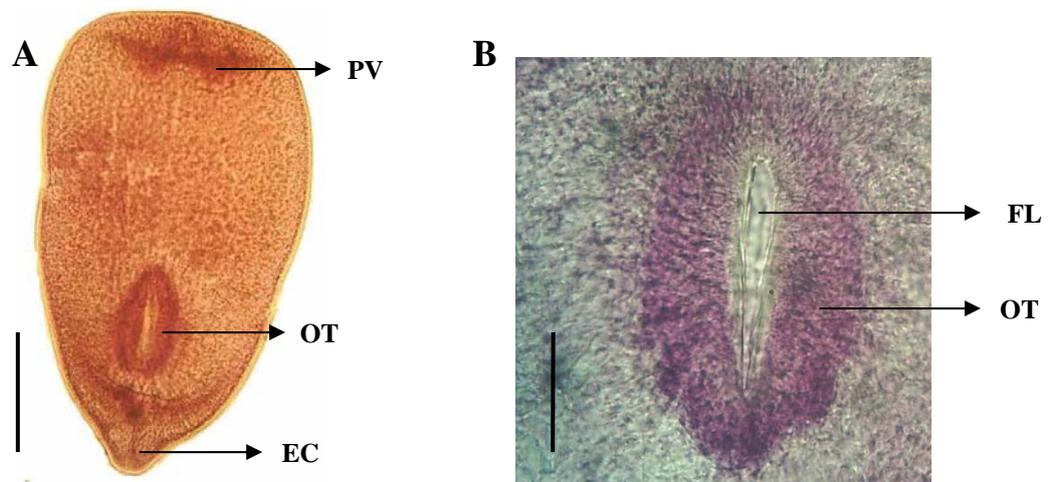
Comentários:

Os diplostomídeos são trematódeos digenéticos que na fase adulta parasitam aves e mamíferos e na fase larval (metacercárias) parasitam peixes e anfíbios (AMATO et al., 2001). De acordo com Eiras (1994) a presença das metacercárias nos olhos de seus hospedeiros pode ocasionar cegueira ou prejuízo à visão, favorecendo assim a predação destes peixes pelos hospedeiros definitivos das metacercárias. De acordo com Szidat e Nani (1951) e Ostrowski de Núñez (1982) as cercárias podem penetrar ativamente pela pele, nadadeiras, cavidade bucal e brânquias dos peixes onde ao cair na corrente sanguínea são transportadas por estímulos químicos para os olhos ou encéfalo.

As metacercárias de *A. compactum* foram relatadas nos olhos de várias espécies de peixes (KOHN et al., 1995; PAVANELLI et al., 1997; ALMEIDA, 1998; SILVA-SOUZA, 1998; MACHADO et al., 2000; MARTINS et al., 1999, 2002; SANTOS et al., 2002; PAES et al., 2003; ABDALLAH et al., 2005; MACHADO et al., 2005; AZEVEDO et al., 2006; NOVAES et al., 2006). A região ocular preenchida pelo humor vítreo é o local preferencial dos diplostomídeos, que também podem ser encontrados no humor aquoso, rim, cavidade celomática e cérebro (OSTROWSKI DE NÚÑEZ, 1982; MACHADO et al., 2005; AMATO et al., 2001).

Os adultos de *A. compactum* foram registrados em *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789) na Venezuela (OSTROWSKI DE NÚÑEZ, 1982) e em *P. auritus* (Lesson, 1831) nos Estados Unidos (FLOWERS et al., 2004). No Brasil, o primeiro registro de adultos de *A. compactum* foi feito por Monteiro (2006) em *P. brasilianus* do lago Guaíba, Rio Grande do Sul. Alguns autores consideraram *Austrodiplostomum* sinônimo de *Diplostomum* (OSTROWSKI DE NÚÑEZ, 1982; TORRES et al., 1996). Yamaguti (1971) e Gibson et al. (2002) consideraram *Austrodiplostomum* como gênero válido. *Austrodiplostomum mordax* Szidat & Nani, 1951 foi considerada sinônimo de *A. compactum* (Lutz, 1928), mas Ostrowski de Núñez (1982) elucidou o ciclo de vida de ambas as espécies e as distinguiu. Essa autora verificou que além de pequenas diferenças morfológicas encontradas entre espécimes adultos das duas espécies, diferenças biológicas e morfológicas também foram presenciadas entre as metacercárias de ambas as espécies.

Brasil-Sato (2003) inventariou o encontro das metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. em *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840), *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 e *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 do Alto Rio São Francisco. *Cichla kelberi* e *P. piraya* são incluídos na lista de hospedeiros para *Austrodiplostomum* sp..



Figuras 3A-B. Metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. de olhos (humor vítreo) de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) espécime corado com carmim de Langeron, EC: extremidade cônica, OT: órgão tribocítico, PV: pseudoventosa, barra = 235 μm ; (B) Órgão tribocítico de espécime corado com hematoxilina de Delafield, FL: fenda longitudinal, OT: órgão tribocítico, barra = 75 μm .

3.1.2 Monogenea

Subclasse Cercomeromorphae Bykhowsky, 1937
Infraclasse Monogenea van Beneden, 1858
Ordem Dactylogyridea Bychowsky, 1937
Família Dactylogyridae Bychowsky, 1933
Subfamília Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937
Rhinoxenus Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988
Rhinoxenus sp.
(Figura 4)

Resenha ecológica:

Prevalência: 19,4% em *P. piraya*, 36,3% em *S. brandtii*

Intensidade média: $4,0 \pm 4,49$ em *P. piraya*, $3,84 \pm 4,07$ em *S. brandtii*

Abundância média: $0,78 \pm 2,51$ em *P. piraya*, $1,39 \pm 3,06$ em *S. brandtii*

Local de infestação: Narinas

Número de depósito: CHIOC 35539, 35551

Comentários:

Quatro gêneros alocados em Dactylogyridae contém representantes parasitos das fossas nasais de peixes da Região Neotropical: *Pavanelliella* Kritsky & Boeger, 1998, *Rhinonastes* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1988, *Rhinoxenus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988 e *Telethecium* Kritsky, Van Every & Boeger, 1996. *Rhinoxenus* foi proposto por Kritsky et al. (1988) para englobar monogenéticos com caracteres morfológicos peculiares que permitiram uma melhor adaptação ao local de parasitismo, tais como: a ausência de barra dorsal, âncora dorsal modificada em um esclerito pontiagudo, ganchos do par dois do haptor direcionados para o tronco formando dois lobos laterais e vagina na margem esquerda do tronco.

De acordo com Thatcher et al. (2006) sete espécies de *Rhinoxenus* foram descritas parasitando as cavidades nasais de peixes da ordem Characiformes no Brasil: *R. anaclaudiae* Domingues & Boeger, 2005, *R. arietinus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988, *R. bulbovaginatus* Boeger, Domingues & Pavanelli, 1995, *R. curimbatae* Domingues & Boeger, 2005, *R. euryxenus* Domingues & Boeger, 2005, *R. nyttus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988 e *R. piranhus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988.

A comparação de características do complexo copulatório e estruturas haptorais dos espécimes de *Rhinoxenus* sp., das narinas de serrasalmíneos do Reservatório de Três Marias com àquelas das espécies já descritas, revelou diferenças que após um estudo mais detalhado poderão embasar a proposta de um novo táxon.

Brasil-Sato (2003) registrou espécimes de *R. bulbovaginatus* nas fossas nasais de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) do Alto Rio São Francisco. *Pygocentrus piraya* e *S. brandtii* ampliaram a lista de hospedeiros das espécies de *Rhinoxenus* no Alto Rio São Francisco.



Figura 4. Espécime de *Rhinoxenus* sp. das narinas de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AV= âncora ventral, OC= ocelos, barra = 62,5 μ m.

Amphithecium Boeger & Kritsky, 1988

Amphithecium sp.

(Figura 5)

Resenha ecológica:

Prevalência: 39,8% em *P. piraya*, 26,2% em *S. brandtii*

Intensidade média: $4,77 \pm 5,35$ em *P. piraya*, $2,27 \pm 1,21$ em *S. brandtii*

Abundância média: $1,90 \pm 4,10$ em *P. piraya*, $0,59 \pm 1,17$ em *S. brandtii*

Local de infestação: Brânquias

Número de depósito: CHIOC 35538, 35550

Comentários:

As principais características diagnósticas nas espécies de *Amphithecium* são: presença de duas vaginas dispostas na mesma zona nas margens laterais do tronco, cirro com dois ramos, gônadas sobrepostas, peça acessória articulada à base do cirro, haptor subhexagonal e sete pares de ganchos haptorais cujas lâminas possuem duas partes distintas nos espécimes (BOEGER; KRITSKY, 1988).

Segundo Thatcher et al. (2006) 15 espécies foram descritas de peixes serrasalmíneos no Brasil: *A. brachycirrum* Boeger & Kritsky, 1988, *A. calycinum* Boeger & Kritsky, 1988, *A. camelum* Boeger & Kritsky, 1988, *A. cataloensis* Boeger & Kritsky, 1988, *A. diclonophallum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. falcatum* Boeger & Kritsky, 1988, *A. junki* Boeger & Kritsky, 1988, *A. microphallum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. minutum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. muricatum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. pretiosum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. prodotum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. speirocamarotum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997, *A. unguiculum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997 e *A. verecundum* Kritsky, Boeger & Jegu, 1997.

Estudos comparativos dos espécimes de *Amphithecium* sp. de serrasalmíneos do Reservatório de Três Marias com as descrições das espécies já reconhecidas mostraram que eles constituem um novo táxon.

Espécimes de *Amphithecium* sp. são encontrados pela primeira vez em peixes do Reservatório de Três Marias, sendo assim a sua lista de hospedeiros e distribuição geográfica conhecida ampliadas.

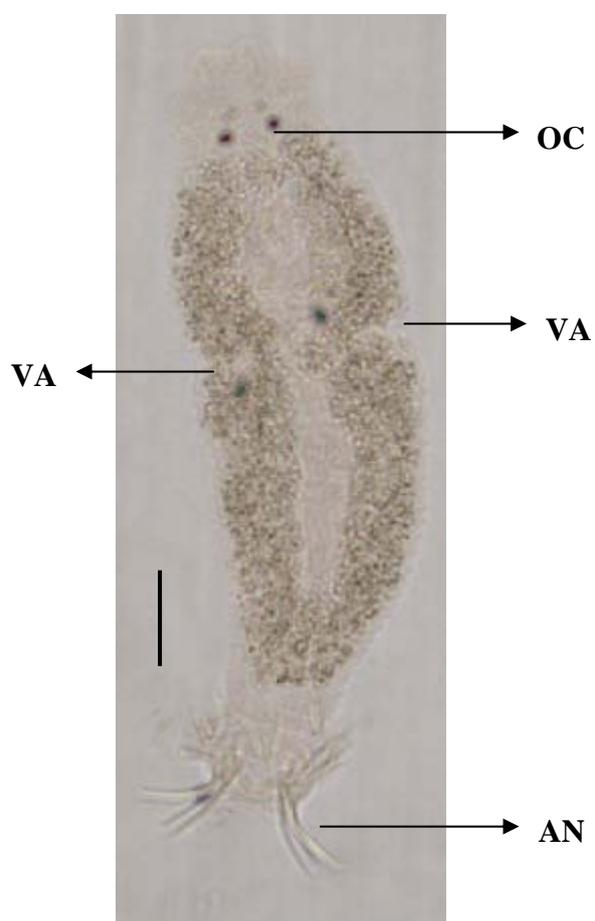


Figura 5. Espécime de *Amphithecium* sp. das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AN= âncoras ventral e dorsal, OC= ocelos, VA= vagina, barra = 42,5 μ m.

Gussevia Kohn & Paperna, 1964
(Sinônimo: *Longihaptor* Mizelle & Kritsky, 1969)
Gussevia sp.
(Figuras 6A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 16,1% em *C. kelberi*

Intensidade média: 2,61±2,59 em *C. kelberi*

Abundância média: 0,42±1,40 em *C. kelberi*

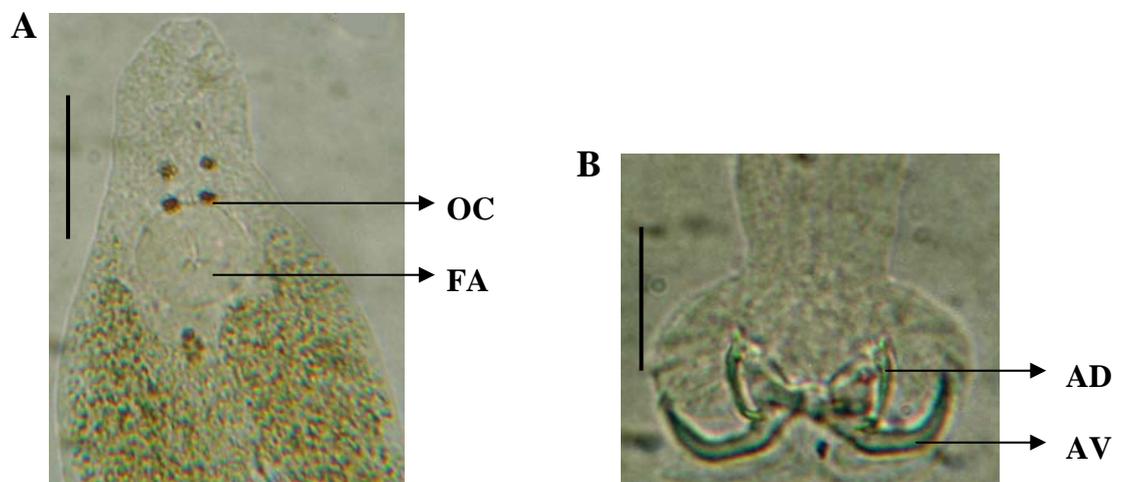
Local de infestação: Brânquias

Número de depósito: CHIOC 35554

Comentários:

Segundo Thatcher et al. (2006) dezessete espécies de *Gussevia* parasitam exclusivamente peixes da família Cichlidae na Região Neotropical: *G. alii* (Molnar, Hanek & Fernando, 1974), *G. alioides* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, *G. arilla* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, *G. asota* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1989, *G. astronoti* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1989, *G. cichlasomatis* (Molnar, Hanek & Fernando, 1974), *G. dispar* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, *G. disparoides* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, *G. dobosi* (Molnar, Hanek & Fernando, 1974), *G. elephus* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, *G. herotilapiae* Vidal-Martínez, Scholz & Aguiere-Macedo, 2001, *G. longihaptor* (Mizelle & Kritsky, 1969), *G. obtusa* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986, *G. rogersi* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1989, *G. spiralocirra* Kohn & Paperna, 1964, *G. tucunarensis* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986 e *G. undulata* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986.

A análise morfométrica desse monogênético e sua comparação com as espécies já descritas no gênero ainda não foi realizada. Este é o primeiro registro de representantes de *Gussevia* sp. em *Cichla kelberi* do Reservatório de Três Marias, cuja lista de hospedeiros e distribuição geográfica conhecida são ampliadas.



Figuras 6A-B. Espécime de *Gussevia* sp. das brânquias de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, FA: faringe, OC: ocelos, barra = 37 μm ; (B) haptor, AV: âncora ventral, AD: âncora dorsal, barra = 25 μm .

Subfamília Anacanthorinae Price, 1967
Anacanthorus Mizelle & Price, 1965
Anacanthorus spp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 93,5% em *P. piraya*, 86,3% em *S. brandtii*

Intensidade média: 38,66±43,01 em *P. piraya*, 17,23±14,75 em *S. brandtii*

Abundância média: 36,16±42,66 em *P. piraya*, 14,87±14,93 em *S. brandtii*

Local de infestação: Brânquias

Número de depósito: CHIOC 35537, 35549

Comentários:

Anacanthorinae engloba *Anacanthorus* Mizelle & Price, 1965 e *Anacanthoroides* Kritsky & Thatcher, 1974 restritos à Região Neotropical. *Anacanthorus* foi proposto para incluir as espécies que não apresentam âncoras nem barras e 18 ganchos no haptor.

De acordo com Thatcher et al. (2006) 63 espécies de *Anacanthorus* foram descritas na Região Neotropical, sendo 61 no Brasil. Mizelle e Price (1965) elegeram *Anacanthorus* para englobar as espécies *A. anacanthorus*, *A. braziliensis* e *A. neotropicalis*. Posteriormente, Mizelle e Kritsky (1969) descreveram *A. brevis*. Kritsky et al. (1979) descreveram *A. elegans*, *A. kruidenieri*, *A. spirallocirrus* e *A. spatulatus*. Boeger e Kritsky (1988) descreveram quatro espécies de *Anacanthorus* parasitos das brânquias de *S. nattereri* de diferentes distribuições na Amazônia Brasileira: *A. thatcheri* e *A. reginae* proveniente do Rio Solimões, Manaus e *A. maltai* e *A. rondonensis* do Rio Mamoré, Rondônia. Kritsky et al. (1992) descreveram *A. acuminatus*, *A. andersoni*, *A. bellus*, *A. calophallus*, *A. carinatus*, *A. catoprion*, *A. chaunophallus*, *A. chelophorus*, *A. cornotus*, *A. dipelecinus*, *A. euryphallus*, *A. formosus*, *A. furculus*, *A. glyptophallus*, *A. holophallus*, *A. lepyrophallus*, *A. lygophallus*, *A. mastigophallus*, *A. nanus*, *A. palamophallus*, *A. paraspathulatus*, *A. pedanophallus*, *A. pelorophallus*, *A. periphallus*, *A. pithophallus*, *A. quinqueramis*, *A. ramulosus*, *A. spinatus*, *A. stachophallus*, *A. stagmophallus*, *A. strongylophallus*, *A. tricornis*, *A. xaniophallus*. Van Every e Kritsky (1992) descreveram *A. cladophallus*, *A. cinctus*, *A. crytocaulus*, *A. gravihamulatus*, *A. jegui*, *A. lasiophallus*, *A. mesocondylus*, *A. ramosissimus*, *A. sciponophallus*, *A. serrasalmi*. Boeger et al. (1995b) descreveram *A. penilabiatus*. Kritsky e Boeger (1995) descreveram *A. amazonicus*.

Neste capítulo e nos capítulos subseqüentes será citado *Anacanthorus* spp. para o conjunto de espécies de parasitos presentes em *P. piraya* e *S. brandtii*. Devido à complexidade morfológica e ao grande número de espécies descritas não foi possível identificar ao nível específico todas as espécies encontradas nas infestações mistas das infracomunidades parasitárias nos serrasalmíneos. Até o momento três novas espécies estão sob estudo e serão descritas.

Essas espécies de *Anacanthorus* são registradas pela primeira vez parasitando as brânquias de *P. piraya* e *S. brandtii* e o Reservatório de Três Marias constitui nova localidade para a distribuição geográfica já conhecida para as espécies desse gênero.

Ordem Gyrodactylidea Bychowsky, 1937
Família Gyrodactylidae van Beneden & Hesse, 1863
Espécie e gênero não determinados
(Figura 7)

Resenha ecológica:

Prevalência: 8,3% em *P. piraya*

Intensidade média: $1,50 \pm 1,22$ em *P. piraya*

Abundância média: $0,08 \pm 0,43$ em *P. piraya*

Local de infestação: Brânquias

Número de depósito: CHIOC 35540

Comentários:

Gyrodactilídeos são ectoparasitos de lulas, crustáceos, anfíbios e peixes. Estão distribuídos em dois grandes grupos, os ovíparos e os vivíparos, que se caracterizam por apresentar 16 ganchos marginais, pela ausência de vagina e de olhos (VIANNA, 2007).

Segundo Vianna (2007) espécies de quatorze gêneros parasitam peixes de água doce na Região Neotropical, sendo sete gêneros ovíparos e sete vivíparos. Os gêneros ovíparos constituem: *Aglaigyrodactylus* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007, *Hyperopletes* Boeger, Kritsky & Belmont-Jegú, 1994, *Nothogyrodactylus* Kritsky & Boeger, 1991, *Onychogyrodactylus* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007, *Oogyrodactylus* Harris, 1983, *Phanerothecioides* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007 e *Phanerothecium* Kritsky & Thatcher, 1977 e os vivíparos: *Acessorius* Jara, An & Cone, 1991, *Anacanthocotyle* Kritsky & Fritts, 1970, *Diechodactylus* Vianna, Boeger & Silva-Souza, 2008, *Gyrodactylus* Nordmann, 1832, *Polyclithrum* Rogers, 1967, *Scutalatus* Vianna, Boeger & Dove, 2007 e *Scleroductus* Jara & Cone, 1989.

Os espécimes representantes de Gyrodactylidae encontrados em *P. piraya* são vivíparos, mas ainda não foi possível seu diagnóstico genérico.

Pygocentrus piraya representa novo hospedeiro e o Reservatório de Três Marias nova localidade ampliando a distribuição geográfica conhecida para os representantes dessa família.

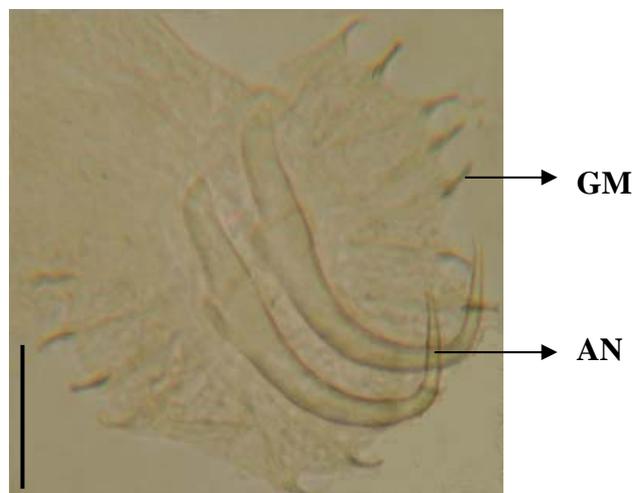


Figura 7. Haptor de espécime representante de uma espécie não identificada alocada em Gyrodactylidae das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AN: âncora, GM: gancho marginal, barra = 25 μm .

3.1.3 Eucestoda

Infraclasse Cestodaria Monticelli, 1891
Coorte Cestoidea Rudolphi, 1808
Subcoorte Eucestoda Southwell, 1930
Ordem Proteocephalidea Mola, 1928
Família Proteocephalidae La Rue, 1911
Subfamília Proteocephalinae Mola, 1929
Proteocephalus Weinland, 1858
Proteocephalus macrophallus (Diesing, 1850)
(Figuras 8A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 36,6% em *C. kelberi*

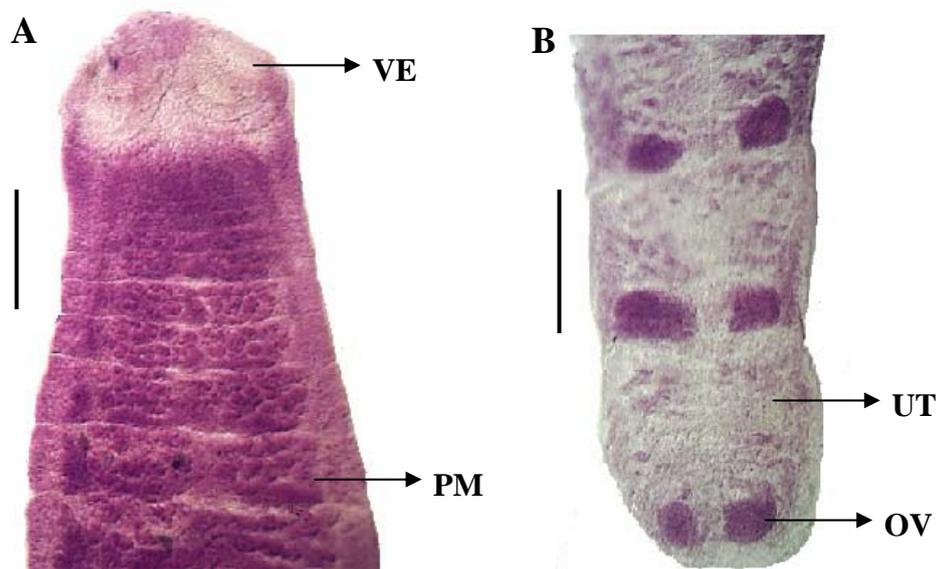
Intensidade média: 42,68±102,3 em *C. kelberi*

Abundância média: 15,62±64,81 em *C. kelberi*

Local de infecção: cavidade celomática, intestino anterior, intestino médio e intestino posterior

Número de depósito: CHIOC 36962

Morfometria baseada em sete espécimes montados *in toto*. Estróbilo com proglótides acraspédotas, 1,500 a 3,675 mm (2,521 mm) x 475 a 675 (600), com aproximadamente 10 a 16 (13) proglótides. Colo distinto, 59 a 196 (115) de comprimento. Escólice 176 a 235 (194) de comprimento, quatro ventosas com 112 a 176 (149) de diâmetro. Proglótides maduras mais largas que longas, 117 a 250 (185) x 461 a 676 (575). Proglótides grávidas mais largas que longas, 245 a 509 (400) x 451 a 725 (564). Testículos esféricos, 25 a 40 (34) de diâmetro e aproximadamente 30 a 40 (34) testículos. Ovário com dois lobos alongados e lisos, 49 a 107 (77) x 170 a 240 (215). Ovos 10 a 15 (12) de diâmetro.



Figuras 8A-B. Espécime de *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, PM: proglótide madura, VE: ventosa, barra = 196 μ m; (B) Proglótides grávidas terminais, OV: ovário, UT: útero, barra = 294 μ m.

Proteocephalus microscopicus Woodland, 1935
(Figura 9)

Resenha ecológica:

Prevalência: 27,7% em *C. kelberi*

Intensidade média: 16,71±23,7 em *C. kelberi*

Abundância média: 4,62±14,42 em *C. kelberi*

Local de infecção: estômago, intestino anterior, intestino médio e intestino posterior

Número de depósito: CHIOC 36963

Morfometria baseada em 10 espécimes montados *in toto*. Estróbilo 1,475 a 1,975 mm (1,625 mm) x 225 a 450 (332) com cerca de 5 a 10 (7) proglótides acraspédotas. Colo inconspícuo, com 49 a 127 (85) de comprimento. Escólice 88 a 147 (122) de comprimento; quatro ventosas com 67 a 125 (90) de diâmetro. Proglótides maduras mais largas que longas, 68 a 254 mm (164 mm) x 117 a 392 (282). Proglótides grávidas mais compridas do que largas, 264 a 607 (429) x 137 a 323 (255). Testículos 22 a 42 (32) de diâmetro, aproximadamente 20 em número. Bolsa do cirro 45 x 30. Ovário bilobulado, 22 a 117 (74) x 55 a 137 (82). Útero com aproximadamente sete alças uterinas de cada lado. Ovos 7 a 12 (10) de diâmetro.

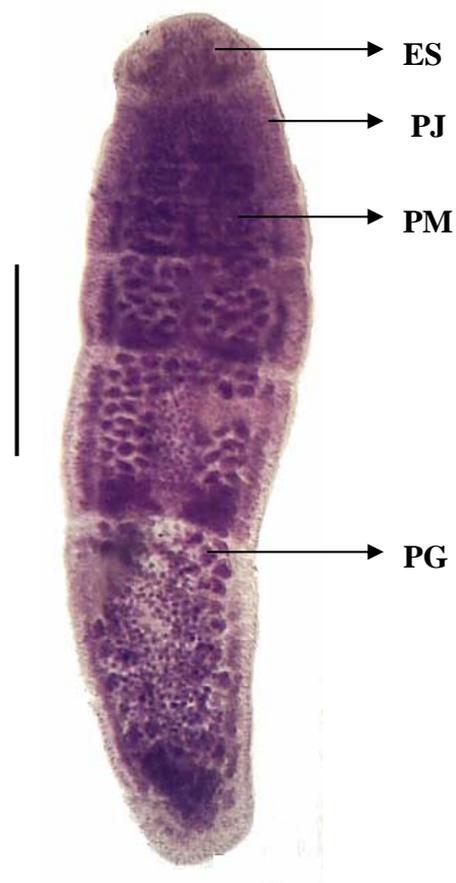


Figura 9. Espécime de *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. ES: escólice, PJ: proglótide jovem; PM: proglótide madura, PG: proglótide grávida, barra = 294 μ m.

Comentários:

De acordo com Rego e Pavanelli (1992) três espécies de cestóides proteocefalídeos parasitam tucunarés no Brasil: *Sciadocephalus megalodiscus* Diesing, 1859 *species inquirenda*, *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) e *P. microscopicus* Woodland, 1935. *Proteocephalus macrophallus* considerada *species inquirenda* por Freze (1965) e Rego (1987) foi redescrita por Scholz et al. (1996) de espécimes coletados de *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider, 1801 da Venezuela. *Proteocephalus microscopicus* foi considerada *species inquirenda* por Freze (1965) e Rego (1987) pela não confirmação da musculatura longitudinal que separa a região cortical da medular. Takemoto e Pavanelli (1996) redescreveram *P. macrophallus* e *P. microscopicus* de *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831 do Rio Paraná. Segundo estes autores *P. macrophallus* e *P. microscopicus* apresentam útero contendo cápsulas ovíferas, sendo que *P. macrophallus* possui escólice bem definido e número elevado de testículos, além de ser bem maior que *P. microscopicus*. Segundo Rego (1994) *S. megalodiscus*, *P. macrophallus* e *P. microscopicus* são parasitos específicos de *Cichla* spp., não tendo sido registrada em nenhuma outra espécie de peixe.

Cichla kelberi representa novo hospedeiro e o Reservatório de Três Marias nova localidade ampliando a distribuição geográfica conhecida das duas espécies de proteocefalídeos.

Família Proteocephalidae La Rue, 1911

Plerocercóides não identificados

Resenha ecológica:

Prevalência: 2,8%

Intensidade média: 9,67±14,1

Abundância média: 0,27±2,51

Local de infecção: mucosa intestinal

Comentários:

Plerocercóides não identificados foram encontrados encistados na mucosa intestinal, de *P. piraya*. Como a prevalência destes plerocercóides foi baixa, é possível que as piranhas do Reservatório de Três Marias, tenham adquirido estes proteocefalídeos ao ingerirem artrópodes infectados ou ainda peixes menores. Neste caso, *P. piraya* está atuando como hospedeiro intermediário ou paratênico destas larvas.

3.1.4 Nematoda

Filo Nematoda Rudolphi, 1808
Classe Secernentea von Linstow, 1905
Ordem Spirurida Chitwood, 1933
Superfamília Camallanoidea Railliet & Henry, 1915
Família Camallanidae Railliet & Henry, 1915
Subfamília Procamallaninae Yeh, 1960
Procamallanus Baylis, 1923
Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus Travassos, Artigas & Pereira, 1928
(Figuras 10A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 85,2% em *P. piraya*, 64,9% em *S. brandtii*, 1,8% em *C. kelberi*

Intensidade média: 3,09±2,89 em *P. piraya*, 2,42±1,65 em *S. brandtii*, 2,0 em *C. kelberi*

Abundância média: 2,64±2,89 em *P. piraya*, 1,56±1,76 em *S. brandtii*, 0,018±0,13 em *C. kelberi*

Local de infecção: cavidade celomática, cecos intestinais, estômago, intestino anterior, intestino médio e intestino posterior

Número de depósito: CHIOC 35556, 36950, 36957

Morfometria baseada em cinco machos, dez fêmeas e duas larvas montados *in toto*.

Machos: corpo 3,12 a 6,25 mm (4,95 mm) x 125 a 275 (219). Cápsula bucal incluindo anel basal 80 a 112 (94) x 55 a 100 (73); anel basal 10 a 17 (13) x 35 a 62 (45). Espiras da cápsula bucal em número de 12 a 18 (14). Esôfago muscular 235 a 323 (286) x 68 a 88 (78); esôfago glandular 490 a 637 (563) x 88,2. Asa caudal e gubernáculo ausentes. Dez pares de papilas anais, sendo quatro pares pré-anais e seis pós-anais. Espículos bem esclerotinizados, pequenos, quase iguais em tamanho, 97 a 125 (107). Cauda cônica, 150 a 212 (176 mm) de comprimento.

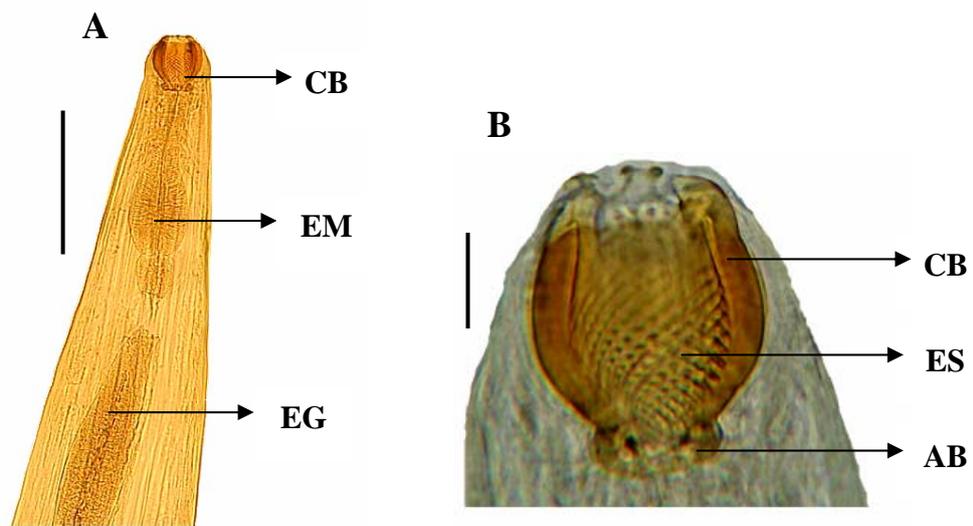
Fêmeas grávidas: corpo 11,50 a 35,0 mm (23,0 mm) x 400 a 509 (465). Cápsula bucal incluindo anel basal 100 a 127 (110) x 85 a 117 (98); anel basal 12 a 25 (20) x 55 a 72 (69). Espiras variando em número de 12 a 19 (17). Esôfago muscular 303 a 460 (400) x 107 a 137 (120); esôfago glandular 509 a 803 (675) x 107 a 156 (135). Anel nervoso e poro excretor situados a 217 a 275 (250) e 275, respectivamente da extremidade anterior. Vulva pós-equatorial. Cauda 186 a 215 (200) de comprimento. Fêmeas vivíparas.

Larvas: corpo 2,00 mm x 115 a 125 (120). Cápsula bucal incluindo anel basal 50 a 57 (053) x 42 a 47 (45); anel basal pouco desenvolvido. Cápsula bucal apresentando nove espiras aproximadamente. Esôfago muscular 175 a 187 (181) x 40 a 50 (45); esôfago glandular 225 x 35, respectivamente. Vulva coberta por vestígios de cutícula.

Comentários:

Os nematóides deste grupo são muito comuns em peixes de água doce, principalmente naqueles que vivem em ambientes lânticos e ambientes represados, como os reservatórios das Usinas Hidrelétricas (MORAVEC, 1998). A maior ocorrência destes parasitos nestes ambientes é devido a maior abundância de seus hospedeiros intermediários, como os copépodes, cuja reprodução é favorecida (FELTRAN et al., 2004). Camalanídeos, especialmente os procamalaníneos têm sido encontrados parasitando diversas espécies de peixes de várias localidades geográficas (TRAVASSOS; KOHN, 1965; KLOSS, 1966; PINTO; NORONHA, 1972a,b, 1976; PINTO et al, 1975, 1976; CRISTOFARO; FEIJÓ, 1976; SANTOS et al., 1979; FABIO, 1982; KOHN et al., 1985; KOHN; FERNANDES, 1987;

MORAVEC et al., 1993b; MOREIRA et al., 1994; MACHADO et al., 1996; PAVANELLI et al., 1997; ANDRADE et al., 2001; BRASIL-SATO, 2003; FELTRAN et al., 2004; ANDRADE; MALTA, 2006; GUIDELLI, 2006; SARAIVA et al., 2006). Desses estudos, Moreira et al. (1994) registraram *P. inopinatus* em *P. piraya* e *S. brandtii* no Reservatório de Três Marias.



Figuras 10A-B. Espécime fêmea de *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) respectivamente, do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, CB: cápsula bucal, EG: esôfago glandular, EM: esôfago muscular, barra = 303 μm ; (B) cápsula bucal, AB: anel basal, CB: cápsula bucal, ES: espiras, barra = 37 μm .

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 11 A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 10,2% em *P. piraya*, 0,6% em *S. brandtii*

Intensidade média: 2,37±0,81 em *P. piraya*, 1,0 em *S. brandtii*

Abundância média: 0,24±0,76 em *P. piraya*, 0,006±0,08 em *S. brandtii*

Local de infecção: estômago, intestino anterior e médio e cavidade celomática

Números de depósito: CHIOC 35529a-b e ASCR 883

Redescrição. Baseada em quatro machos e quatro fêmeas montados *in toto*, de acordo com Moravec et al. (2008) (ANEXO II).

Geral: nematóides pequenos. Cutícula espessa, com estriações transversais visíveis ao longo do corpo. Cutícula no final da região formando uma vesícula cefálica (colarinho), iniciando aproximadamente ao nível do final do prostômio e se estreitando gradualmente até o final do vestíbulo; região inflada observada em todos os espécimes estudados, mas principalmente em fêmeas bem desenvolvidas. Região cefálica arredondada, com dois pseudolábios cônicos. Abertura oral oval, alongada dorso-ventralmente. Pseudolábios laterais. Quatro elevações cefálicas submedianas (lábios), cada um formando uma elevação. Quatro sublábios submedianos, cada um modificado em um cônico, situados próximo ao pseudolábio. Quatro papilas cefálicas submedianas e um par de anfídeos laterais presentes. Vestíbulo longo, em forma de funil, com anterior prostômio. Esôfago glandular 10-13 vezes maior que o muscular. Anel nervoso engloba o esôfago muscular aproximadamente em seu terço anterior. Poro excretor geralmente situado anteriormente ao início do esôfago glandular. Deirídeos assimétricos, pequenos, simples, situados entre o anel nervoso e início do esôfago glandular.

Machos (quatro espécimes medidos): Corpo 7,40 a 9,68 mm x 150 a 200. Vestíbulo incluindo prostômio 126 a 135 de comprimento; prostômio 13 a 21 x 15 a 27. Esôfago muscular, 240 a 273 x 30 a 50. Esôfago glandular, 2,75-3,00 mm x 90 a 138. Proporção entre o esôfago muscular e glandular 1:10-12. Esôfago (muscular e glandular) e vestíbulo representam 34 a 41% do comprimento total do corpo. Anel nervoso, poro excretor e deirídeos 213 a 240, 367 a 381 e 285 a 339, respectivamente, da extremidade anterior. Cauda espiralada, com estreita asa caudal. Papilas pré-anais: quatro pares subventrais de papilas pedunculadas. Papilas pós-anais: seis pares presentes (excepcionalmente seis papilas de um lado e cinco do outro). Fasmídeos pequenos. Estriações bem desenvolvidas (área rugosa) localizadas anteriormente à cloaca, consistindo em 13 fileiras longitudinais de ornamentações, estrias. Espículos desiguais. Espículo maior (esquerda) 662 a 870 de comprimento, com extremidade distal com grande membrana ventral. Espículo menor (direita) 138 a 165 de comprimento, provido com membrana cuticular pequena em sua porção distal. Proporção do comprimento dos espículos: 1: 4,4-6,3. Cauda cônica 171 a 245 de comprimento com ponta arredondada.

Fêmeas (três fêmeas grávidas e uma não grávida medidas, cuja medida está entre os parênteses): Corpo 12,47-14,77 mm (10,0 mm) x 231 a 245 (175). Vestíbulo incluindo prostômio 132 a 141 (138); prostômio 24 a 27 (13) x 24 a 30 (20). Esôfago muscular, 240 a 270 (285) x 48 a 54 (40). Esôfago glandular, 3,05-3,20 mm (2,94 mm) x 114 a 122 (128). Proporção do esôfago muscular e glandular 1: 12-13. Esôfago total e vestíbulo representam 23 a 29% do comprimento total do corpo. Anel nervoso, poro excretor e deirídeos 233 a 240 (250), 327 a 394 (428) e 264 a 312, respectivamente, da extremidade anterior. Cauda cônica,

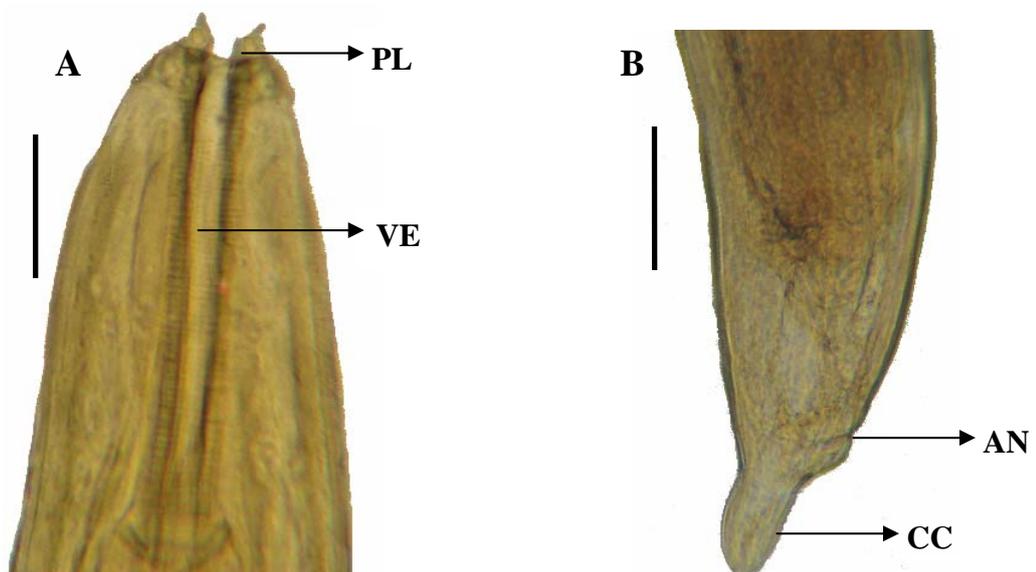
curta, 132 a 150 (123) de comprimento, um par de fasmídeos laterais situadas próximo à extremidade da cauda. Borda posterior do ânus com granulações na superfície. Vulva ligeiramente pós-equatorial, situada 6,96 a 8,43 mm (6,50 mm) da extremidade anterior, cerca de 55 a 57 % (65 %) do comprimento total. Vagina direcionada anteriormente em relação à vulva; ovijector presente. Anfidelfos. Útero composto por numerosos ovos, ocupando a maior parte do corpo, alcançando posteriormente o nível do ânus. Ovos elípticos podendo apresentar larvas em seu interior, 39 a 42 × 21 a 24, sem filamentos.

Comentários:

Cystidicoloides fischeri foi insuficientemente descrita por Travassos et al. (1928) e redescrita por Moravec et al. (2008) de espécimes coletados de *P. piraya* e *S. brandtii*, do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. Nesse artigo, *Heliconema izecksohni* Fábio, 1982 foi transferida para *Cystidicoloides* pelos autores.

De acordo com Moravec et al. (2008) quatro espécies de *Cystidicoloides* parasitam peixes de água doce na região Neotropical: *C. dlouhyi* Petter, 1984, *C. fischeri*, *C. izecksohni* e *C. vaucheri* Petter, 1984, sendo que somente *C. fischeri* e *C. izecksohni* foram registradas em peixes de água doce no Brasil.

Cystidicoloides fischeri foi encontrado em *S. maxillosus*, *S. hilarii* e *Galeocharax knerii* (Steindachner, 1879) em Pirassununga, Bacia do Rio Paraná (TRAVASSOS et al., 1928; VICENTE et al., 1985) sendo registrado pela primeira vez no Reservatório de Três Marias (Bacia do Rio São Francisco) em peixes serrasalmíneos. A distribuição geográfica conhecida e a lista de hospedeiros foram ampliadas no trabalho.



Figuras 11A-B. Espécime fêmea de *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, PL: pseudolábio, VE: ventrículo, barra = 45 µm; (B) extremidade posterior, AN: ânus; CC: cauda cônica, barra = 140 µm.

Spinitectus Fourment, 1883
Spinitectus rodolphiheringi Vaz & Pereira, 1934
(Sinônimo júnior: *Spinitectus sternopygi* Petter, 1984)
(Figura 12)

Resenha ecológica:

Prevalência: 0,9% em *P. piraya*
Intensidade média: 1,0 em *P. piraya*
Abundância média: 0,009±0,09 em *P. piraya*
Local de infecção: estômago
Número de depósito: CHIOC 36955

Morfometria baseada em um único espécime juvenil montado *in totum*.
Corpo 1,9 mm x 78. Primeiro anel de espinhos distando 52 de comprimento da extremidade anterior. Vestíbulo 67 de comprimento. Esôfago muscular e glandular 125 e 490 de comprimento, respectivamente. Cauda bem pequena 7 de comprimento.

Comentários:

Segundo Moravec (1998) apenas três espécies foram encontradas no Brasil: *Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Sinônimo júnior: *S. jamundensis* Thatcher & Padilha, 1977), *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 e *Spinitectus yorkei* Travassos, Artigas & Pereira, 1928; todas as três espécies oriundas de peixes da Bacia do Rio Paraná. Como apenas um indivíduo juvenil foi encontrado no estômago de *P. piraya* do Reservatório de Três Marias é possível que o parasitismo tenha sido acidental. Este único espécime apresenta duas fileiras de espinhos bem próximas em seu terço anterior e foi identificado como *S. rodolphiheringi*. Por ser juvenil, as medidas do único espécime encontrado foram menores do que as dos espécimes adultos da descrição.

Santos e Brasil-Sato (2004) registraram dois espécimes juvenis de *Spinitectus* sp. em *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874), peixe endêmico do Alto Rio São Francisco. Embora com prevalência muito baixa, *S. rodolphiheringi* em *P. piraya*, têm sua lista de hospedeiros ampliada.

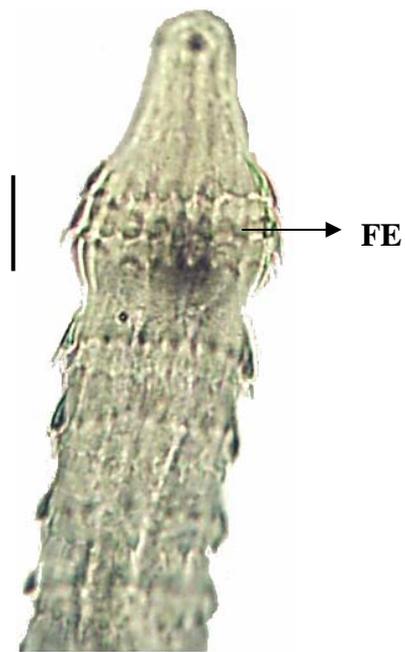


Figura 12. Espécime juvenil de *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 do estômago de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. FE: fileira de espinhos, barra = 25 μ m.

Superfamília Gnathostomatoidea Railliet, 1895
Família Gnathostomatidae Railliet, 1895
Spiroxys Schneider, 1866
Spiroxys sp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 12,9% em *P. piraya*, 13,1% em *S. brandtii*, 1,8% em *C. kelberi*

Intensidade média: 1,93±1,49 em *P. piraya*, 1,36±0,85 em *S. brandtii*, 2,0 em *C. kelberi*

Abundância média: 0,25±0,83 em *P. piraya*, 0,18±0,55 em *S. brandtii*, 0,018±0,13 em *C. kelberi*

Local de infecção: estômago, cecos intestinais, cavidade celomática, intestino anterior, intestino médio e vesícula biliar

Número de depósito: CHIOC 35557, 36953, 36959

Morfometria baseada em oito larvas de terceiro estágio (L₃) montadas *in toto*.

Nematóides pequenos com cutícula suavemente estriada transversalmente. Comprimento do corpo 1,42 a 2,06 mm x largura 30 a 52. Região cefálica provida de dois grandes pseudolábios triangulares laterais, 12 a 15 de comprimento. Esôfago dividido em porção muscular curta e estreita (75 a 100 x 7 a 12,5) e porção glandular longa (450 a 588 x 25 a 42). Intestino estreito na forma de um tubo hialino. Cauda cônica 50 a 80 de comprimento.

Comentários:

De acordo com Moravec (1998) *Spiroxys* é representado por sete espécies que parasitam cágados de água doce na América Central e América do Norte; destas, quatro foram registradas no México: *Spiroxys contortus* (Rudolphi, 1819), *S. corti* Caballero, 1935, *S. susanae* Caballero, 1941 e *S. triretrodens* Caballero & Zerecero, 1943. Devido às características morfológicas específicas dos adultos não foi possível a identificação das larvas ao nível específico. Os peixes de água doce constituem hospedeiros paratênicos destas larvas. Moravec (1998) sugeriu a possibilidade das larvas de *Spiroxys* encontradas em peixes serem *S. contortus*, espécie bem distribuída e comum.

Moravec et al. (1995) inventariaram o encontro de larvas de *Spiroxys* na cavidade celomática, mesentério e intestino de *Cichlasoma meeki* (Brind, 1918), *C. urophthalmus* (Günther, 1862), *Poecilia velifera* (Regan, 1914), *Poecilia* sp. e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) do Estado de Yucatan, México. Mendoza et al. (2004) registraram o encontro destas em *Dormitator maculatus* (Bloch, 1792) (hospedeiro paratênico), oriundo da lagoa Alvarado, México. No Brasil, Isaac et al. (2004) encontraram larvas de *Spiroxys* em *Gymnotus* spp. coletado do Rio Baía, Mato Grosso do Sul.

É a primeira vez que larvas de *Spiroxys* são reportadas em peixes do Reservatório de Três Marias, ampliando assim a distribuição geográfica conhecida e a lista de hospedeiros.

Superfamília Dracunculoidea Stiles, 1907
Família Philometridae Baylis & Daubney, 1926
Subfamília Philometrinae Baylis & Daubney, 1926
Philometra Costa, 1845

(Sinônimos: *Ichthyonema* Diesing, 1861; *Sanguinofilaria* Yamaguti, 1941; *Alinema* Rasheed, 1963; *Thwaitia* Rasheed, 1963)
Philometra sp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 1,2% em *S. brandtii*
Intensidade média: 1,0 em *S. brandtii*
Abundância média: 0,02±0,22 em *S. brandtii*
Local de infecção: baço e cavidade celomática
Número de depósito: CHIOC 35546

Comentários:

Segundo Moravec (2006) existem cinco espécies de *Philometra* parasitos de peixes da região Neotropical, sendo somente uma no Brasil. *Philometra baylisi* Vaz & Pereira, 1934 de *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840 do Rio Tietê, São Paulo; *P. centropomi* Caballero, 1974 de *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792, do México; *P. margolisi* Moravec, Vidal-Martínez & Aguirre-Macedo, 1995 e *P. salgadoi* Vidal-Martínez, Aguirre-Macedo & Moravec, 1995 de *Epinephelus morio* (Valenciennes, 1828) da Península de Yucatan, México e *P. ophisterni* Moravec, Salgado-Maldonado & Aguilar-Aguilar, 2002 de *Ophisternon aenigmaticum* Rosen & Greenwood, 1976, do Estado de Veracruz, México.

Philometra fariaslimai Fortes, 1981 encontrado em bagres *Cathorops agassizii* (Eigenmann & Eigenmann, 1882) e nos peixes marinhos *Genidens barbatus* (Lacépède, 1803) e *G. genidens* (Cuvier, 1829) por Fortes (1981) no Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, foi considerada *species inquirenda* por Moravec (1998) devido à pobre descrição morfológica que não forneceu caracteres que a diferenciasses das outras espécies descritas. Brasil-Sato (1999) registrou *Philometra* sp. em *P. maculatus* do Rio São Francisco. Apesar de não ter sido realizada a análise morfométrica dos dois espécimes deste nematóide de *S. brandtii*, a lista de hospedeiros é expandida.

Superfamília Thelazioidea Sobolev, 1949
Família Rhabdochonidae Travassos, Artigas & Pereira, 1928
Rhabdochona Railliet, 1916
Rhabdochona sp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 0,9% em *C. kelberi*
Intensidade média: 1,0 em *C. kelberi*
Abundância média: 0,009± 0,09 em *C. kelberi*
Local de infecção: cavidade celomática

Comentários:

Um único espécime fêmea de *Rhabdochona* sp. foi encontrado na cavidade celomática de *C. kelberi*. A baixa prevalência e abundância de *Rhabdochona*, assim como o local de parasitismo caracterizam o parasitismo em *C. kelberi* como acidental. Brasil-Sato e Santos (2005) registraram larvas de *Rhabdochona* sp. em *C. conirostris* na região do Alto Rio São

Francisco. Este constitui o primeiro registro de espécime adulto de *Rhabdochona* sp. no Reservatório de Três Marias, fato que comprova a distribuição desse nematóide no Alto São Francisco além da ampliação da lista de hospedeiros.

Ordem Ascaridida Skrjabin & Schulz, 1940
Superfamília Ascaridoidea Railliet & Henry, 1915
Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912
Hysterothylacium Ward & Magath, 1917
Hysterothylacium sp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 39,8% em *P. piraya*, 48,8% em *S. brandtii*, 58,0% em *C. kelberi*

Intensidade média: 6,56±8,05 em *P. piraya*, 7,80±12,9 em *S. brandtii*, 8.51±12.1 em *C. kelberi*

Abundância média: 2,61± 5,99 em *P. piraya*, 3,81±9,79 em *S. brandtii*, 4.94±10.11 em *C. kelberi*

Local de infecção: estômago, intestino anterior, intestino médio, intestino posterior, cavidade celomática

Número de depósito: CHIOC 36951, 36958, 36965

Descrição. Baseado em sete larvas de terceiro estágio (L₃) montadas *in toto*.

Pequenos nematóides. Cutícula com suave estriação, algumas vezes imperceptível. Corpo 1,250-1,875 mm x 37,5 a 78,4. Esôfago 132,5 a 155 de comprimento. Ventrículo pequeno presente, 10 a 15 de comprimento; apêndice ventricular longo, 588 a 882 de comprimento e com luz ampla; ceco intestinal curto, 25 a 52, 5 de comprimento, excedendo suavemente o ventrículo anteriormente. Cauda cônica, 25 a 40 de comprimento.

Comentários:

Os espécimes adultos das espécies alocadas neste gênero são encontrados principalmente em peixes marinhos, podendo ocorrer também em peixes de água doce. As larvas podem ser encontradas em cistos ou livres na cavidade celomática, musculatura ou ainda intestino, onde podem servir de presa ao hospedeiro definitivo (MORAVEC, 1998).

Segundo Anderson (1992) as larvas de *Hysterothylacium* sp. ingeridas por diversos tipos de invertebrados, como copépodes e isópodes, invadem a hemocele e atingem o terceiro estágio de desenvolvimento. Peixes atuam como hospedeiros paratênicos quando ingerem estes copépodes contendo as larvas; quando os peixes são predados pelos hospedeiros definitivos as larvas alcançam a maturidade originando os vermes adultos.

As larvas de *Hysterothylacium* são generalistas tendo sido encontradas em diversas espécies de peixes de diferentes famílias e diferentes localidades geográficas (MORAVEC et al., 1993a; MOREIRA, 1994; BRASIL-SATO, 2003). Moravec et al. (1993a) registraram o encontro destes nematóides em peixes da Bacia do Rio Paraná. Moreira (1994) relatou o encontro destas larvas em peixes do Reservatório de Três Marias (Characidae: *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829, *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969, *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *S. brasiliensis*; Erythrinidae: *Hoplias lacerdae* Miranda-Ribeiro, 1908; Pimelodidae: *P. maculatus*; Sciaenidae: *Pachyurus squamipennis* Agassiz, 1831). Isaac et al. (2004) encontraram larvas de *Hysterothylacium* sp. em *Gymnotus* spp. coletado do Rio Baía, Mato Grosso do Sul. Guidelli (2006) relatou o encontro de *Hysterothylacium* sp. em *L. friderici* da planície de inundação do Alto Rio Paraná.

Pygocentrus piraya, *S. brandtii* e *C. kelberi* constituem novos hospedeiros para estas larvas ampliando a lista conhecida.

Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912

Contracaecum Railliet & Henry, 1912

Contracaecum sp. Tipo 1

(Figuras 13A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 6,4% em *P. piraya*, 10,7% em *S. brandtii*, 1,8% em *C. kelberi*

Intensidade média: 1,86±1,07 em *P. piraya*, 1,28±0,57 em *S. brandtii*, 2,0 em *C. kelberi*

Abundância média: 0,12±0,52 em *P. piraya*, 0,14±0,44 em *S. brandtii*, 0,018±0,13 em *C. kelberi*

Local de infecção: estômago, intestino médio, cavidade celomática

Número de depósito: CHIOC 35547, 35555, 36952

Morfometria baseada em três larvas de terceiro estágio (L₃) montadas *in toto*. Nematóides esbranquiçados. Corpo 3,0-4,0 mm x 167 a 216. Cutícula visivelmente estriada transversalmente, comprimento das estrias no meio do corpo 22,5. Esôfago 450 a 500 de comprimento. Ventrículo curto, 19,6 de comprimento. Apêndice ventricular 262,5 a 375 de comprimento. Ceco intestinal se estendendo até o nível do anel nervoso com comprimento de 250 a 475. Cauda cônica, 62,5 a 100 de comprimento. Órgãos genitais indistinguíveis.

Comentários:

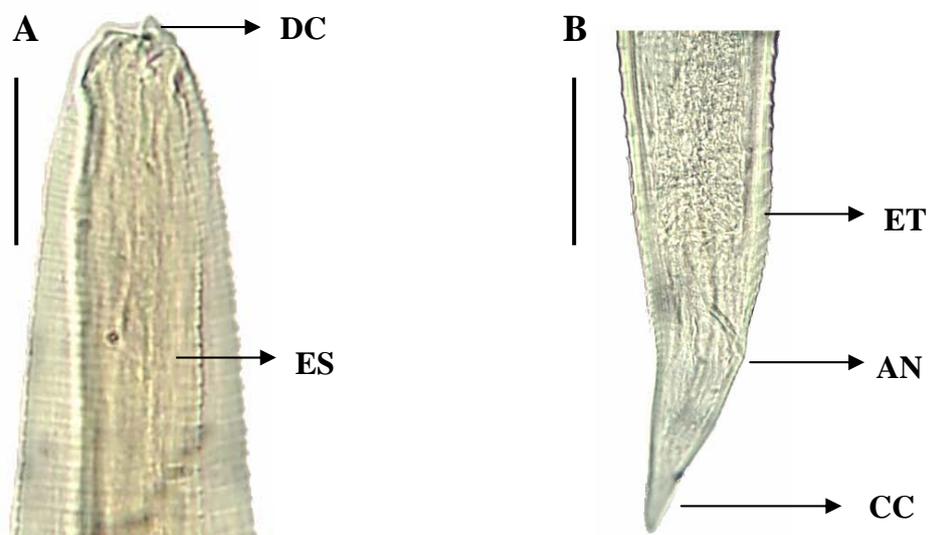
Os hospedeiros definitivos das espécies de *Contracaecum* são mamíferos e aves piscívoras associadas à água doce, marinha e salobra, tais como: os cormorões, biguás, pelicanos e focas (ANDERSON, 1992). A presença de adultos de *Contracaecum* em aves piscívoras pode ser acompanhada de ulcerações no proventrículo (KUIKEN et al., 1999). Segundo Anderson (1992) os copépodes, presentes na água, constituem o primeiro hospedeiro intermediário onde a larva em primeiro estágio (L₁) se desenvolve em larva de segundo estágio (L₂) na hemocele. Os peixes, que constituem o segundo hospedeiro intermediário adquirem as L₂ ao ingerirem os copépodes infectados que posteriormente se desenvolvem em L₃, cujas larvas podem se encapsular no mesentério. Os hospedeiros definitivos ao predarem os peixes infectados adquirem as larvas L₃ que originam os adultos. Os hospedeiros intermediários invertebrados de *Contracaecum* incluem além dos copépodes, celenterados, gastrópodes, ctenóforos, poliquetos, anfípodes, decápodes, equinodermos, cefalópodes, entre outros (NORRIS; OVERSTREET, 1976). Os peixes atuam como hospedeiros intermediários ou paratênicos.

De acordo com Moravec (1998) as larvas de *Contracaecum* Tipo 1 são caracterizadas por apresentar um longo apêndice ventricular, cujo tamanho é maior que o ceco intestinal que se dispõe anteriormente em relação ao ventrículo.

As larvas de *Contracaecum* assim como as larvas de *Hysterothylacium* têm sido reportadas em diversas espécies de peixes de diferentes localidades geográficas (TRAVASSOS et al., 1928; KLOSS, 1966; FÁBIO, 1982; KOHN et al., 1985; VICENTE et al., 1985; KOHN; FERNANDES, 1987; KOHN et al., 1988; KOHN et al., 1989; EIRAS; REGO, 1989; LEÃO et al., 1991; WEIBLEN; BRANDÃO, 1992; MADI; SILVA, 2005; MORAVEC et al., 1993a; MORAVEC, 1998; MACHADO et al., 2000; MARTINS et al., 2003, 2005; AZEVEDO et al., 2006, 2007). Na bacia do Rio São Francisco, Alto Rio São Francisco, Moreira (1994) relatou o encontro de larvas de *Contracaecum* (sem especificar o

tipo das larvas) em várias espécies de peixes: Characidae - *T. chalceus*, *A. britskii*, *A. lacustris*, *A. fasciatus* e *S. brandtii*; Erythrinidae - *H. lacerdae*; Anostomidae: *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836), *L. teaniatus* Lütken, 1875; Curimatidae - *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann, 1889); Pimelodidae: *P. maculatus* e *Pimelodus* sp.. Brasil-Sato (2003) inventariou o registro de *Contracaecum* sp. e incluiu *P. corruscans* (Pimelodidae) e *S. brasiliensis* (Characidae) na listagem dos hospedeiros. Machado et al. (1996) registraram larvas de *Contracaecum* Tipo 1 em *P. corruscans* e *Schizodon borelli* (Boulenger, 1900), na bacia do Rio Paraná. Guidelli et al. (2003) encontraram larvas de *Contracaecum* Tipo 1 em *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) do Rio Baía, Mato Grosso do Sul. Carvalho et al. (2003b) relataram a presença de larvas de *Contracaecum* Tipo 1 em *A. lacustris* da planície de inundação do alto Rio Paraná. Isaac et al (2004) registraram larvas de *Contracaecum* Tipo 1 em *Gymnotus* spp. do Rio Baía, Mato Grosso do Sul. Guidelli (2006) registrou larvas de *Contracaecum* Tipo 1 em *L. lacustris*, *L. friderici*, *L. obtusidens* e *L. elongatus* da planície de inundação do alto rio Paraná.

Pygocentrus piraya e *C. kelberi* constituem novos hospedeiros nessa localidade.



Figuras 13A-B. Espécime de *Contracaecum* sp. Tipo 1 (terceiro estágio larval) de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) extremidade anterior, DC: dente cefálico, ES: esôfago, barra = 50 µm; (B) extremidade posterior, AN: ânus; CC: cauda cônica; ET: estrias transversais, barra = 100 µm.

Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912
Goezia Zeder, 1800
Goezia sp.
(Figura 14)

Resenha ecológica:

Prevalência: 4,6% em *P. piraya*, 4,8% em *S. brandtii*, 1,8% em *C. kelberi*

Intensidade média: 1,2±0,45 em *P. piraya*, 1,12±0,35 em *S. brandtii*, 2,0 em *C. kelberi*

Abundância média: 0,05±0,27 em *P. piraya*, 0,05±0,25 em *S. brandtii*, 0,018±0,13 em *C. kelberi*

Local de infecção: estômago, intestino anterior, intestino médio, cavidade celomática

Número de depósito: CHIOC 35548, 35558, 36954

Morfometria baseada em uma larva de quarto estágio (L₄) montada *in totum*. Cutícula coberta por fileira de espinhos. Corpo 2,50 mm x 156. Esôfago apresentando pequeno vestíbulo 70 x 45. Apêndice ventricular e ceco intestinal presentes. Apêndice ventricular e ceco intestinal 686 e 58 de comprimento, respectivamente. Poro excretor situado ao nível do anel nervoso.

Comentários:

De acordo com Moravec (1998) cinco espécies de *Goezia* são conhecidas na região Neotropical: *G. spinulosa* (Diesing, 1839); *G. brasiliensis* Moravec, Kohn & Fernandes, 1994; *G. brevicaeca* Moravec, Kohn & Fernandes, 1994; *G. intermedia* Rasheed, 1965; *G. nonipapillata* Osorio-Sarabia, 1982, sendo as três primeiras existentes no Brasil. Em 2003, Martins e Yoshitoshi descreveram *G. leporini* de peixes cultivados (*Leporinus macrocephallus* Garavello & Britski, 1988) no município de Batatais, São Paulo. Segundo Moravec (1998) as larvas de *Goezia* sp. foram encontradas no estômago e intestino de *Mylossoma orbignyanus* (Cuvier, 1818), *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829, *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837, *Ageneiosus valenciennesi* Bleeker, 1864 e *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766), provenientes do Rio Paraná. Guidelli et al. (2003) encontrou um espécime de *Goezia* sp. (larva) no mesentério de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840), oriundo do Rio Baía, Paraná. Abdallah et al. (2006) registraram o encontro de uma espécie não identificada de *Goezia* sp. no intestino de *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828), proveniente do Rio Guandu, Rio de Janeiro. Guidelli (2006) encontrou adultos de *G. brevicaeca* em *L. friderici* e adultos de *G. spinulosa* em *L. friderici*, *L. obtusidens* e *L. elongatus*.

De acordo com Moravec et al. (1994) as larvas de *Goezia* sp. encontradas em peixes no Brasil provavelmente serão *G. brasiliensis* ou *G. brevicaeca*.

Brasil-Sato (2003) registrou larvas de *Goezia* sp. em *P. maculatus* do Rio São Francisco, à jusante da Barragem de Três Marias. Neste estudo é ampliada a lista de hospedeiros de *Goezia* sp. no Reservatório de Três Marias.

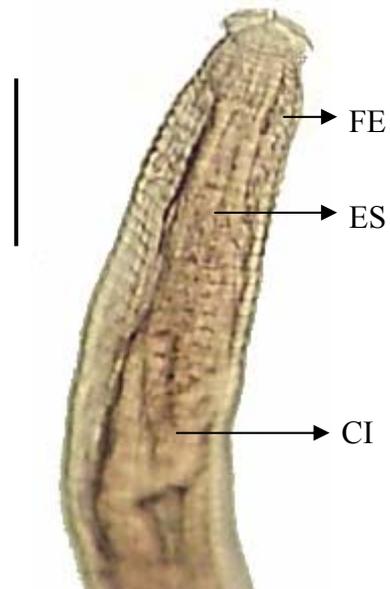


Figura 14. Extremidade anterior de espécime de *Goezia* sp. (quarto estágio larval) de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. ES: esôfago, FE: fileira de espinhos, CI: ceco intestinal, barra = 98 μ m.

Classe Adenophorea Linstow, 1905
Ordem Enoplida Pearse, 1929
Superfamília Trichuroidea Railliet, 1916
Família Capillariidae Railliet, 1915
Capillostrongyloides Freitas & Lent, 1935
Capillostrongyloides sentinosa (Travassos, 1927)

Resenha ecológica:

Prevalência: 27,8% em *P. piraya*, 4,2% em *S. brandtii*, 0,9% em *C. kelberi*

Intensidade média: 2,4±2,24 em *P. piraya*, 1,14±0,38 em *S. brandtii*, 1,0 em *C. kelberi*

Abundância média: 0,66±1,59 em *P. piraya*, 0,05±0,24 em *S. brandtii*, 0,009±0,09 em *C. kelberi*

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

Número de depósito: CHIOC 35544, 35545

Comentários:

De acordo com Moravec (1998) duas espécies são registradas na região Neotropical: *Capillostrongyloides ancistri* Moravec, Gelnar & Rehulka, 1987 e *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), sendo possível que *C. ancistri* ocorra na América do Sul através da introdução de peixes ornamentais, já que esta espécie foi descrita em peixes ornamentais da Europa, especificamente na República Tcheca. De acordo com Moravec (1998) *C. sentinosa* foi descrita originalmente do estômago de *Astyanax fasciatus* e foi registrada também em *H. malabaricus*, *Leporinus* sp. e Anostomatinae gen. sp. (*sic*), nas localidades de Pirassununga, São Paulo e Barra da Light, Rio Grande (Bacia do Rio Paraná). Tanaka (2000) encontrou fêmeas de capilarídeos não identificados no estômago de *Serrasalmus marginatus* e *S. spilopleura* do Rio Baía, Mato Grosso do Sul. Abdallah et al. (2006) registraram capilarídeos não identificados no intestino de *H. littorale* do Rio Guandu, Rio de Janeiro. Guidelli (2006) registraram *C. sentinosa* dos cecos de *L. elongatus* na planície de inundação do Alto Rio Paraná.

É a primeira vez que *C. sentinosa* é reportada em peixes do Reservatório de Três Marias, ampliando a lista de hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida.

3.1.5 Crustacea

Filo Arthropoda Latreille, 1829
Classe Crustacea Brünnich, 1772
Subclasse Copepoda Milne Edwards, 1840
Ordem Poecilostomatoidea Thorell, 1859
Família Ergasilidae Nordmann, 1832
Subfamília Abergasilinae Thatcher & Boeger, 1983
Brasergasilus Thatcher & Boeger, 1983
Brasergasilus bifurcatus Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007

Resenha ecológica:

Prevalência: 92,1% em *P. piraya*, 56% em *S. brandtii*

Intensidade média: 23,4±27,5 em *P. piraya*, 4,4±5,9 em *S. brandtii*

Abundância média: 21,6±27,1 em *P. piraya*, 2,5±4,9 em *S. brandtii*

Local de infestação: Brânquias e narinas

Número de depósito: CHIOC 36841, CHIOC 36842-36844, CHIOC 35502-35504

Descrição de acordo com Santos et al. (2007) (ANEXO III). Baseada em 40 espécimes montados *in toto*.

Fêmeas: Cefalotórax mais longo que largo 451 a 578 x 170 a 284. Cefalotórax 225 a 372 x 147 a 284. Terceiro, quarto e sétimo (genital) segmentos torácicos 37 a 62 x 62 a 75, 20 a 50 x 52 a 62 e 20 a 45 x 50 a 70, respectivamente. Primeiro, segundo e terceiro somitos abdominais mais largos que compridos, 10 a 15 x 32 a 50, 7 a 10 x 37 a 50 e 12 a 17 x 40 a 47, respectivamente. Ramo caudal 25 a 32 x 12 a 22. Setas caudais 175 a 232 de comprimento. Sacos de ovos 176 a 294 x 39 a 59. Antênula 100 a 125 x 15 a 25; fórmula setal: 4-1-3-3-2-4. Antena com três segmentos: primeiro segmento antenal 47 a 75 x 32 a 50; segundo segmento antenal 85 a 112 x 35 a 47; terceiro segmento antenal 150 a 237 x 10 a 25. Peças bucais compostas por mandíbula e maxila; mandíbula bi-segmentada formada por segmento distal bifurcado e palpo; maxílulas ausentes; maxila bi-segmentada. Primeiro par de pernas: endopodito bi-segmentado; primeiro segmento com uma seta mediana, segundo segmento com uma reentrância na face externa, uma seta medial no primeiro terço, quatro setas terminais e dois espinhos póstero-laterais. Exopodito tri-segmentado; primeiro segmento sem setas e sem espinhos; segundo segmento com uma seta mediana; terceiro segmento com cinco setas terminais e dois espinhos póstero-laterais. Segundo par de pernas: ambos os ramos tri-segmentados; primeiro segmento do endopodito com uma seta mediana, segundo segmento com duas setas medianas e segmento distal com quatro setas e um espinho lateral; primeiro segmento do exopodito sem setas e sem espinhos; segundo segmento com uma seta lateral e segmento distal com seis setas terminais e um espinho póstero-lateral. Terceiro par de pernas: ambos ramos tri-segmentados; primeiro segmento do endopodito com uma seta mediana, segundo segmento com duas setas medianas e terceiro segmento com quatro setas terminais; primeiro segmento do exopodito com um ou dois pêlos; segundo segmento com uma seta mediana e segmento distal com seis setas. Saco de ovos alongado com aproximadamente 7-21 ovos.

Comentários:

Brasergasilus bifurcatus é a sexta espécie descrita do gênero. Thatcher e Boeger (1983) descreveram *B. jaraquensis* do Rio Solimões, Estado do Amazonas e *B. anodus* do Rio Tocantins, Estado do Pará; Thatcher e Boeger (1984a) descreveram *B. oranus* do Rio Amazonas, Estado do Amazonas; Malta (1993) descreveu *B. guaporensis* do Rio Guaporé, Estado de Rondônia e *B. mamorensis* foi descrita por Varella e Malta (2001), Rio Mamoré, Estado de Rondônia. Das seis espécies descritas até o momento, *B. bifurcatus* foi a única encontrada tanto nas brânquias como nas narinas de seus hospedeiros (*P. piraya* e *S. brandtii*).

Brasil-Sato (2003) registrou *Brasergasilus* sp. em *P. piraya* do Reservatório de Três Marias. Santos et al. (2007) ampliaram a listagem de hospedeiros e sua distribuição na Bacia do Rio São Francisco.

Família Ergasilidae Nordmann, 1832
Subfamília Ergasilinae Thatcher & Boeger, 1983
Ergasilus Nordmann, 1832
Ergasilus sp.₁

Resenha ecológica:

Prevalência: 9,2 % em *P. piraya*, 0,6% em *S. brandtii*

Intensidade média: $2,1 \pm 0,88$ em *P. piraya*, $1,0$ em *S. brandtii*
Abundância média: $0,19 \pm 0,67$ em *P. piraya*, $0,006 \pm 0,08$ em *S. brandtii*
Local de infestação: Brânquias
Número de depósito: CHIOC 35542, 35552

Ergasilus sp.2

Resenha ecológica:

Prevalência: 3,6 % em *C. kelberi*.
Intensidade média: $2,00 \pm 1,41$ em *C. kelberi*.
Abundância média: $0,07 \pm 0,44$ em *C. kelberi*.
Local de infestação: Brânquias e narinas
Número de depósito: CHIOC 36966

Comentários:

De acordo com Malta (1998) e Thatcher (2006) no Brasil ocorrem as seguintes espécies de *Ergasilus* parasitos de peixes de água doce: *E. atafonensis* Amado & Rocha, 1996, *E. bahiensis* Amado & Rocha, 1996, *E. bryconis* Thatcher, 1981, *E. callophysus* Thatcher & Boeger, 1984, *E. caraguatatubensis* Amado & Rocha, 1996, *E. coatiarius* Araújo & Varella, 1998, *E. colomesus* Thatcher & Boeger, 1983, *E. cyanopictus* Carvalho, 1962, *E. euripedesi* Montú, 1980, *E. holobryconis* Malta & Varella, 1986, *E. hydrolycus* Thatcher, Boeger & Robertson, 1984, *E. hypophthalmi* Boeger, Martins & Thatcher, 1990, *E. iheringi* Tidd, 1942, *E. jaraquensis* Thatcher & Robertson, 1982, *E. leporinidis* Thatcher, 1981, *E. longimanus* Krøyer, 1863, *E. orientalis* Yamaguti, 1939, *E. thatcheri* Engers, Boeger & Brandon, 2000, *E. urupaensis* Malta, 1993 e *E. xenomelanirisi* Carvalho, 1955.

Representantes de *Ergasilus* foram citados pela primeira vez em *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* ampliando assim a lista de hospedeiros. Brasil-Sato (2003) registrou espécimes de *Ergasilus* sp. em outros hospedeiros do Alto Rio São Francisco.

Família Vaigamidae Thatcher & Robertson, 1984

Gamidactylus Thatcher & Boeger, 1984

Gamidactylus sp.

Resenha ecológica:

Prevalência: 10,2% em *P. piraya*, 7,7% em *S. brandtii*
Intensidade média: $3,09 \pm 2,84$ em *P. piraya*, $1,61 \pm 0,77$ em *S. brandtii*
Abundância média: $0,31 \pm 1,28$ em *P. piraya*, $0,12 \pm 0,48$ em *S. brandtii*
Local de infestação: Narinas
Número de depósito: CHIOC 36968, 36960
Espécimes-tipo examinados: *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher & Boeger, 1984, INPA 062 e *Gamidactylus bryconis* Varella, 1995, INPA 533 a-e.

Comentários:

Vaigamidae e *Vaigamus* foram propostos por Thatcher e Robertson (1984) para incluir duas espécies existentes no zooplâncton, *Vaigamus retrobarbus* (espécie-tipo) da Ilha Marchantaria, Estado do Amazonas e *V. spinicephalus* do Rio Tocantins, Pará. Posteriormente Thatcher e Boeger (1984b,c,d) descreveram *Gamidactylus jaraquensis*, *Gamispatulus schizodontis* e *Gamispinus diabolicus*, respectivamente, todos da Amazônia Brasileira. Em 1995, Varella descreveu *Gamidactylus bryconis* de *Brycon pellegrini* Holly,

1929 e *B. melanopterus* (Cope, 1872) da Amazônia Brasileira. Varella e Malta (1995) descreveram *G. hoplius* das fossas nasais de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) da Amazônica Brasileira. Amado et al. (1995) analisaram a filogenia desses copépodes e observaram que os três gêneros propostos não teriam subsídios suficientes para sustentação dessa família e consideraram Vaigamidae sinônimo júnior de Ergasilidae. Em contrapartida, Thatcher (1998) afirmou que os retroestiletos torácicos móveis presentes nos quatro gêneros descritos são caracteres exclusivos que validam Vaigamidae e de pouca importância para Amado et al. (1995).

Os espécimes de *Gamidactylus* sp. encontrados nas narinas de *P. piraya* e de *S. brandtii* não correspondem aos táxons *G. jaraquensis*, *G. bryconis* e nem *G. hoplius*, tratando-se portanto de um novo táxon proposto em artigo que está sob revisão para publicação (*Acta Parasitologica*).

O novo táxon de *Gamidactylus* ampliará a listagem de hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida das espécies desse gênero nominal para a Bacia do Rio São Francisco.

Classe Malacostraca Latreille, 1802
Ordem Isopoda Latreille, 1817
Família Cymothoidae Schiödte, 1866
Braga Schiödte & Meinert, 1881
Braga fluviatilis Richardson, 1911
(Figuras 15A-B)

Resenha ecológica:

Prevalência: 41,7% em *P. piraya*, 1,2% em *S. brandtii*

Intensidade média: 1,29±0,55 em *P. piraya*, 1,0 em *S. brandtii*

Abundância média: 0,54±0,73 em *P. piraya*, 0,02±0,22 em *S. brandtii*

Local de infestação: Brânquias

Número de depósito: CHIOC 35543, 35553

Comentários:

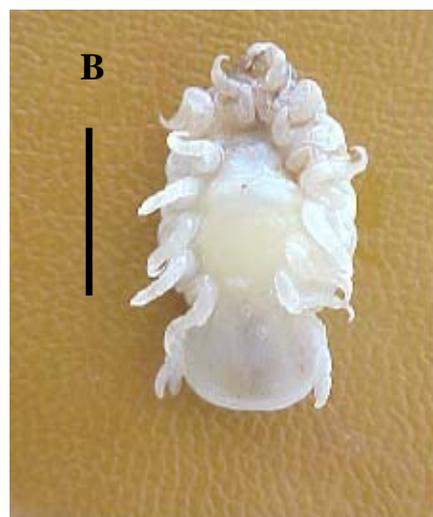
Os isópodes podem viver em ambientes marinhos, salobros, límnicos e terrestres. A grande maioria é de vida livre, mas existem espécies parasitas de peixes e de outros crustáceos. O termo isopoda significa pernas iguais (THATCHER, 2006). A família Cymothoidae é caracterizada por apresentar palpos dos maxilípedes estreitos e com o ápice provido de dentes curvos. Todos os sete pares de pleópodos são preênseis (LEMOS DE CASTRO; LOYOLA E SILVA, 1985). Os isópodes da família Cymothoidae são protândricos hermafroditas, ou seja, os jovens sempre são todos machos para depois se transformarem em fêmeas (THATCHER, 2006). Segundo Thatcher (2006) Cymothoidae apresenta 11 gêneros de isópodes parasitos de peixes na Região Neotropical: *Amphira* Thatcher, 1993, *Artystone* Schiödte & Meinert, 1881, *Asotana* Schiödte & Meinert, 1881, *Braga* Schiödte & Meinert, 1881, *Lironeca* Leach, 1818, *Nerocila* Leach, 1818, *Paracymothes* Lemos de Castro, 1975, *Philostomella* Szidat & Schubart, 1960, *Riggia* Szidat, 1948, *Telotha* Schiödte & Meinert, 1884 e *Vanamea* Thatcher, 1993.

Segundo Pavanelli et al. (2002) os isópodes podem se alojar nas brânquias, boca, superfície do corpo e reto. Lesões causadas pelos isópodes nas brânquias dos peixes podem originar infecções secundárias, causadas por bactérias, fungos e vírus que podem provocar doenças em peixes cultivados, como também em peixes de origem natural.

Os representantes de *Braga* apresentam corpo simétrico, sete pares de pleópodos préenseis, pleotelson mais largo que longo e podem ser parasitos ou comensais de peixes de água doce (THATCHER, 2006).

Segundo Brasil-Lima e Barros (1998) e Thatcher (2006) há cinco espécies de *Braga* registradas no Brasil: *B. amapaensis* Thatcher, 1996 de *Acestrorhynchus guyanensis* (Schomburgk, 1841), *B. cichlae* Schiödte & Meinert, 1881 das brânquias e cavidade oral de *C. ocellaris*, *C. temensis* e *Cynopotamus humeralis* (Valenciennes, 1834), *B. fluviatilis* Richardson, 1911 do corpo de *Loricaria anus* Valenciennes, 1835 e *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1850 e das brânquias de *Crenicichla brasiliensis* (Bloch, 1792), *B. nasuta* Schiödte & Meinert, 1881 de *Hypostomus* sp. e *B. patagonica* Schiödte & Meinert, 1884 das brânquias de *H. malabaricus* e *S. hilarii*.

Brasil-Sato (2003) registrou uma espécie indeterminada de *Braga* em *P. piraya* do Reservatório de Três Marias. Assim, *Braga fluviatilis* amplia a sua lista de hospedeiros e sua distribuição geográfica conhecida para o Reservatório de Três Marias.



Figuras 15A-B. Espécime fêmea de *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. (A) espécime em vista dorsal, barra = 1 cm; (B) espécime em vista ventral, barra = 1 cm.

Classe Branchiura Thorell, 1864
Família Argulidae Leach, 1819
Argulus Müller, 1785
Argulus multicolor Stekhoven, 1937
(Figura 16)

Resenha ecológica:

Prevalência: 33,3% em *P. piraya*, 5,3% em *S. brandtii*
Intensidade média: 1,61±1,02 em *P. piraya*, 1,11±0,33 em *S. brandtii*
Abundância: 0,54±0,96 em *P. piraya*, 0,06±0,26 em *S. brandtii*
Local de infestação: Brânquias
Número de depósito: CHIOC 36956, 36961

Morfometria baseada em oito espécimes fêmeas montadas *in toto*.

Os espécimes medidos apesar de serem fêmeas eram juvenis e por isso foram menores do que as medidas dos espécimes adultos da descrição original. Corpo apresentando 875 a 3,40 mm x 375 a 1,75 mm de largura. Carapaça achatada dorsiventral com 558 a 2,00 mm de comprimento. Abdômen 157 a 875 x 39 a 200. Diâmetro da ventosa (= primeira maxila) 196 a 625. Quatro pares de pernas. Um par de olhos compostos.

Comentários:

Os argulídeos são caracterizados por apresentarem dois pares de antenas, estilete oral geralmente presente, primeiro par de maxilas desenvolvido em ventosas e segunda maxila armada com dentes (THATCHER, 2006).

Os argulídeos vivem na superfície do corpo, bases das nadadeiras, cavidade bucal e brânquias de peixes, ocasionalmente anfíbios e répteis (RINGUELET, 1943). Podem causar uma série de danos a seus hospedeiros, através de ações espoliatórias e traumas aos tecidos com seus órgãos de fixação. Quando se instalam na cavidade bucal e branquial causam diminuição da capacidade respiratória, com retirada de sangue, destruição de tecidos, interrupção da circulação sanguínea, oclusão dos vasos aferentes, formação de coágulos e hipertrofia dos filamentos, podendo causar sérios prejuízos aos peixes cultivados (LEMONS DE CASTRO, 1950; KABATA, 1970, 1985; MALTA, 1981, 1982a, 1982b, 1983, 1984; MALTA; VARELLA, 1983; EIRAS, 1994). Os branquiúros possuem uma grande importância econômica face aos danos que causam às populações naturais. Esses danos são maiores nos sistemas de cultivo, devido a grande concentração de peixes em pequenas áreas (KABATA, 1970).

Argulidae apresenta três gêneros: *Argulus* Muller, 1785, *Dolops* Auduin, 1837 e *Chonopeltis* Thiele, 1901. Os representantes dos argulídeos são cosmopolitas e ocorrem tanto em água doce quanto em água salgada (THATCHER, 2006).

De acordo com Malta (1998), Malta e Varella (2000) e Thatcher (2006) doze espécies de *Argulus* são reconhecidas no Brasil. *Argulus amazonicus* Malta & Silva, 1986 foi registrado em *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider, 1801 e *C. temensis* (MALTA, 1998); *A. carteri* Cunnington, 1931 em *H. malabaricus* (MALTA, 1998; THATCHER, 2006); *A. chicomendesi* Malta & Varella, 2000, foi registrado parasitando a superfície corporal de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (MALTA; VARELLA, 2000); *A. elongatus* Heller, 1857 de hospedeiro não determinado e de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1860, *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 e *S. spilopleura* Kner, 1860 (CARVALHO et al, 2003a; THATCHER, 2006); *A. juparanaensis* Lemos de Castro, 1950 de *Megalodoras* sp. Eigenmann, 1925, *Pachyurus squamipennis* Agassiz, 1831, *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), *P. fasciatum* (Linnaeus, 1776), *P. nattereri*, *S. marginatus* e *S. spilopleura* (MALTA,

1998; CARVALHO et al., 2003a; THATCHER, 2006); *A. multicolor* Stekhoven, 1937 de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829, *Serrasalmus nattereri* (Kner, 1860), *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), *Cichla temensis* Humboldt, 1821 e *Geophagus jurupari* (Heckel, 1840) (MALTA, 1998; THATCHER, 2006); *A. nattereri* Heller, 1857 de *P. corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), *Salminus brevidens* (Cuvier, 1816) e *S. maxillosus* (Cuvier, 1816) (MALTA, 1998; THATCHER, 2006); *A. paranaensis* Ringuelet, 1943 de *S. maxillosus*; *A. paulensis* Wilson, 1924 de *S. maxillosus* e *S. hilarii* (THATCHER, 2006); *A. pestifer* Ringuelet, 1948 de *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840), *P. fasciatum* e de *S. maxillosus* (MALTA, 1998; THATCHER, 2006); *A. salminei* Krøyer, 1863 de *S. brevidens* e *S. maxillosus* (MALTA, 1998; THATCHER, 2006) e *A. spinulosus* Silva, 1980 de *H. malabaricus* (MALTA, 1998; THATCHER, 2006).

Argulus multicolor é citado pela primeira vez em *P. piraya* e *S. brandtii*, tendo sua distribuição geográfica conhecida ampliada para a Bacia do Rio São Francisco.

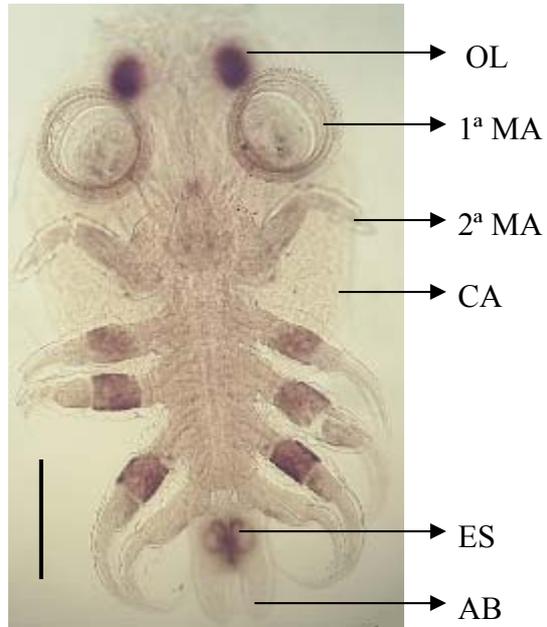


Figura 16. Espécime fêmea de *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937, vista ventral, das brânquias de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais. AB: abdômen, CA: carapaça, ES: espermateca, MA: maxila, OL= olho, barra = 411 μ m.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE PARASITÁRIA DE *Pygocentrus piraya* (CUVIER, 1819) (OSTEICHTHYES, CHARACIFORMES, CHARACIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO

Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819) (Characidae, Serrasalminae), conhecida popularmente como piranha, é espécie endêmica da Bacia do Rio São Francisco e apresenta hábito alimentar carnívoro, essencialmente piscívoro. Cento e oito espécimes de *P. piraya* foram coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, no período compreendido entre julho a agosto de 2004 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso). Este trabalho teve como objetivo identificar as espécies de metazoários parasitos de *P. piraya*, descrevendo a dinâmica das infrapopulações parasitárias e seus relacionamentos interespecíficos. Dos 108 espécimes de piranhas coletados, 56 eram machos e 52 fêmeas. Todos os peixes estavam parasitados por pelo menos duas espécies de parasitos. Pelo menos 21 espécies de parasitos metazoários foram encontradas, sendo seis de Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies) e uma espécie não identificada de Gyrodactylidae; três de Copepoda: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp. e *Ergasilus* sp.; uma de Isopoda: *Braga fluviatilis* Richardson, 1911; uma de Branchiura: *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937; uma de Digenea: metacercárias de *Austrodiplostomum* sp., uma de Eucestoda: plerocercóides não identificados e oito táxons de Nematoda, sendo três espécies cujos espécimes eram adultos, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) e *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), quatro espécies cujos espécimes eram larvais, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp. e uma espécie cujo espécime era juvenil, *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934. A riqueza parasitária foi mais elevada nos peixes menores do período chuvoso. As fêmeas de *P. piraya* foram significativamente mais parasitadas pelas larvas de *Hysterothylacium* sp. do que os machos. A prevalência e a abundância de *Rhinoxenus* sp. e *Gamidactylus* sp. foram mais elevadas em peixes menores, enquanto alguns índices de *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp., *C. sentinosa* e *Hysterothylacium* sp. foram mais elevados em peixes maiores. *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp., *P. inopinatus*, *C. sentinosa* e *Hysterothylacium* sp. apresentaram alguns índices significativamente mais elevados no período chuvoso, ao contrário de *A. multicolor* que foi mais prevalente na estiagem. *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* e *P. inopinatus* foram espécies centrais na comunidade parasitária de *P. piraya* e *Amphithecium* sp., *B. fluviatilis*, *A. multicolor* e *Hysterothylacium* sp. espécies secundárias, sendo as demais espécies satélites. A comunidade parasitária de *P. piraya* foi considerada isolacionista, considerando a existência de poucas espécies centrais, número elevado de espécies satélites e poucas associações interespecíficas significativas. Embora considerado predador piscívoro, a presença de larvas de nematóides, indica a posição intermediária que as piranhas ocupam na cadeia trófica do Reservatório de Três Marias e sua importância na manutenção dos ciclos parasitários de espécies autogênicas e alogênicas na região. As espécies de parasitos encontradas em *P. piraya*, com exceção de *P. inopinatus*, foram registradas pela primeira vez neste serrasalmíneo do Reservatório de Três Marias, ampliando assim a lista de hospedeiros e sua distribuição geográfica conhecida para a Bacia do Rio São Francisco.

Palavras-chave: Parasitos de *Pygocentrus piraya*, *Brasergasilus bifurcatus*, *Procamallanus inopinatus*.

ABSTRACT

Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819) (Characidae, Serrasalminae), known popularly as “piranha”, is a carnivorous, essentially piscivorous, fish that is endemic to the São Francisco River Basin. A total of 108 specimens were caught in the Três Marias Reservoir, along the area of influence Borrachudo River (18°12'59"S, 45°17'34"W), on the Upper São Francisco River, Minas Gerais State, between July and August, 2004 (dry period) and December, 2004 and January, 2005 (wet period). The purpose of this study was to identify the species of metazoan parasites of *P. piraya* and describe the dynamic of the parasite infrapopulations and their interspecific relationships. Of the 108 “piranha” specimens collected, 56 were male and 52 female. All the fish were parasited by at least two parasite species. At least 21 species of metazoan parasites were found, being six of Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp. (at least three species) and one unidentified species of Gyrodactylidae; three Copepoda: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp. and *Ergasilus* sp.; one taxon of Isopoda: *Braga fluviatilis* Richardson, 1911; one of Branchiura: *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937; one Digenea: metacercariae of *Austrodiplostomum* sp.; one of Eucestoda: an unidentified plerocercoid and eight taxa of Nematoda, three species of adult specimens, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), and *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), four species of larval specimens, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Type 1, *Spiroxys* sp., and *Goezia* sp. and one species of juvenile specimen, *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934. The parasite richness was more elevated in smaller fish in the wet season. The females of *P. piraya* were more parasited by *Hysterothylacium* sp. than males. The prevalence and abundance of *Rhinoxenus* sp. and *Gamidactylus* sp. were higher in smaller fish, while some parasitic indices of *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp., *P. inopinatus*, *C. sentinosa* and *Hysterothylacium* sp. were more elevated in largest fishes. *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp., *P. inopinatus*, *C. sentinosa* and *Hysterothylacium* sp. presented some parasitic indices higher in the wet season, while *A. multicolor* was more prevalent in the dry season. *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* and *P. inopinatus* were considered core species in the parasite community of *P. piraya* and *Amphithecium* sp., *B. fluviatilis*, *A. multicolor* and *Hysterothylacium* sp. were secondary species and the remaining species were satellite. The parasite community of *P. piraya* was considered to be isolationist due to the existence of few core species, a high number of satellite species and low number of significant interspecific associations. Although considered a piscivore, the presence of nematode larvae indicates the intermediate position that piranhas occupy in the trophic chain of Três Marias Reservoir and their importance in maintaining the parasite cycles of the autogenic and allogenic species in the region. The parasite species found in *P. piraya*, with the exception of *P. inopinatus*, are reported here for the first time in this member of Serrasalminae in Três Marias Reservoir, thus expanding the list of hosts and their known geographic distribution to the São Francisco Basin.

Key words: parasites of *Pygocentrus piraya*, *Brasergasilus bifurcatus*, *Procamallanus inopinatus*.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do São Francisco abrange uma área de 645.067,2 km², contida aproximadamente entre as coordenadas 13°-21° S e 36°-48° W. Constitui a terceira bacia hidrográfica do Brasil e a primeira contida inteiramente em território brasileiro (KOHLER, 2003). Corresponde a 7,4% do território nacional e abrange os Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, além do Distrito Federal (PAIVA, 1982). Segundo Costa et al. (1998), a bacia engloba os biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga.

A piranha, *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1919), originalmente alocada em *Serrasalmus Lacépède*, 1803 segundo Fink (1993), é espécie endêmica da bacia do Rio São Francisco (JEGÚ, 2003) e atinge maior porte entre os serrasalmíneos (PINKGUNI, 1997). Possui hábito alimentar carnívoro (BRITSKI et al., 1988) e oportunista, padrão comum entre os Serrasalminae (GOMES, 2002).

Propõe-se estudar a parasitofauna desta espécie já que os poucos trabalhos realizados até o momento (TRAVASSOS et al., 1928; MOREIRA, 1994; MOREIRA et al., 1994; BRASIL-SATO, 2003; SANTOS et al., 2007) a indicam como potencial hospedeiro de fauna peculiar no Reservatório de Três Marias.

Os objetivos pretendidos durante o estudo de sua parasitofauna foram: a) identificar/determinar as espécies de parasitos componentes da fauna; b) analisar a estrutura comunitária dos parasitos metazoários de *P. piraya* relacionando descritores ecológico-parasitários (prevalência, intensidade e abundância média, riqueza e diversidade parasitárias) com os aspectos bióticos dos hospedeiros (sexo e comprimento total) e com a época de coleta dos mesmos; c) destacar possíveis relações do parasitismo com o hábito alimentar dos peixes; d) descrever a dinâmica das infrapopulações parasitárias, sua riqueza, dominância e diversidade parasitárias e seus relacionamentos interespecíficos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta

A área de coleta dos espécimes de *P. piraya* foi caracterizada no capítulo I.

2.2 Caracterização do hospedeiro

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

Entre os Serrasalminae há variação de hábitos alimentar e comportamental associados às táticas de captura (BRAGA, 1975; GOULDING, 1980; NICO; TAPHORN, 1988). Segundo Alvim (1999) *P. piraya* foi classificada como piscívora, mas também referiu a presença de insetos terrestres em seu conteúdo estomacal.

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

Pygocentrus piraya (Figura 1), conhecida popularmente como piranha, pode alcançar 51 cm de comprimento total (PINKGUNI, 1997) e peso corporal acima de seis kg (FERREIRA et al., 1996). Segundo Fink (1993) distingue-se das demais piranhas por seus espécimes apresentarem quando adultos raios na nadadeira adiposa, além de agressividade. 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 e fêmeas em 10,8 cm e 17 cm, respectivamente (CRUZ et al., 1996). Apresenta hábito alimentar carnívoro preferencialmente ictiófago (BRITSKI et al., 1988; ALVIM, 1999), apresentando comportamento oportunista (GOMES, 2002), gregário e habita geralmente ambientes lênticos (BRAGA, 1975). É abundante no Reservatório de Três Marias sendo que os adultos possuem corpo uniformemente colorido, enquanto os juvenis apresentam manchas no flanco e região posterior da cauda (BRITSKI et al., 1988).

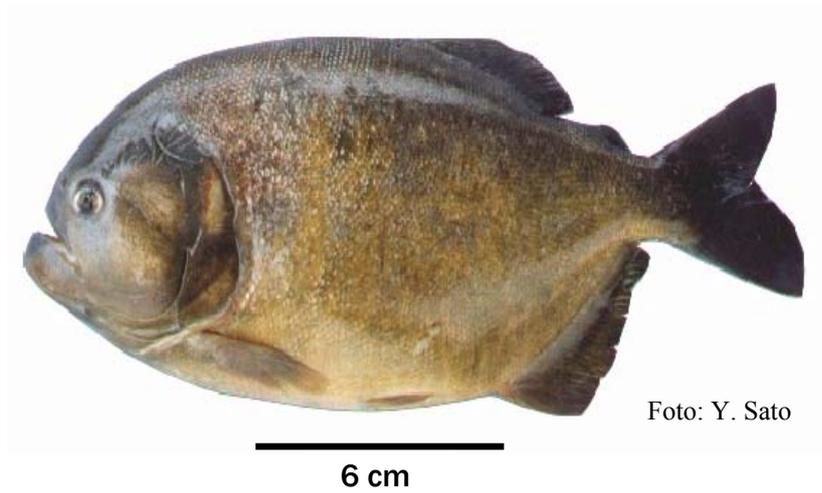


Figura 1. Espécime adulto de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros

Para investigação dos parasitos metazoários, 108 espécimes de *P. piraya* foram coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), região do Alto Rio São Francisco, Município de Três Marias, Estado de Minas Gerais no período compreendido entre julho a agosto de 2004 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso). As coletas dos peixes foram realizadas com o auxílio de rede de espera, colocadas na noite anterior por pescadores da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (EPT/CODEVASF).

Os espécimes de *P. piraya* coletados foram identificados e classificados segundo Britski et al. (1988) e Jegú (2003), respectivamente. Os espécimes foram imediatamente necropsiados no Laboratório de Ictiologia da EPT/CODEVASF. O comprimento total e o peso foram anotados em formulários de necropsia para peixes (ANEXO I) seguindo protocolos de Amato et al. (1991) e o sexo de cada peixe anotado durante a necropsia após exame de gônadas.

2.4 Características da amostra dos hospedeiros

Os hospedeiros foram pesados com balança Filizola, medidos com ictiômetro ou régua milimetrada e o sexo anotado nos formulários após observação das gônadas durante as necropsias. Foram coletados 108 espécimes de *P. piraya*, sendo 56 machos, com comprimento total médio $18,1 \pm 4,4$ cm (11,1 a 30,5 cm) e peso médio $169,8 \pm 180,1$ g (21,0 a 835,0 g) e 52 fêmeas com comprimento total médio $21,4 \pm 6,0$ cm (13,0 a 34,0 cm) e peso $323,4 \pm 308,4$ g (40,0 a 1225,0 g). Na estiagem, foram coletadas 53 piranhas, sendo 31 machos com comprimento total médio $16,8 \pm 5,1$ cm (11,1 a 30,5 cm) e peso médio $160,8 \pm 224,51$ g (21,0 a 835,0 g) e 22 fêmeas com comprimento médio $18,8 \pm 6,2$ cm (13,2 a 32,0 cm) e peso médio $244,2 \pm 320,0$ g (48,9 a 967,0 g). No período chuvoso, 55 piranhas foram coletadas, sendo 25 machos com comprimento total médio $19,5 \pm 3,0$ cm (14,5 a 23,6 cm) e peso médio $181 \pm 105,3$ (46 a 390 g) e 30 eram fêmeas com comprimento médio $23,2 \pm 5,2$ cm (13,0 a 34,0 cm) e peso médio $381,5 \pm 291,3$ cm (40,0 a 1225,0 g). As fêmeas foram maiores e mais pesadas do que os machos tanto no período integral de coleta, quanto no período chuvoso ($t = 3,25$, $p = 0,001$; $t = 3,19$, $p = 0,002$, $t = 3,09$, $p = 0,003$; $t = 3,26$, $p = 0,002$, respectivamente), enquanto no período de estiagem não houve diferença do tamanho e do peso entre os hospedeiros machos e fêmeas ($t = 1,27$, $p = 0,20$; $t = 1,11$, $p = 0,27$, respectivamente).

2.5 Necropsia dos hospedeiros

A necropsia dos espécimes de *P. piraya* seguiu procedimentos descritos no capítulo I.

2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos

Para apresentação dos respectivos grupos de parasitos no decorrer do capítulo foram citados primeiramente os ectoparasitos e posteriormente os endoparasitos.

Espécimes de Monogenea, Copepoda, Isopoda, Branchiura, Digenea, Eucestoda, e Nematoda foram coletados e em seguida fixados e processados para identificação ou determinação de acordo com metodologias para estudo dos parasitos de peixes (AMATO et al., 1991; EIRAS et al., 2000), conforme procedimentos descritos no capítulo I.

2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos

Os Monogenea foram identificados de acordo com Mizelle e Price (1965), Kritsky et al. (1979, 1988, 1992, 1997a,b), Boeger e Kritsky (1988), Boeger et al. (1995a,b), Domingues

e Boeger (2005) e Thatcher et al. (2006) e foram classificados de acordo com Bush et al. (2001).

Os Copepoda foram identificados segundo Thatcher e Boeger (1983, 1984). Malta (1993), Varela e Malta (2001), Thatcher (2006) e Santos et al. (2007) e foram classificados de acordo com Thatcher (2006).

A identificação dos Branchiura seguiu Malta (1983, 1998), Malta e Varela (2000), Thatcher (2006) e a classificação seguiu Thatcher (2006).

A identificação dos Isopoda seguiu Lemos de Castro (1959), Lemos de Castro e Loyola e Silva (1985) e Thatcher (2006) e a classificação seguiu Thatcher (2006).

A metacercária de Digenea foi identificada e classificada de acordo com Gibson et al. (2002).

A classificação dos plerocercóides de Eucestoda seguiu Rego (1994).

Os Nematoda foram identificados de acordo com Travassos et al. (1928), Vaz e Pereira (1934), Vicente et al. (1985), Moravec (1998), Moravec et al. (1993) e Vicente e Pinto (1999). A classificação seguiu Bush et al. (2001).

2.8 Análise estatística e estrutura da comunidade parasitária

2.8.1 Comunidade componente

Os testes estatísticos somente foram aplicados para as espécies de parasitos que apresentaram prevalência parasitária igual ou superior a 10% seguindo a recomendação de Bush et al. (1990).

Os descritores ecológicos, como prevalência, intensidade média e abundância média, utilizados nos resultados parasitológicos seguiram Bush et al. (1997).

A dominância nas comunidades, baseada na proporção de peixes infectados/infestados foi testada pelo índice de Simpson (C) (STONE; PENCE, 1978), com a dominância sendo assumida com valores maiores ou iguais a 0,25.

A frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média (número de espécimes de uma espécie dividido pelo número total de espécimes de todas as espécies na infracomunidade) de cada espécie de parasito foram calculadas de acordo com Rhode et al. (1995).

O quociente entre a variância e abundância parasitária média (índice de dispersão, ID) foi calculado para cada espécie de parasito com o objetivo de determinar seu padrão de distribuição, sendo sua significância testada através do teste estatístico d (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). Segundo estes autores, há distribuição agregada ou superdispersa (modelo de distribuição binomial negativo), padrão comum em estudos de parasitos de peixes ocorre quando o valor do ID é maior do que um; há distribuição uniforme, quando o índice de dispersão é menor que um e há distribuição aleatória (distribuição de Poisson) quando o ID é igual a um.

O teste Qui-quadrado, X^2 , com correção de Yates e tabela de contingência 2x2, foi utilizado para verificar a influência do sexo e da época de coleta (considerando o período integral ou os períodos isolados: estiagem ou chuvoso) sobre a prevalência dos parasitos. O coeficiente de correlação por postos de Spearman, r_s , foi utilizado para avaliar possíveis correlações entre o comprimento total dos hospedeiros e a intensidade, abundância, riqueza e diversidade parasitária. O coeficiente de correlação de Pearson, r , foi usado para avaliar a correlação entre a prevalência parasitária (com prévia transformação angular dos dados) em relação às classes de tamanho dos hospedeiros, estimadas pela fórmula de Sturges (STURGES, 1926). O teste U de Mann-Whitney foi utilizado para avaliar possíveis diferenças entre a intensidade e abundância parasitária em relação ao sexo e época de coleta (período integral e período isolado) dos hospedeiros no Reservatório de Três Marias. O teste t de

“Student” foi usado para verificar possíveis diferenças entre o peso e o tamanho dos hospedeiros em relação ao sexo dos mesmos.

As análises estatísticas aplicadas as infrapopulações e comunidade parasitárias seguiram Zar (1996). O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

Várias classificações para as espécies da comunidade parasitária foram utilizadas. As espécies de parasitos foram classificadas dentro da comunidade segundo o seu valor de importância em: espécies centrais (espécie presente em mais de 66,6% do total de peixes examinados), espécies secundárias (espécies presentes entre 33,3% e 66,6% da amostra) e espécies satélites (inferior a 33,3% da amostra de hospedeiros), baseado em Caswell (1978) e Hanski (1982) citados por Bush e Holmes (1986). Seguindo classificação proposta por Esch et al. (1988) foram consideradas espécies autogênicas àquelas que completam seu ciclo de vida exclusivamente no ambiente aquático e espécies alogênicas as espécies que envolvem organismos fora do ambiente aquático para completarem seu ciclo vital. Segundo a classificação de Bush e Holmes (1986) foram consideradas espécies especialistas àquelas registradas em hospedeiros relacionados taxonomicamente em sua distribuição geográfica conhecida e foram consideradas espécies generalistas àquelas registradas em hospedeiros de várias famílias não relacionadas taxonomicamente e geralmente de distribuição geográfica conhecida ampla. De acordo com Holmes e Price (1986) a comunidade parasitária pode ser classificada em isolacionista, quando não apresenta ou apresenta poucas espécies centrais, além de apresentar poucas relações interespecíficas e interativas quando apresentam elevado número de espécies centrais e de associações interespecíficas.

2.8.2 Infracomunidades parasitárias

Foram calculados os descritores comunitários do parasitismo como a abundância parasitária média, riqueza parasitária, riqueza parasitária média, diversidade parasitária de Shannon-Weaner (H'), equitabilidade de Hill modificado (E) e dominância numérica de Berger-Parker (D_{bp}). Para o cálculo desses índices foi utilizado o programa computacional DivEs (RODRIGUES, 2005). A riqueza em espécies refere-se ao número total de espécies de parasitos nas infracomunidades. A riqueza e a diversidade parasitárias de cada infracomunidade foram verificadas em relação ao comprimento total (correlação por postos de Spearman - r_s), sexo e época de coleta dos hospedeiros (teste U de Mann-Whitney). A dominância numérica de Berger-Parker baseada nas infracomunidades parasitárias foi calculada a partir das respectivas abundâncias (MAGURRAN, 1988).

O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

2.9 Depósito dos espécimes

Espécimes representativos de *P. piraya* foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, N° 95149. Espécimes-tipo ou espécimes representativos dos parasitos de *P. piraya* foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), no Rio de Janeiro, conforme numeração apresentada nos resultados.

3 RESULTADOS

3.1 Estrutura da comunidade parasitária

Dos 108 espécimes de *P. piraya* coletados, 56 (51,85%) eram machos e 52 (48,15%) eram fêmeas. Todos os machos e todas as fêmeas estavam parasitados por pelo menos duas espécies de parasitos. Ao todo, foram encontradas vinte espécies de parasitos metazoários, tendo sido dez de ectoparasitos e dez de endoparasitos, os quais totalizaram 7450 espécimes e média de 69 parasitos por peixe.

Dos 7465 espécimes de parasitos coletados, 6728 (90,1%) eram ectoparasitos e 737 (9,9%) endoparasitos, sendo 378 (5,1%) espécimes adultos, 358 (4,8%) espécimes larvais e um (0,01%) espécime juvenil (Figura 2).

Em Monogenea foram encontradas *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies) e uma espécie não identificada alocada em Gyrodactylidae.

Em Crustacea foram encontradas *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp. e *Ergasilus* sp., representantes de Copepoda; *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 representante de Isopoda e *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937 representante de Branchiura.

Entre os endoparasitos adultos foram encontradas três espécies de Nematoda: *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) e *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927).

Entre os endoparasitos larvais ou juvenis foram encontradas sete espécies, sendo uma de Digenea: *Austrodiplostomum* sp. (metacercária); uma de Eucestoda: espécie não identificada (plerocercóides) e cinco representantes de Nematoda: *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp., *Goezia* sp. e *Spinitectus rodolphiheringi* Vaz & Pereira, 1934 (espécime juvenil).

Os grupos taxonômicos de parasitos mais representativos foram Monogenea, Nematoda e Copepoda, com porcentagem de parasitismo de 94,4%, 94,4% e 93,5% e média de 41,2 (4203 espécimes), 6,72 (692) e 23,8 (2409) parasitos por peixe, respectivamente. Os espécimes de Isopoda e Branchiura constituíram grupos intermediários, com porcentagem de 41,7% e 33,3%, respectivamente, enquanto os Digenea e os Eucestoda e foram os grupos menos representativos na comunidade parasitária de *P. piraya* com porcentagem inferior a 10% (Figura 3).

Das 108 piranhas analisadas, 53 foram coletadas na seca e 58 na cheia. Nos dois períodos de coleta analisados e também no período integral de coleta o grupo de parasito metazoário com maior número de espécimes foi Monogenea, seguido de Copepoda e de Nematoda (Figura 4).

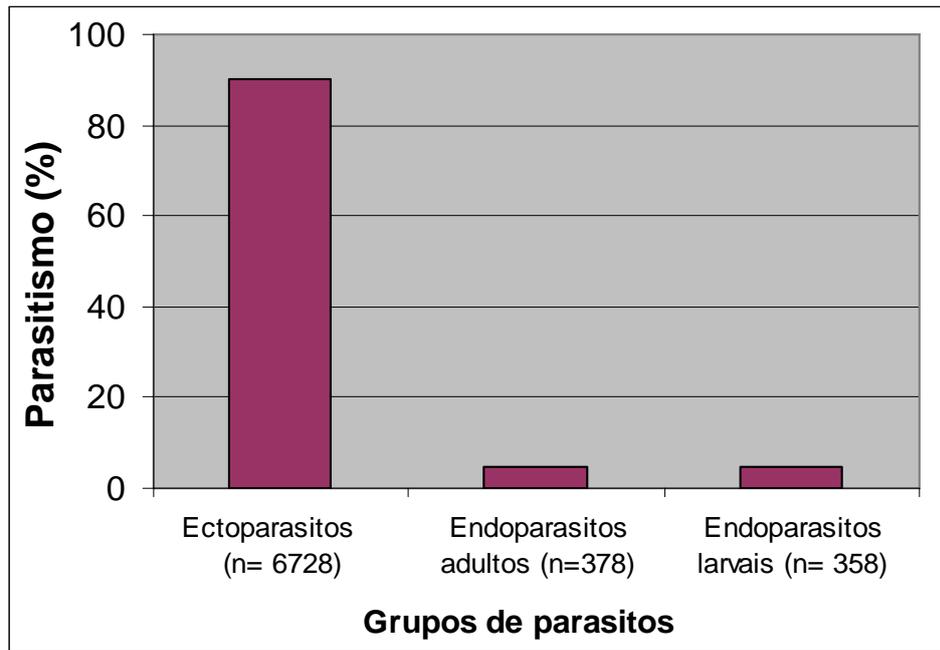


Figura 2. Representatividade dos tipos de parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

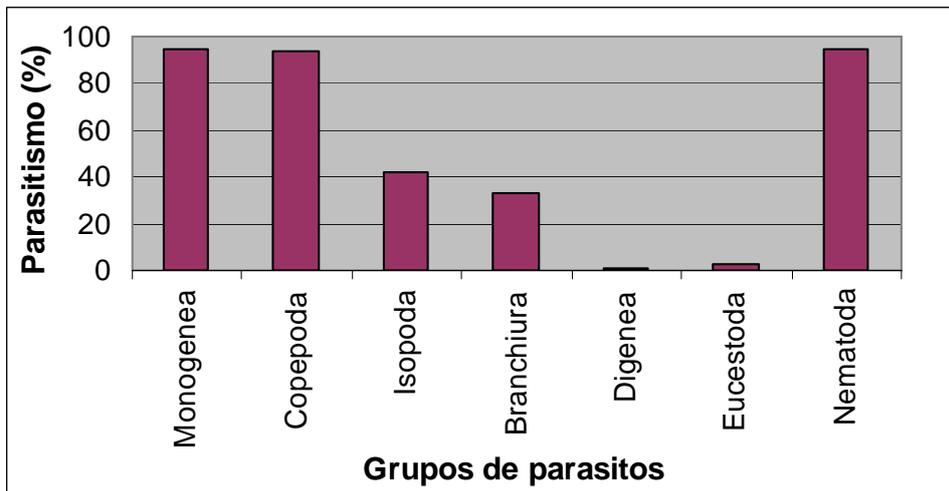


Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

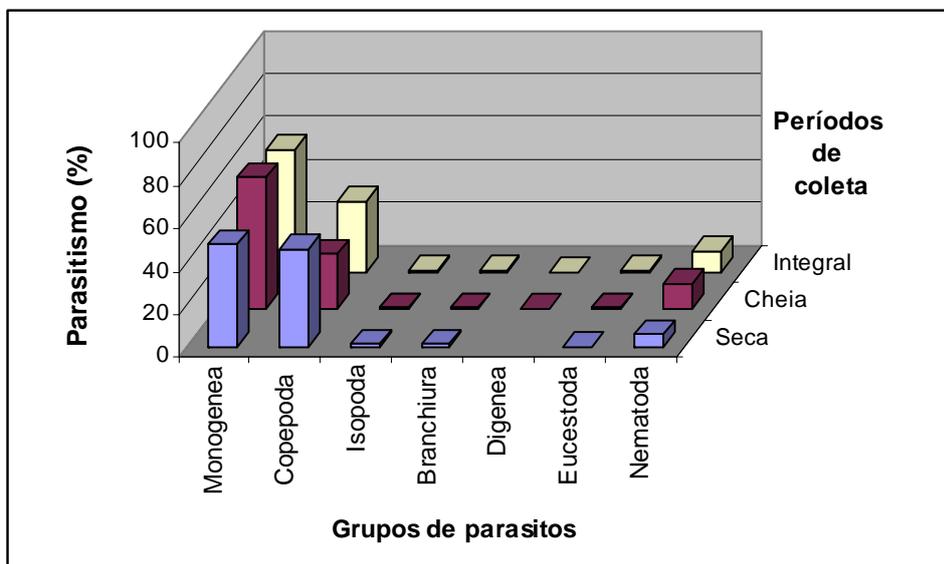


Figura 4. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Dentro da comunidade parasitária de *P. piraya* do Reservatório de Três Marias, o complexo *Anacanthorus* spp. constituiu o grupo de espécies mais prevalente e abundante (93,5% e 36,2, respectivamente), seguido de *B. bifurcatus* (92,6% e 21,8, respectivamente) e de *P. inopinatus* (85% e 2,64, respectivamente). A espécie com menor valor de prevalência e de abundância foi *Austrodiplostomum* sp. (0,9%, 0,009, respectivamente). Os valores de intensidade média dos parasitos encontrados variaram de 1,2 a 38,66 (Tabela 1).

Quanto ao valor de importância foram classificadas como espécies centrais: *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* e *P. inopinatus*; como espécies secundárias: *Amphithecium* sp., *B. fluviatilis*, *A. multicolor* e *Hysterothylacium* sp. e como espécies satélites: plerocercóides não identificados, *Austrodiplostomum* sp., *Rhinoxenus* sp., uma espécie não-identificada de Gyrodactylidae, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp., *C. fischeri*, *C. sentinosa*, *Contraecum* sp., *Spiroxys* sp., *Goezia* sp. e *S. rodolphiheringi*, cujos valores de prevalência estão indicados na tabela 1.

Não houve dominância na comunidade parasitária de *P. piraya* ($C= 0,11$), apesar de *Anacanthorus* spp. e *B. bifurcatus* terem apresentado valores de frequência de dominância mais elevados (Tabela 2).

Os componentes da comunidade parasitária de *P. piraya* apresentaram o típico padrão de distribuição agregado ou superdisperso, com exceção de *B. fluviatilis* e *A. multicolor* que apresentaram padrão de distribuição uniforme. Apesar de *C. fischeri* não ter apresentado resultado significativo em relação ao seu padrão de distribuição, sua amostra foi caracterizada como agregada ou superdispersa (Tabela 3).

Todas as espécies de parasitos encontradas no presente trabalho foram classificadas como autógenas, com exceção de *Austrodiplostomum* sp. e *Contraecum* sp., consideradas alogênicas.

Tabela 1. Prevalência (P), amplitude de intensidade (AI), intensidade média (IM) e abundância média (AM) acompanhados do respectivo desvio padrão (DP), valor de importância (VI) (C_E = central, S_A = satélite, S_E = secundária) e localização (B= brânquias, C= celoma, Ci= cecos intestinais, E= estômago, I_A = intestino anterior, I_M = intestino médio, I_P = intestino posterior, N= narinas, O= olhos, V_B = vesícula biliar) dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) no período integral de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	P (%)	AI	IM ± DP	AM ± DP	VI	Localização
Monogenea						
<i>Rhinoxenus</i> sp. CHIOC 35539	19,4	1-21	4,0±4,49	0,78±2,51	S_A	N
<i>Amphithecium</i> sp. CHIOC 35538	39,8	1-32	4,77±5,35	1,90±4,10	S_E	B
<i>Anacanthorus</i> spp. CHIOC 35537	93,5	2-244	38,66±43,01	36,16±42,66	C_E	B
Gyrodactylidae CHIOC 35540	8,3	1-4	1,50±1,22	0,08±0,43	S_A	B
Copepoda						
<i>Brasergasilus bifurcatus</i> CHIOC 36841, 36842-36844, 35502-35504	92,6	1-154	23,54±27,38	21,79±27,06	C_E	B, N
<i>Gamidactylus</i> sp. CHIOC 36968	10,2	1-9	3,09±2,84	0,31±1,28	S_A	B, N
<i>Ergasilus</i> sp. CHIOC 35542	9,2	1-3	2,1±0,88	0,19±0,67	S_A	B
Isopoda						
<i>Braga fluviatilis</i> CHIOC 35543	41,7	1-3	1,29±0,55	0,54±0,73	S_E	B
Branchiura						
<i>Argulus multicolor</i> CHIOC 36956	33,3	1-5	1,61±1,02	0,54±0,96	S_E	B
Digenea						
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária)	0,9	1	1,0	0,009±0,09	S_A	O
Eucestoda						
Espécie não identificada (plerocercóides)	2,8	1-26	9,67±14,1	0,27±2,51	S_A	C, E, I_A , I_M
Nematoda						
<i>Procamallanus inopinatus</i> (adultos e larvas) CHIOC 36950	85,2	1-23	3,09±2,89	2,64±2,89	C_E	C, Ci, E, I_A , I_M , I_P
<i>Cystidicoloides fischeri</i> (adultos) CHIOC 35529a-b, ASCR 883	10,2	1-3	2,37±0,81	0,24±0,76	S_A	C, E, I_M
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i> (adultos) CHIOC 35544	27,8	1-9	2,4±2,24	0,66±1,59	S_A	C, Ci, E, I_A , I_M
<i>Hysterothylacium</i> sp. (larvas) CHIOC 36951	39,8	1-30	6,56±8,05	2,61± 5,99	S_E	C, E, I_A , I_M
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larvas) CHIOC 36952	6,4	1-3	1,86±1,07	0,12±0,52	S_A	C
<i>Spiroxys</i> sp. (larvas) CHIOC 36953	12,9	1-6	1,93±1,49	0,25±0,83	S_A	C, Ci, I_A , V_B
<i>Goezia</i> sp. (larvas) CHIOC 36954	4,6	1-2	1,2±0,45	0,05±0,27	S_A	C, E
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> (juvenil) CHIOC 36955	0,9	1	1,0	0,009±0,09	S_A	E

Tabela 2. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Frequência de dominância	Frequência de dominância compartilhada	Dominância relativa média \pm Desvio Padrão
<i>Rhinoxenus</i> sp.	0	1	0,017 \pm 0,056
<i>Amphithecium</i> sp.	0	0	0,026 \pm 0,046
<i>Anacanthorus</i> spp.	60	3	0,472 \pm 0,287
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	43	1	0,336 \pm 0,284
<i>Gamidactylus</i> sp.	0	0	0,006 \pm 0,035
<i>Braga fluviatilis</i>	0	1	0,019 \pm 0,055
<i>Argulus multicolor</i>	0	0	0,011 \pm 0,025
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0	1	0,056 \pm 0,069
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0	0	0,004 \pm 0,015
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	0	0	0,012 \pm 0,029
<i>Hysterothylacium</i> sp.	1	1	0,035 \pm 0,077
<i>Spiroxys</i> sp.	0	0	0,006 \pm 0,024

Tabela 3. Valores do índice de dispersão e do estatístico *d* dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Índice de dispersão	<i>d</i>
<i>Rhinoxenus</i> sp.	4,091	14,994*
<i>Amphithecium</i> sp.	4,623	16,272*
<i>Anacanthorus</i> spp.	25,405	59,139*
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	16,953	45,638*
<i>Gamidactylus</i> sp.	2,626	9,111*
<i>Braga fluviatilis</i>	0,499	-4,258
<i>Argulus multicolor</i>	0,868	-0,965
<i>Procamallanus inopinatus</i>	1,648	4,186*
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	1,209	1,494
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	1,910	5,623*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	6,928	23,909*
<i>Spiroxys</i> sp.	1,401	2,719*

* valores significativos: $d > 1,96$

3.2 Infracomunidades parasitárias

Foi coletado um total de 7465 espécimes parasitando *P. piraya*, com média $69,1 \pm 49,0$ parasitos por infracomunidade e amplitude de 1-244 parasitos por hospedeiro.

A comunidade parasitária de *P. piraya* apresentou $H' = 0,59$, $D_{bp} = 0,52$ e $E = 2,05$. A riqueza parasitária média e a abundância parasitária média foram $5,4 \pm 1,8$ e $69,1 \pm 49,0$, respectivamente. A riqueza e a abundância parasitárias mostraram-se correlacionadas positivamente com o comprimento total ($r_s = 0,28$, $p = 0,002$; $r_s = 0,26$, $p = 0,007$, respectivamente), mas não com o sexo dos hospedeiros ($U = 1452,0$, $p = 0,98$; $U = 1278,0$, $p = 0,27$, respectivamente).

Dos 108 espécimes de *P. piraya* analisados, todos estavam parasitados por pelo menos duas espécies de parasitos. Desse total de peixes, dois espécimes de *P. piraya* estavam parasitados com duas espécies de parasitos (1,9%), 13 com três (12,0%), 23 com quatro (21,3%), 21 com cinco (19,5%), 16 com seis (14,8%), 25 com sete (23,1%), cinco com oito (4,6%), dois com nove (1,9%) e um com 11 espécies de parasitos (0,9%) (Figura 5).

As infracomunidades parasitárias apresentaram diversidade média $0,42 \pm 0,16$. A infracomunidade com maior diversidade $H' = 0,79$, apresentou 11 espécies de parasitos e $E = 3,29$. Não houve infracomunidade parasitária com diversidade mínima ($H' = 0$).

Ocorreram 32 associações possíveis na comunidade parasitária de *P. piraya*, sendo que, cinco pares de parasitos (três pares de ectoparasitos, um par de endoparasitos adultos e um par de endoparasitos larvais) apresentaram correlação entre prevalências e abundância parasitária ou somente entre suas abundâncias (Tabela 4).

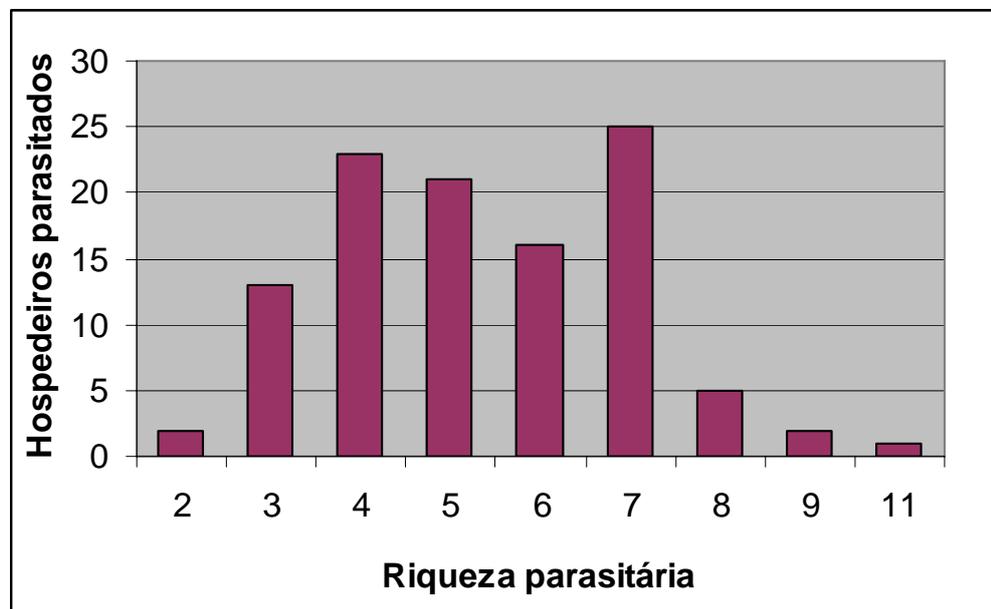


Figura 5. Distribuição da riqueza parasitária de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 4. Análise dos descritores parasitários das espécies co-ocorrentes em *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Pares de espécies	Prevalência		Abundância	
	χ^2	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>
Ectoparasitos				
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Amphithecium</i> sp.	0,85	0,35	-0,11	0,27
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Anacanthorus</i> spp.	0,72	0,39	0,10	0,29
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,17	0,68	-0,13	0,18
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Gamidactylus</i> sp.	7,30	0,007*	0,33	0,0005*
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Braga fluviatilis</i>	0,74	0,39	0,06	0,52
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Argulus multicolor</i>	0,07	0,80	-0,11	0,24
<i>Amphithecium</i> sp. - <i>Anacanthorus</i> spp.	1,06	0,30	0,26	0,007*
<i>Amphithecium</i> sp. – <i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,26	0,61	-0,01	0,86
<i>Amphithecium</i> sp. – <i>Gamidactylus</i> sp.	0,06	0,80	-0,08	0,40
<i>Amphithecium</i> sp. – <i>Braga fluviatilis</i>	0,05	0,82	0,01	0,89
<i>Amphithecium</i> sp. – <i>Argulus multicolor</i>	0,24	0,63	0,09	0,34
<i>Anacanthorus</i> spp. – <i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,52	0,47	-0,18	0,05
<i>Anacanthorus</i> spp. – <i>Gamidactylus</i> sp.	0,07	0,78	0,05	0,63
<i>Anacanthorus</i> spp. – <i>Braga fluviatilis</i>	0,21	0,64	-0,12	0,20
<i>Anacanthorus</i> spp. – <i>Argulus multicolor</i>	3,23	0,07	-0,14	0,13
<i>Brasergasilus bifurcatus</i> – <i>Gamidactylus</i> sp.	0,05	0,82	0,13	0,17
<i>Brasergasilus bifurcatus</i> - <i>Braga fluviatilis</i>	0,01	0,90	-0,13	0,18
<i>Brasergasilus bifurcatus</i> – <i>Argulus multicolor</i>	0,83	0,36	0,20	0,04*
<i>Gamidactylus</i> sp. - <i>Braga fluviatilis</i>	2,47	0,12	0,15	0,10
<i>Gamidactylus</i> sp. – <i>Argulus multicolor</i>	0,05	0,81	-0,06	0,52
<i>Braga fluviatilis</i> – <i>Argulus multicolor</i>	0,00	1,00	0,02	0,81
Endoparasitos adultos				
<i>Procamallanus inopinatus</i> – <i>Cystidicoloides fischeri</i>	0,32	0,57	-0,04	0,66
<i>Procamallanus inopinatus</i> – <i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	0,75	0,39	-0,10	0,30
<i>Cystidicoloides fischeri</i> – <i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	5,99	0,01*	0,24	0,01*
Endoparasitos larvais				
<i>Hysterothylacium</i> sp. – <i>Spiroxys</i> sp.	0,01	0,91	0,25	0,009*

*valores significativos: $p < 0,05$; χ^2 : qui-quadrado com correção de Yates; r_s : correlação por postos de Spearman.

3.3 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

3.3.1 Possível influência do sexo dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Foram analisados 52 fêmeas e 56 machos de *P. piraya*, cuja prevalência, intensidade e abundância média dos parasitos encontrados estão ilustradas na Tabela 5. As fêmeas apresentaram diversidade média $0,39 \pm 0,17$ (0,05 – 0,75) e riqueza $5,44 \pm 1,76$ (2 – 10 espécies). Os machos $0,45 \pm 0,15$ (0,10 – 0,79) e $5,46 \pm 1,78$ (2 – 11), respectivamente. Apesar dos machos terem apresentado diversidade maior que as fêmeas, o teste *U* indicou que esse descritor ecológico foi independente do sexo dos hospedeiros ($U = 1174,0$, $p = 0,08$), assim como a riqueza parasitária ($U = 1452,0$, $p = 0,98$).

As fêmeas de *P. piraya* foram significativamente mais parasitadas pelas larvas de *Hysterothylacium* sp. do que os machos (Tabela 5). Em relação a outras espécies de parasitos analisadas não houve interferência do sexo sobre os índices parasitários (Tabela 6).

Tabela 5. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) examinados por sexo do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Monogenea						
<i>Rhinoxenus</i> sp.	21,4	17,3	5,2	2,3	1,1	0,4
<i>Amphithecium</i> sp.	46,4	32,7	5,1	4,2	2,4	1,4
<i>Anacanthorus</i> spp.	91,1	96,1	30,0	47,5	27,3	45,6
Gyrodactylidae	7,1	3,8	1,7	1,0	0,1	0,04
Copepoda						
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	92,8	92,3	23,5	23,5	21,8	21,7
<i>Gamidactylus</i> sp.	14,3	5,8	3,6	1,7	0,5	0,09
<i>Ergasilus</i> sp.	8,9	9,6	2,4	1,8	0,2	0,2
Isopoda						
<i>Braga fluviatilis</i>	44,6	38,5	1,0	1,6	0,4	0,6
Branchiura						
<i>Argulus multicolor</i>	28,6	38,5	1,6	1,6	0,4	0,6
Digenea						
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	-	0,9%	-	1,0	-	0,009
Eucestoda						
Plerocercóides	1,8	3,8	26,0	1,5	0,5	0,04
Nematoda						
<i>Procamallanus inopinatus</i>	85,7	80,8	2,7	3,6	2,3	2,9
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	10,7	9,6	2,2	2,6	0,2	0,25
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	26,8	28,9	2,9	1,9	0,8	0,5
<i>Hysterothylacium</i> sp.	28,6	51,9	8,4	5,4	2,4	2,8
<i>Contraecum</i> sp. Tipo 1	7,1	5,3	2,0	1,7	0,14	0,09
<i>Spiroxys</i> sp.	12,5	13,5	1,8	2,0	0,23	0,27
<i>Goezia</i> sp.	1,8	7,7	1,0	1,25	0,02	0,09
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	1,8	-	1,0	-	0,02	-

Tabela 6. Análise dos índices parasitários sob possível influência do sexo de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	X^2	p	U	p	U	p
<i>Rhinoxenus</i> sp.	0,08	0,76	29,50	0,08	1371,50	0,59
<i>Amphithecium</i> sp.	1,59	0,21	216,0	0,91	1251,00	0,20
<i>Anacanthorus</i> spp.	0,46	0,49	1137,50	0,35	1244,50	0,19
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,01	0,91	1069,00	0,21	1269,00	0,25
<i>Gamidactylus</i> sp.	1,30	0,25	8,500	0,49	1328,50	0,41
<i>Braga fluviatilis</i>	0,21	0,64	231,50	0,67	1347,50	0,50
<i>Argulus multicolor</i>	0,78	0,38	142,00	0,57	1305,50	0,34
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0,19	0,67	889,00	0,19	1361,50	0,56
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0,03	0,85	11,50	0,58	1443,50	0,94
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	0,0005	0,98	98,50	0,57	1440,00	0,92
<i>Hysterothylacium</i> sp.	5,20	0,02*	186,50	0,46	1145,50	0,05
<i>Spiroxys</i> sp.	0,02	0,89	15,00	0,27	1425,00	0,84

* valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste Mann-Whitney.

3.3.2 Possível influência do comprimento total dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

A prevalência e abundância parasitária de *Rhinoxenus* sp. e de *Gamidactylus* sp. foram mais elevadas em peixes de menor comprimento total (correlação negativa); ao contrário dos índices parasitários de *Amphithecium* sp. (intensidade e abundância), *Anacanthorus* spp. (abundância), *C. senticosa* (abundância) e *Hysterothylacium* sp. (intensidade e abundância) que foram mais elevadas em peixes maiores (correlação positiva) (Tabela 7). A diversidade das infracomunidades não esteve correlacionada com o comprimento total dos hospedeiros ($r_s = 0,02$, $p = 0,82$), ao contrário da riqueza parasitária ($r_s = 0,28$, $p = 0,002$).

Tabela 7. Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	r	p	r_s	p	r_s	p
<i>Rhinoxenus</i> sp.	-0,81	0,01*	0,22	0,32	-0,24	0,01*
<i>Amphithecium</i> sp.	0,58	0,13	0,56	0,001*	0,26	0,007*
<i>Anacanthorus</i> spp.	0,55	0,16	0,22	0,02*	0,24	0,01*
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	-0,42	0,30	-0,15	0,13	-0,15	0,12
<i>Gamidactylus</i> sp.	-0,86	0,006*	-0,34	0,29	-0,24	0,01*
<i>Braga fluviatilis</i>	-0,38	0,39	-0,05	0,73	-0,19	0,05
<i>Argulus multicolor</i>	0,35	0,40	0,13	0,44	0,11	0,26
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0,43	0,28	0,10	0,33	0,10	0,29
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0,06	0,88	0,24	0,46	0,10	0,26
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	0,60	0,11	0,07	0,70	0,37	<0,0001*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,68	0,06	0,50	0,0005*	0,38	<0,0001*
<i>Spiroxys</i> sp.	-0,14	0,74	-0,009	0,97	0,001	0,99

*valores significativos: $p < 0,05$; r : correlação de Pearson; r_s : correlação por postos de Spearman.

3.3.3 Possível influência da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Foram coletadas 53 piranhas na seca e 55 na cheia, totalizando 108 espécimes, cujos índices parasitários estão ilustrados na Tabela 8. Os peixes analisados na seca apresentaram diversidade parasitária média $0,39 \pm 0,14$ ($0,05 - 0,75$) e riqueza parasitária média $4,7 \pm 1,4$ (2 – 9 espécies de parasitos). Os peixes coletados na cheia apresentaram $0,44 \pm 0,17$ ($0,07 - 0,79$) e $6,12 \pm 1,78$ (3 – 11 espécies), respectivamente. A riqueza parasitária esteve correlacionada significativamente com a época de coleta ($U = 805,5$, $p < 0,0001$), ao contrário da diversidade parasitária ($U = 1236,0$, $p = 0,17$).

Amphithecium sp., *Anacanthorus* spp., *P. inopinatus*, *C. sentinosa* e *Hysterothylacium* sp. apresentaram alguns de seus índices parasitários correlacionados significativamente com a época chuvosa (Tabela 9), enquanto *A. multicolor* foi mais prevalente no período de estiagem. Na estiagem, a prevalência e a abundância de *P. inopinatus* foram mais elevadas em peixes fêmeas, assim como a prevalência de *Hysterothylacium* sp.. Em relação ao período chuvoso, a abundância de *P. inopinatus* foi significativamente mais elevada nas fêmeas (Tabela 10). Na estiagem, dois (3,8%) peixes estavam parasitados com duas espécies de parasitos, nove (17,0%) com três espécies, quatorze (26,4%) com quatro e com cinco espécies, oito (15,1%) com seis, cinco (9,4%) com sete e um (1,9%) com nove espécies de parasitos. No período chuvoso, quatro (7,3%) peixes estavam parasitados com três espécies de parasitos, nove (16,4%) com quatro, sete (12,7%) com cinco, oito (14,5%) com seis, vinte (36,4%) com sete, cinco (9,1%) com oito, um (1,8%) com nove e um (1,8%) com onze espécies de parasitos metazoários (Figura 6).

Tabela 8. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em seus respectivos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média	
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso
Monogenea						
<i>Rhinoxenus</i> sp.	28,3	10,9	4,0	4,0	1,1	0,4
<i>Amphithecium</i> sp.	30,2	49,1	2,2	6,2	0,7	3,1
<i>Anacanthorus</i> spp.	88,7	92,2	24,0	51,4	21,3	50,5
Gyrodactylidae	3,8	7,3	2,5	1,0	0,09	0,07
Copepoda						
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	92,4	92,7	23,3	23,8	21,5	22,0
<i>Gamidactylus</i> sp.	15,1	5,4	3,4	2,3	0,5	0,1
<i>Ergasilus</i> sp.	1,9	16,7	1,0	2,2	0,02	0,4
Isopoda						
<i>Braga fluviatilis</i>	45,3	38,2	1,2	1,4	0,5	0,5
Branchiura						
<i>Argulus multicolor</i>	39,6	27,3	1,4	1,9	0,6	0,5
Digena						
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	-	1,8	-	1,0	-	0,02
Eucestoda						
Plerocercóides	1,9	3,6	1,0	14,0	0,02	0,5
Nematoda						
<i>Procamallanus inopinatus</i>	81,1	85,4	2,7	3,6	2,1	3,1
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	5,7	14,5	2,0	2,5	0,1	0,4
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	7,5	47,3	1,0	2,6	0,07	1,2
<i>Hysterothylacium</i> sp.	17,0	61,8	1,7	7,8	0,3	4,8
<i>Contraecaecum</i> sp. Tipo 1	1,9	10,9	1,0	2,0	0,02	0,2
<i>Goezia</i> sp.	-	9,1	-	1,2	-	0,1
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i>	1,9	1,0	0,02	-	-	-

Tabela 9. Análise dos índices parasitários sob possível influência do período de coleta (estiagem e chuvoso) de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	X^2	p	U	p	U	p
<i>Rhinoxenus</i> sp.	3,43	0,06	37,00	0,57	1212,00	0,12
<i>Amphithecium</i> sp.	3,27	0,07	85,000	0,001*	1051,00	0,01*
<i>Anacanthorus</i> spp.	2,61	0,11	712,50	0,0002*	762,50	<0,0001*
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,003	0,96	1200,0	0,73	1412,00	0,78
<i>Gamidactylus</i> sp.	1,78	0,18	10,00	0,77	1319,00	0,37
<i>Braga fluviatilis</i>	0,30	0,58	249,50	0,96	1351,50	0,51
<i>Argulus multicolor</i>	3,89	0,04*	130,50	0,54	1188,50	0,09
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0,006	0,93	751,00	0,01*	1143,00	0,05
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0,32	0,56	12,50	0,85	1352,00	0,60
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	19,29	<0,0001*	-	-	852,50	0,0002*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	21,54	<0,0001*	146,00	0,59	839,00	0,0001*
<i>Spiroxys</i> sp.	0,62	0,43	11,00	0,24	1318,00	0,37

* valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste de Mann-Whitney. - Não foi possível calcular, pois todos os peixes parasitados na seca apresentaram um espécime.

Tabela 10. Descritores parasitários nos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) sob possível influência do sexo de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Estiagem				Chuvoso			
	Prevalência		Abundância		Prevalência		Abundância	
	X^2	P	U	p	X^2	p	U	p
<i>Rhinoxenus</i> sp.	0,01	0,92	94,00	0,51	0,0006	0,99	353,00	0,79
<i>Amphithecium</i> sp.	0,007	0,93	320,00	0,70	3,06	0,08	268,50	0,07
<i>Anacanthorus</i> spp.	0,05	0,81	275,00	0,32	0,28	0,59	263,00	0,07
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	1,17	0,27	304,00	0,64	1,52	0,21	258,00	0,06
<i>Gamidactylus</i> sp.	1,44	0,22	274,50	0,29	0,09	0,75	350,00	0,91
<i>Braga fluviatilis</i>	0,10	0,75	296,00	0,53	0,01	0,90	354,50	0,82
<i>Argulus multicolor</i>	2,60	0,10	237,50	0,09	0,07	0,77	352,00	0,78
<i>Procamallanus inopinatus</i>	3,8	0,04*	216,00	0,03*	0,80	0,37	242,50	0,03*
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	0,27	0,59	316,50	0,80	0,22	0,63	340,00	0,62
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	0,27	0,59	317,00	0,81	0,79	0,37	305,00	0,27
<i>Hysterothylacium</i> sp.	3,89	0,04*	243,00	0,10	0,02	0,86	364,50	0,96
<i>Spiroxys</i> sp.	0,14	0,70	308,50	0,69	0,03	0,86	352,50	0,95

*valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste de Mann-Whitney.

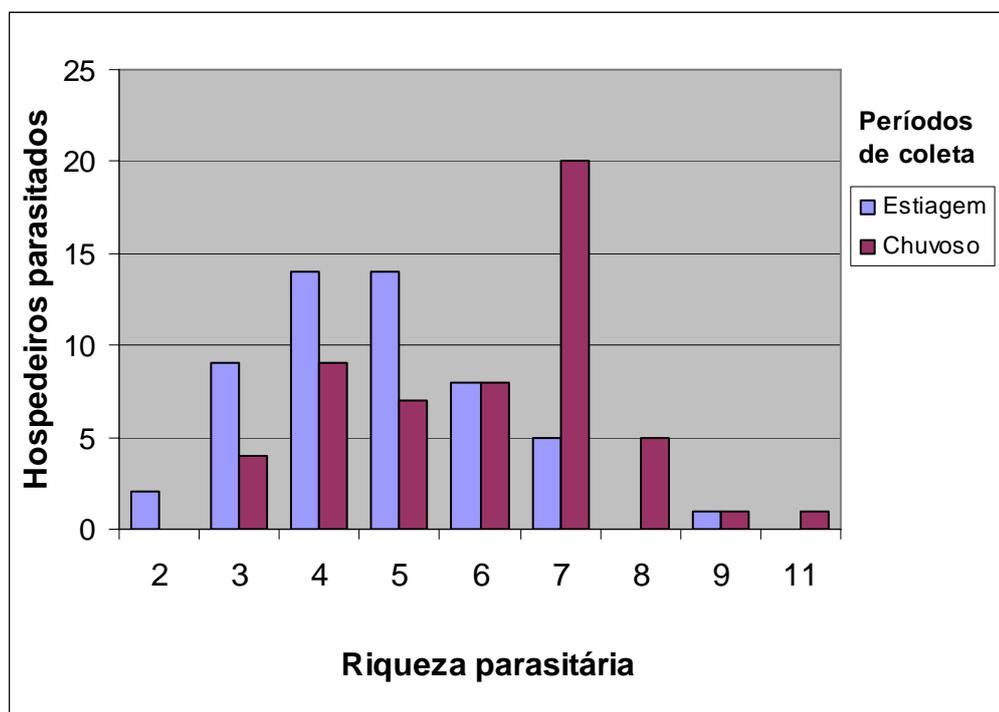


Figura 6. Distribuição da riqueza parasitária de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

4 DISCUSSÃO

4.1 Composição da fauna parasitária

A fauna parasitária de *P. piraya* do Reservatório de Três Marias foi composta por pelo menos onze espécies de ectoparasitos: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies), uma espécie não identificada alocada em Gyrodactylidae, *B. bifurcatus*, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp., *B. fluviatilis* e *A. multicolor* e dez espécies de endoparasitos, sendo três espécies com espécimes adultos: *P. inopinatus*, *C. fischeri* e *C. sentinosa*; seis espécies com espécimes larvais: *Austrodiplostomum* sp. e plerocercóides não identificados, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp., *Spiroxys* sp., *Goezia* sp., e uma espécie cujo espécime era juvenil: *S. rodolphiheringi*. Não houve, portanto dominância dos ectoparasitos sobre os endoparasitos e vice-versa. Bell e Burt (1991) afirmaram que peixes piscívoros abrigam maior número de espécies de endoparasitos do que peixes não-piscívoros, devido ao fato destes peixes ocuparem posições superiores na cadeia alimentar, incluindo em sua dieta espécies de peixes menores (forrageiros) previamente infectados. Apesar de *P. piraya* ser peixe carnívoro predador que arranca pedaços de suas presas com seus dentes cortantes (BRITSKI et al., 1988), seis espécies de nematóides larvais foram encontradas, indicando que esta espécie pode constituir um hospedeiro paratênico ou ainda um hospedeiro intermediário caso venha a ser predado por uma ave piscívora. Segundo Santos e Brasil-Sato (2006) *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874), peixe endêmico da Bacia do Rio São Francisco e de hábito alimentar onívoro apresentou sua fauna parasitária com menor riqueza e diversidade comparada à *P. piraya*, carnívoro de topo de cadeia, oriundo da mesma bacia hidrográfica.

A comunidade parasitária de *P. piraya* esteve composta tanto por espécies autogênicas (aquelas espécies onde todas as etapas do ciclo de vida ocorrem no ambiente aquático) quanto por espécies alogênicas (quando seu ciclo de vida envolve organismos fora do ambiente aquático). Merece destaque como exemplo de espécie autogênica *P. inopinatus* (MORAVEC, 1998), cujo ciclo de vida envolve insetos aquáticos como hospedeiros intermediários e peixes como hospedeiros definitivos e como espécie alogênica *Contraecaecum* sp. (ANDERSON, 1992) e *Austrodiplostomum* sp. (GIBSON et al., 2002) cujos hospedeiros intermediários constituem os peixes e hospedeiros definitivos as aves piscívoras.

Segundo Alvim (1999) *P. piraya* caracteriza-se por ser primariamente piscívora, apresentando secundariamente insetos terrestres em seu conteúdo estomacal. Isto explica a presença de nematóides adultos e larvais na comunidade parasitária de *P. piraya*. Segundo Eiras (1994) os nematóides utilizam oligoquetas, crustáceos, larvas de insetos, principalmente efemerópteros e peixes como hospedeiros intermediários. A presença de *P. inopinatus* como espécie central na parasitofauna de *P. piraya* corrobora a hipótese de que estes peixes se alimentam de insetos aquáticos previamente infectados com as formas larvais deste nematóide e não só de peixes menores (forrageiros). Já a presença de *Anacanthorus* spp. e de *B. bifurcatus* também como espécies centrais aponta neste caso a característica especialista dos ectoparasitos em relação aos seus hospedeiros taxonomicamente relacionados (MIZELLE; PRICE, 1965; BOEGER; KRITSKY, 1988; KRITSKY et al., 1992).

A posição elevada de *P. piraya* na cadeia trófica pode justificar o encontro de outras espécies de endoparasitos adultos, tais como *C. fischeri* e *C. sentinosa*, que apesar de presentes foram consideradas espécies satélites.

4.2 Influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Segundo Dogiel (1961) a dinâmica da parasitofauna de peixes de água doce segue alguns princípios, tais como: o aumento da prevalência e intensidade do parasitismo com a idade do hospedeiro por simples acumulação; mudanças qualitativas na composição da fauna parasitária diretamente proporcional às mudanças na ecologia do hospedeiro com a idade; infestação inicial por ectoparasitos em peixes de menor comprimento total. Dogiel (1961) ainda destacou alguns fatores climáticos que afetam a parasitofauna, tais como: clima, presença ou ausência de hospedeiros intermediários, características da água, tipo de solo (sedimento) e velocidade da correnteza. Sendo assim, segundo este autor, uma mesma espécie de peixe pode apresentar diferentes parasitofaunas em suas diferentes áreas de distribuição geográfica.

Segundo Esch et al. (1988) o sexo do hospedeiro constitui fator importante no que diz respeito ao parasitismo. A não correlação entre o sexo dos hospedeiros e a diversidade parasitária indica que tanto peixes machos quanto fêmeas ocupam o mesmo habitat possuindo assim, uma dieta alimentar semelhante. Tanto no período integral de coleta, quanto no período de estiagem as fêmeas de *P. piraya* foram significativamente mais parasitadas pelas larvas de *Hysterothylacium* sp.. As fêmeas de *P. piraya* foram mais susceptíveis ao parasitismo na estiagem, provavelmente quando estavam se preparando para o período reprodutivo. No período integral de coleta não houve diferença estatisticamente significativa entre os índices parasitários de *P. inopinatus* em relação ao sexo dos mesmos; porém, analisando os períodos de coleta isoladamente, as fêmeas desta espécie de peixe foram mais parasitadas do que os machos, tanto na estiagem, quanto no período chuvoso. O estresse que ocorre nos peixes por ocasião da época reprodutiva torna-os predispostos a infecções, principalmente nas fêmeas, facilitando o aparecimento de algumas espécies e permitindo o aumento das infrapopulações de outras (PAVANELLI et al., 1997). Não houve diferença dos índices parasitários das demais espécies de parasitos em relação aos hospedeiros machos e fêmeas no período integral e nem nos períodos isolados de coleta.

Em relação ao comprimento total, é esperado que as infrapopulações aumentem à medida que o peixe cresce como resultado da simples acumulação. Para que isto ocorra é necessário que o parasito em questão seja de ciclo direto (ZELMER; ARAI, 1998). Isto explica a correlação positiva significativa encontrada em *Amphithecium* sp. e *Anacanthorus* spp. para os peixes de maior tamanho. A correlação negativa significativa encontrada em *Rhinoxenus* sp. e *Gamidactylus* sp. pode ser ocasionada segundo Dogiel (1961) pelas infestações iniciais de ectoparasitos em peixes de menor comprimento total. A abundância de *C. sentinosa* foi mais elevada em peixes de maior tamanho, assim como a intensidade e a abundância parasitárias das larvas de *Hysterothylacium* sp., fato que pode ser justificado pelo efeito cumulativo desses parasitos em seus hospedeiros. Segundo Paperna (1996) se as larvas não forem eliminadas pelo sistema imune do hospedeiro ou por algum sistema regulador da intensidade da parasitose, elas podem permanecer viáveis por muito tempo até alcançarem seus hospedeiros definitivos.

A presença de *Rhinoxenus* sp. exclusivamente nas narinas dos peixes confirma a teoria sobre a existência de uma alta especificidade parasitária em Monogenea parasitos de peixes (POULIN, 1992). De acordo com Thatcher et al. (2006) as sete espécies de *Rhinoxenus* descritas parasitam as fossas nasais de peixes Characiformes e *R. piranhus* parasitam exclusivamente as narinas de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1860. Segundo Malberg (1970) determinada espécie de Monogenea infesta frequentemente várias espécies de peixes do mesmo gênero e os parasitos que ocorrem em peixes de uma mesma família são taxonomicamente relacionados, em geral ao nível genérico. As espécies de *Amphithecium* e *Anacanthorus*, por exemplo, seguem este modelo; *Anacanthorus* spp. são parasitos das

brânquias de peixes Characiformes e *Amphithecium* spp. parasitam as brânquias de peixes da família Characidae, principalmente de peixes dos gêneros *Pygocentrus* e *Serrasalmus*, sendo mais específicos ainda (THATCHER et al., 2006). Alguns estudos têm sido conduzidos experimentalmente para avaliação da especificidade dos monogenéticos em peixes (CONE; BURT, 1982; SCOTT, 1982; BAKKE et al., 1991; JANSEN; BAKKE, 1995). Eiras (1994) citou a presença de oncomiracídeos mortos em infestações experimentais de peixes, indicando que a morte dos mesmos tenha ocorrido pela ausência do hospedeiro adequado (específico).

Os copépodes são ectoparasitos de ciclo de vida direto que parasitam ativamente seus hospedeiros. Dogiel (1961) afirma que o parasitismo por copépodes depende unicamente da aproximação com o hospedeiro. Assim, a elevada prevalência de *B. bifurcatus* nas piranhas analisadas, pode ter sido ocasionada pelo comportamento gregário de seus representantes conforme destacado por Braga (1975). De acordo com Kabata (1981) as variáveis abióticas do ambiente, como a temperatura, influenciam na presença e na reprodução de copépodes parasitos de peixes. Apesar disso, não houve diferença estatisticamente significativa entre os índices dos copépodes *B. bifurcatus* e *Gamidactylus* sp. em relação aos períodos de coleta.

De acordo com Bell e Burt (1991), a diversidade parasitária dos endohelmintos varia entre locais ou entre espécies de peixes estando relacionada com o tamanho, idade e dieta do hospedeiro. Segundo Guégan e Hugueny (1994) e Guégan et al. (1992) a riqueza e a diversidade são descritores freqüentemente relacionados com o tamanho dos peixes. No presente estudo, embora a diversidade parasitária de *P. piraya* não esteve correlacionada com o comprimento total dos hospedeiros, a riqueza e a abundância total média, aumentaram significativamente nos peixes maiores. Em relação aos endoparasitos, uma elevação dos índices parasitários pode ser resultado de mudanças comportamentais ou tróficas ao longo da vida do hospedeiro (ESCH et al., 1990), enquanto um aumento da riqueza dos ectoparasitos pode ser simplesmente resultado do maior oferecimento de espaço (habitat) (JANOVY; HARDIN, 1987).

Fryer (1968) verificou que branquiúros da África que vivem em ambientes onde há a penetração de luz na água, apresentam pigmentos no corpo para se protegerem dos raios luminosos. Como os representantes de *A. multicolor*, encontrados nas brânquias de *P. piraya*, apresentam pigmentação, provavelmente é conferida alguma proteção aos espécimes contra os raios luminosos que atravessam a água do reservatório, principalmente no período de estiagem onde a penetração de luz é mais intensa do que no período chuvoso (SAMPAIO; LÓPEZ, 2003). Embora não tenha sido estatisticamente verificada qualquer influência do sexo e do comprimento total dos hospedeiros sobre os descritores ecológico-parasitários de *A. multicolor*, verificou-se que sua prevalência foi significativamente mais elevada na época de estiagem. A baixa intensidade média deste argulídeo pode ser justificada pela ingestão de alguns destes espécimes por *P. piraya* (fato observado durante algumas necropsias). Sazima e Machado (1990) observaram que *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837 alimentaram-se de argulídeos, assim como Bistoni e Haro (1995) também verificaram este ectoparasito no conteúdo estomacal de *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1858.

Em relação à época de coleta dos hospedeiros, os ectoparasitos *Amphithecium* sp. e *Anacanthorus* spp. apresentaram intensidade e abundância mais elevadas na estação chuvosa. O aumento da temperatura, característico desta época de coleta parece ter causado a elevação destes índices, já que normalmente este fator abiótico favorece a reprodução dos monogenéticos (CHUBB, 1977 citado por EIRAS, 1994). Em relação aos endoparasitos, as transmissões de *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp. e *P. inopinatus* foram favorecidas na época chuvosa, já que alguns de seus descritores ecológico-parasitários mostraram-se mais elevados neste período. Segundo Moravec (1998) os fatores bióticos mais importantes no ciclo de vida dos nematóides são a presença e a densidade dos hospedeiros intermediários, assim como a relação trófica entre eles e seus hospedeiros definitivos. Segundo López e

Sampaio (2003) um dos fatores que afeta a composição e a abundância da comunidade zooplanctônica é o regime de chuvas e a temperatura, sendo que no período chuvoso a abundância de Copepoda, assim como de Cladocera, Protozoa e Rotifera, costuma ser mais elevada. Isso pode justificar a maior ocorrência destes endoparasitos no período chuvoso. O mesmo foi observado por Tanaka (2000) na planície de inundação do Rio Paraná, cuja transmissão de *P. inopinatus*, aos seus hospedeiros *S. marginatus* e *S. spilopleura* foi favorecida pela elevação do nível hidrológico, devido à maior abundância dos hospedeiros intermediários. Ainda na Bacia do Rio Paraná, Poi de Neiff e Carignan (1997) verificaram que em períodos de águas altas a densidade de macroinvertebrados aumenta como resultado da elevação do fluxo de água nas raízes e conseqüente aumento de nutrientes presos a estas.

Com exceção de *B. fluviatilis* e *A. multicolor* todas as espécies de parasitos encontradas apresentaram distribuição agregada ou superdispersa no hospedeiro, padrão entre os parasitos de peixes de água doce (ALMEIDA, 1998; BRASIL-SATO, 1999; MACHADO et al., 2000; GUIDELLI et al., 2003; SANTOS; BRASIL-SATO, 2006). Essa distribuição pode ser justificada pela heterogeneidade na susceptibilidade dos hospedeiros, altas taxas de reprodução dos hospedeiros, diferenças na habilidade dos hospedeiros para controlar (diminuir) a população dos parasitos seja por resposta imunológica ou outros mecanismos, pelos tipos de distribuição dos hospedeiros intermediários e pela dispersão espacial e temporal dos estágios infectantes (ANDERSON; GORDON, 1982). Segundo Anderson e Gordon (1982) esse tipo de distribuição é originado quando ocorre a mortalidade dos parasitos, referente à competição destes por alimento e espaço, processos dependentes da densidade populacional e até morte dos hospedeiros. Na distribuição agregada, poucos indivíduos da amostra de hospedeiros contêm muitos espécimes de parasitos, enquanto muitos hospedeiros não são infectados/infestados. *Braga fluviatilis* e *A. multicolor* apresentaram seus valores dos índices de dispersão menores que um, ou seja, um padrão uniforme de distribuição, indicando que os hospedeiros apresentaram número equitável de espécimes de parasitos (LUDWIG; REYNOLDS, 1988).

Rhinoxenus sp., girodactilídeos não identificados, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp., plerocercóides não identificados, metacercárias de *Austrodiplostomum* sp., *C. fischeri*, *C. sentinosa*, *Contraecum* sp., *Spiroxys* sp., *Goezia* sp. e *S. rodolphiheringi* foram consideradas espécies satélites no presente trabalho, devido aos baixos valores de prevalência encontrados. As baixas taxas de transmissão e menor potencial para colonizar *P. piraya* pelos endoparasitos, pode ser ocasionado por menor disponibilidade de contato com os hospedeiros intermediários, ou ainda, pode estar relacionado à maior patogenicidade destes parasitos acarretando uma resposta imunológica mais eficiente (GUIDELLI et al., 2003) o que possivelmente comprometeria as chances de transmissão desses parasitos para outros vertebrados, hospedeiros definitivos, através da utilização de um hospedeiro carnívoro, nesse caso, *P. piraya*.

As associações positivas significativas observadas para os pares de espécies de ectoparasitos *Rhinoxenus* sp. – *Gamidactylus* sp., *Amphithecium* sp. – *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* – *A. multicolor*; para as espécies de endoparasitos adultos *C. fischeri* – *C. sentinosa* e para as espécies de endoparasitos larvais *Hysterothylacium* sp. – *Spiroxys* sp., com correlações positivas entre suas prevalências e abundâncias podem indicar que estas espécies associadas tenham os mesmos requerimentos ecológicos; e dentre os endoparasitos provavelmente existam hospedeiros intermediários freqüentes e comuns para as espécies associadas como registrado na comunidade parasitária de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) do Rio Baía, planície de inundação do Alto Rio Paraná por Guidelli et al. (2003).

Brasil-Sato (2003) registrou uma espécie não determinada de *Braga* Schiödte & Meinert, 1881 e de *Brasergasilus* Thatcher & Boeger, 1983 em *P. piraya* do Reservatório de

Três Marias. Moreira (1994) registrou *P. inopinatus* neste mesmo hospedeiro desta mesma localidade. Com exceção de *P. inopinatus*, todas as outras encontradas constituem novo registro neste serrasalmíneo ampliando assim a lista de hospedeiros e conseqüentemente a distribuição geográfica conhecida para o Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Bacia do Rio São Francisco.

5 CONCLUSÕES

Não houve dominância entre as espécies da parasitofauna de *P. piraya* do Reservatório de Três Marias;

Houve predominância de espécies satélites na comunidade parasitária de *P. piraya*, caracterizando este serrasalmíneo como hospedeiro intermediário e paratênico das larvas de nematóides encontradas.

A fauna endoparasitária baseada em nematóides caracteriza a composição da dieta de *P. piraya* baseada primariamente em peixes forrageiros ou de peixes menores e secundariamente baseada em artrópodes;

A presença da única metacercária encontrada neste serrasalmíneo caracteriza este parasitismo como acidental;

A ausência de Eucestoda entre os endoparasitos reforça a hipótese de que *P. piraya* se alimenta primariamente de peixes forrageiros infectados somente com as larvas de nematóides e caso se alimentem de artrópodes, estes não constituem os hospedeiros intermediários destes parasitos e sim de nematóides.

No período chuvoso o Reservatório de Três Marias, com maior nível de elevação, favoreceu a multiplicação dos monogenéticos como *Anacanthorus* spp. e *Amphithecium* sp. e entre os endoparasitos favoreceu elevação dos índices parasitários de *P. inopinatus*, *C. sentinosa* e *Hysterothylacium* sp..

Todas as espécies de parasitos encontradas, com exceção de *P. inopinatus* são registradas pela primeira vez em *P. piraya* do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, ampliando assim, a lista de seus hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida dessas espécies de parasitos para a Bacia do Rio São Francisco;

A comunidade parasitária de *P. piraya* foi considerada isolacionista, considerando a existência de poucas espécies centrais, elevado número de espécies satélites, associações interespecíficas positivas e baixo número de associações interespecíficas significativas, demonstrando que há disponibilidade de nicho vago para ocupação por outras espécies de parasitos.

CAPÍTULO III

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE PARASITÁRIA DE *Serrasalmus brandtii* (LÜTKEN, 1875) (OSTEICHTHYES, CHARACIFORMES, CHARACIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO

Serrasalmus brandtii (Lütken, 1875) (Characidae, Serrasalminae), conhecida popularmente como pirambeba, constitui espécie endêmica da Bacia do Rio São Francisco e apresenta hábito alimentar carnívoro, sendo primariamente piscívoro e secundariamente insetívoro (oportunista). Um total de 168 espécimes de *S. brandtii* (55 machos e 113 fêmeas) foram capturados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, no período compreendido entre julho a agosto de 2004 e julho de 2005 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e de 2005 (período chuvoso) com o objetivo de identificar as espécies de parasitos encontradas, descrever a dinâmica das infrapopulações parasitárias e seus relacionamentos interespecíficos. Todas as pirambebras estavam parasitadas por pelo menos uma espécie de parasito. Pelo menos 18 espécies de parasitos metazoários foram encontradas, sendo pelo menos cinco de Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp. e *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies); três de Copepoda: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp. e *Ergasilus* sp.; uma de Isopoda: *Braga fluviatilis* Richardson, 1911, uma de Branchiura: *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937; oito de Nematoda: sendo quatro espécies cujos espécimes eram adultos, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927) e *Philometra* sp. e quatro espécies cujos espécimes eram larvais, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.. A prevalência e abundância de *Spiroxys* sp. foi mais elevada em peixes menores, ao contrário da prevalência de *Amphithecium* sp.. que foi mais elevada em peixes maiores. Alguns índices de *Rhinoxenus* sp., *Anacanthorus* spp. e *B. bifurcatus* foram mais elevados na estiagem, ao contrário da prevalência e abundância de *P. inopinatus* que foram mais elevados na estação chuvosa. *Anacanthorus* spp. foram espécies centrais, *Rhinoxenus* sp., *B. bifurcatus*, *P. inopinatus* e *Hysterothylacium* sp., espécies secundárias e as espécies remanescentes classificadas como satélites na comunidade parasitária de *S. brandtii*. A fauna endoparasitária baseada em nematóides reforça que na composição da dieta de *S. brandtii* há utilização de artrópodes além da ingestão de peixes forrageiros ou de peixes menores. A comunidade parasitária de *S. brandtii* foi isolacionista, considerando uma espécie central, várias espécies satélites e poucas associações interespecíficas significativas. As espécies de parasitos encontradas em *S. brandtii*, com exceção de *P. inopinatus* e *Contraecaecum* sp., foram registradas pela primeira vez neste peixe ampliando a lista de hospedeiros e sua distribuição geográfica conhecida para a Bacia do Rio São Francisco.

Palavras-chave: parasitos de *Serrasalmus brandtii*, *Anacanthorus* spp., *Hysterothylacium* sp..

ABSTRACT

Serrasalmus brandtii (Lütken, 1875) (Characidae, Serrasalminae), known popularly as “pirambeba”, is an endemic species to the São Francisco River Basin and presents a carnivorous habit, being insectivorous (opportunistic) too. A total of 168 specimens (55 males and 113 females) were caught in the Três Marias Reservoir, along the area of influence Borrachudo River (18°12'59"S, 45°17'34"W), Upper São Francisco River, Minas Gerais State, between July to August, 2004 and July, 2005 (dry period) and January, 2004 and January, 2005 (wet period) with the purpose to identify the species of metazoan parasites found, describe the dynamic of the parasite infrapopulations and their interspecific relationships. All the fish were parasitized by at least one parasite species. At least 18 taxa of metazoan parasites were found in *S. brandtii*, being five of Monogenea: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp. and *Anacanthorus* spp. (at least three species); three of Copepoda: *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp. and *Ergasilus* sp.; one of Isopoda: *Braga fluviatilis* Richardson, 1911; one of Branchiura: *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937; eight of Nematoda: four species with adult specimens *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927) and *Philometra* sp. and four species with larval specimens *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. ^{Type 1}, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.. The prevalence and abundance of *Spiroxys* sp. were higher in smaller fish, while the prevalence of *Amphithecium* sp. was higher in the largest fish. Some parasitic indices of *Rhinoxenus* sp., *Anacanthorus* spp. and *B. bifurcatus* were more elevated in the dry period, while the prevalence and abundance of *P. inopinatus* were more elevated in the wet period. *Anacanthorus* spp. were considered core species in the parasite community of *S. brandtii*; *Rhinoxenus* sp., *B. bifurcatus*, *P. inopinatus*, and *Hysterothylacium* sp. were classified as secondary species and the remaining were considered satellite species. The endoparasite fauna based in nematodes reinforce that in the diet composition of *S. brandtii* presents arthropods, besides foraging fish and smaller fish. The parasite community of *S. brandtii* was considered to be isolationist due to existence of one core species, high number of satellites species and low number of significant interspecific relationships. The species found in *S. brandtii*, with exception of *P. inopinatus* and *Contracaecum* sp., are reported here for the first time, thus expanding the hosts' list and their known geographic distribution to the São Francisco Basin.

Key words: parasites of *Serrasalmus brandtii*, *Anacanthorus* spp., *Hysterothylacium* sp..

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do São Francisco abrange uma área de 645.067,2 km², contida aproximadamente entre as coordenadas de 13°-21° S e 36°-48° W. Constitui a terceira maior bacia hidrográfica do Brasil e a primeira contida inteiramente em território brasileiro (KOHLE, 2003). Corresponde a 7,4% do território nacional e abrange os Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, além do Distrito Federal (PAIVA, 1982). Segundo Costa et al. (1998), a bacia engloba os biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga.

Os representantes da subfamília Serrasalminae são amplamente distribuídos pela América do Sul, principalmente na bacia do Rio São Francisco, onde proliferam em ambientes lênticos ou semi-lênticos (WINEMILLER, 1989), além de serem considerados perigosos devido à sua voracidade.

Serrasalmus brandtii (Lütken, 1875) é endêmica da bacia do Rio São Francisco, sendo conhecida popularmente como piranha-branca ou pirambeba (BRITSKI et al., 1988). Os espécimes habitam geralmente ambientes lênticos (BRAGA, 1975) e são abundantes no Reservatório de Três Marias (GOMES; VERANI, 2003).

Apesar de alguns trabalhos sobre parasitologia terem sido realizados com algumas espécies de *Serrasalmus* Lacépède, 1803 (KOHLE; FERNANDES, 1987; REGO; VICENTE, 1988; MORAVEC et al., 1993a,b; HAMANN, 1996, 1998; PAVANELLI et al., 1997; TANAKA, 2000; CARVALHO et al., 2003), poucos foram realizados até o momento exclusivamente com *S. brandtii* do Reservatório de Três Marias (MOREIRA, 1994; MOREIRA et al., 1994; BRASIL-SATO, 2003; SANTOS et al., 2007).

Os objetivos do presente trabalho foram: a) identificar as espécies de metazoários parasitos; b) analisar a estrutura da comunidade parasitária de *S. brandtii* relacionando seus descritores ecológico-parasitários (prevalência, intensidade e abundância média, riqueza e diversidade parasitárias) com características bióticas desses hospedeiros (sexo e comprimento total) e com a época de coleta dos peixes; c) relacionar possíveis resultados do parasitismo com o hábito alimentar dos peixes; d) descrever a dinâmica das infrapopulações parasitárias, dominância, riqueza e diversidade parasitárias e as prováveis associações interespecíficas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta

A área de coleta dos espécimes de *S. brandtii* foi caracterizada capítulo I.

2.2 Caracterização do hospedeiro

Serrasalminae (Characidae) é composta de espécies carnívoras, cujos espécimes apresentam porte mediano, corpo comprimido e alto (GOMES; VERANI, 2003).

Serrasalmus brandtii (Figura 1) é espécie endêmica da bacia do Rio São Francisco (JEGÚ, 2003). Os espécimes podem atingir 31 cm de comprimento total e 700 g de peso corporal (BRAGA, 1975). Segundo Gomes e Verani (2003) *S. brandtii* apresenta porte menor quando comparada à *P. piraya* e como essa, possui hábito alimentar carnívoro, preferencialmente piscívoro (ALVIM, 1999; GOMES, 2002), sendo capaz de arrancar pedaços de suas presas com seus dentes cortantes (BRITSKI et al., 1988). Recentemente, Alvim (1999) concluiu que *S. brandtii* é piscívora, onde as nadadeiras de peixes menores constituem seu principal alimento e adicionalmente registrou também invertebrados terrestres (formigas) e aquáticos (larvas de insetos), porém com baixa representatividade. Pompeu e 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, além de apresentarem comportamento gregário (BRAGA, 1975). De acordo com Oliveira (1999), *S. brandtii* também pode também ingerir insetos, frutos e sementes, de acordo com a disponibilidade desses itens no ambiente, sendo, portanto, considerada espécie oportunista.

Serrasalmus brandtii não é espécie migradora, apresentando período reprodutivo longo e desova parcelada (TELES, 1989). É espécie abundante durante todo o ano e possivelmente reproduz-se no próprio Reservatório de Três Marias (TELES; GODINHO, 1997).



Foto: Y. Sato

4 cm

Figura 1. Espécime adulto de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros

Para investigação de parasitos metazoários, 168 espécimes de *S. brandtii* foram coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), região do Alto São Francisco, Município de Três Marias, Estado de Minas Gerais no período compreendido entre julho a agosto de 2004 e julho de 2005 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e janeiro de 2005 (período chuvoso). As coletas dos peixes foram realizadas com o auxílio de rede de espera, que foram colocadas na noite anterior por pescadores da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (EPT/CODEVASF). O período de coleta incluiu meses das principais estações do Alto São Francisco, sendo a estação de estiagem ou seca correspondente aos meses mais frios (maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro) e a estação chuvosa ou cheia correspondente aos meses mais quentes (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril).

Os espécimes de *S. brandtii* foram identificados e classificados segundo Britski et al. (1988) e Jegú (2003), respectivamente. Os espécimes foram imediatamente necropsiados no Laboratório de Ictiologia da EPT/CODEVASF. No momento da necropsia, o comprimento total, o peso e o sexo foram anotados em formulários de necropsia de peixes (ANEXO I) conforme protocolos de Amato et al. (1991).

2.4 Características da amostra dos hospedeiros

Os peixes foram pesados com balança Filizola e medidos com ictiômetro ou régua milimetrada. O sexo foi identificado após observação das gônadas durante a necropsia. Os dados de peso, comprimento total e padrão e sexo dos hospedeiros foram anotados nos formulários.

Foram coletados 168 espécimes de *S. brandtii*, sendo 55 machos, com comprimento total médio $16,2 \pm 3,5$ cm (9,5 a 27,0 cm) e peso médio $96,9 \pm 96,4$ g (11,0 a 500,0 g) e 113 fêmeas com comprimento total médio $16,9 \pm 4,6$ cm (8,5 a 29,5 cm) e peso médio $125,5 \pm 142,9$ g (7,0 a 657,0 g). Não houve diferença estatisticamente significativa entre o comprimento total e peso dos hospedeiros machos e fêmeas ($t = 1,11$, $p = 0,27$; $t = 1,34$, $p = 0,18$, respectivamente). No período de estiagem foram coletadas 87 pirambebas, sendo 31 machos, cujo comprimento total médio foi $15,3 \pm 2,3$ cm (12,2 a 22,0 cm) e peso total médio $73,5 \pm 40,6$ g (31,3 a 221,0 g) e 56 fêmeas cujo comprimento total foi $16,5 \pm 3,6$ cm (11,4 a 29,0 cm) e peso $105,4 \pm 100,1$ g (31,4 a 657 g). No período chuvoso, 81 espécimes de *S. brandtii* foram coletados, sendo que 24 eram machos com comprimento total médio $17,4 \pm 4,4$ cm (9,5 a 27,0 cm) e peso médio $127,3 \pm 134,0$ g (11,0 a 500 g) e 57 eram fêmeas com comprimento médio $17,4 \pm 5,3$ cm (8,5 a 29,5 cm) e peso médio $145,3 \pm 173,7$ g (7,0 a 650,0 g). Em relação ao sexo dos peixes, não houve diferença estatisticamente significativa entre o tamanho e o peso dos hospedeiros, no período de estiagem ($t = 1,75$, $p = 0,08$; $t = 1,70$, $p = 0,09$, respectivamente) e nem no período chuvoso ($t = 0,01$, $p = 0,99$; $t = 0,45$, $p = 0,65$, respectivamente).

2.5 Necropsia dos hospedeiros

A necropsia dos espécimes de *S. brandtii* seguiu metodologia descrita no capítulo I.

2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos

Para apresentação dos respectivos grupos de parasitos no decorrer do capítulo foram citados primeiramente os ectoparasitos e posteriormente os endoparasitos.

Espécimes de Monogenea, Copepoda, Isopoda, Branchiura e Nematoda foram coletados, fixados e processados de acordo com Amato et al. (1991) e Eiras et al. (2000), conforme procedimentos descritos no Capítulo I.

2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos

A identificação e a classificação dos espécimes das espécies de parasitos encontradas em *S. brandtii* seguiram os mesmos artigos científicos citados no capítulo II.

2.8 Análise estatística e estrutura da comunidade parasitária

Os testes estatísticos realizados na comunidade componente e nas infracomunidades parasitárias e as classificações aplicadas à comunidade parasitária de *S. brandtii* seguiram metodologias descritas no capítulo II.

2.9 Depósito dos espécimes

Espécimes representativos de *S. brandtii* foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, Nº 95150. Espécimes-tipo ou espécimes representativos dos parasitos de *S. brandtii* foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, conforme numeração apresentada nos resultados.

3 RESULTADOS

3.1 Estrutura da comunidade parasitária

Dos 168 espécimes de *S. brandtii* coletados 55 (32,7%) eram machos e 113 (67,3%) eram fêmeas. Todos os machos e todas as fêmeas estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito. Foram coletadas 16 espécies de parasitos metazoários, sendo oito espécies de ectoparasitos, quatro espécies de endoparasitos adultos e quatro espécies de endoparasitos larvais, os quais totalizaram 4259 espécimes e média de 25,3 parasitos por peixe.

Dos 4259 espécimes de parasitos coletados, 3284 eram ectoparasitos (77,1%) e 975 eram endoparasitos (22,9%), sendo 273 endoparasitos adultos (6,4%) e 702 endoparasitos larvais (16,5%) (Figura 2).

Em Monogenea foram encontradas *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp. e *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies).

Em Crustacea foram encontradas *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007, *Gamidactylus* sp. e *Ergasilus* sp., representantes de Copepoda; *Braga fluviatilis* Richardson, 1911, representante de Isopoda e *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937, representante de Branchiura.

Entre os parasitos adultos foram encontradas quatro espécies de Nematoda: *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928), *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927) e *Philometra* sp..

Entre os endoparasitos larvais foram encontradas quatro espécies de Nematoda: *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp..

O grupo taxonômico de parasito mais representativo foi Nematoda, seguido de Monogenea e Copepoda com uma porcentagem de parasitismo de 88,7%, 86,9% e 58,9% e média de 6,5 (262 espécimes), 19,4 (2833) e 4,4 (438) parasitos por peixe, respectivamente. Isopoda e Branchiura constituíram grupos com baixa prevalência, 1,2% e 5,4%, respectivamente (Figura 3).

Das 168 pirambebas analisadas, 87 foram coletadas na seca e 81 na cheia. Nos dois períodos de coleta analisados e também no período integral de coleta o grupo de parasito com maior número de espécimes foi Monogenea, seguido de Nematoda e de Crustacea (Figura 4).

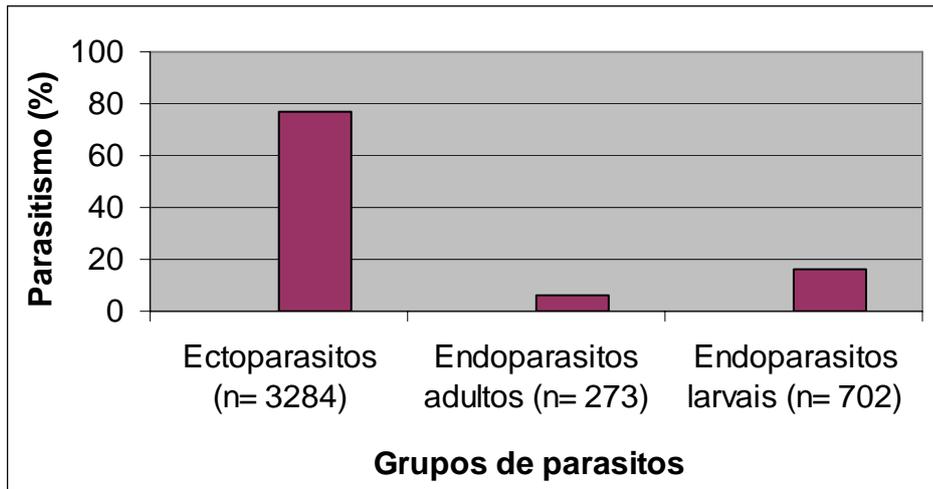


Figura 2. Representatividade dos tipos de parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

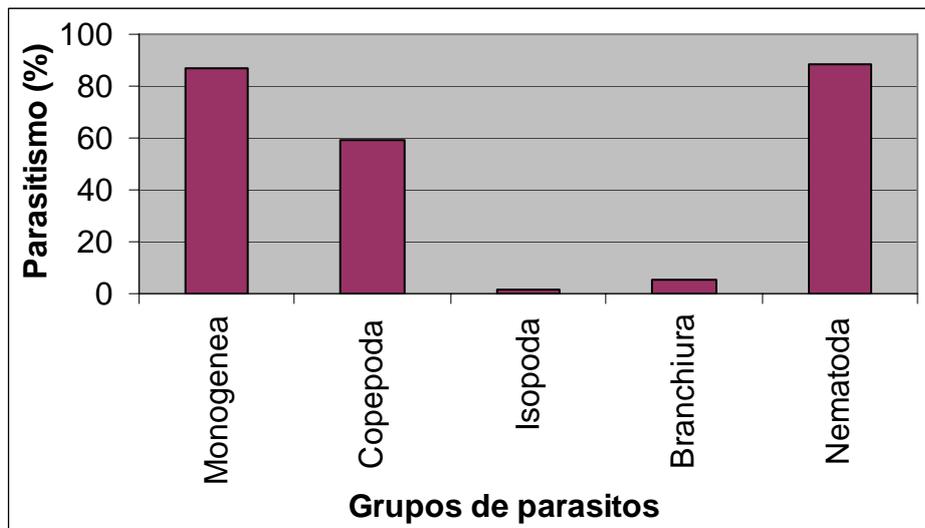


Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

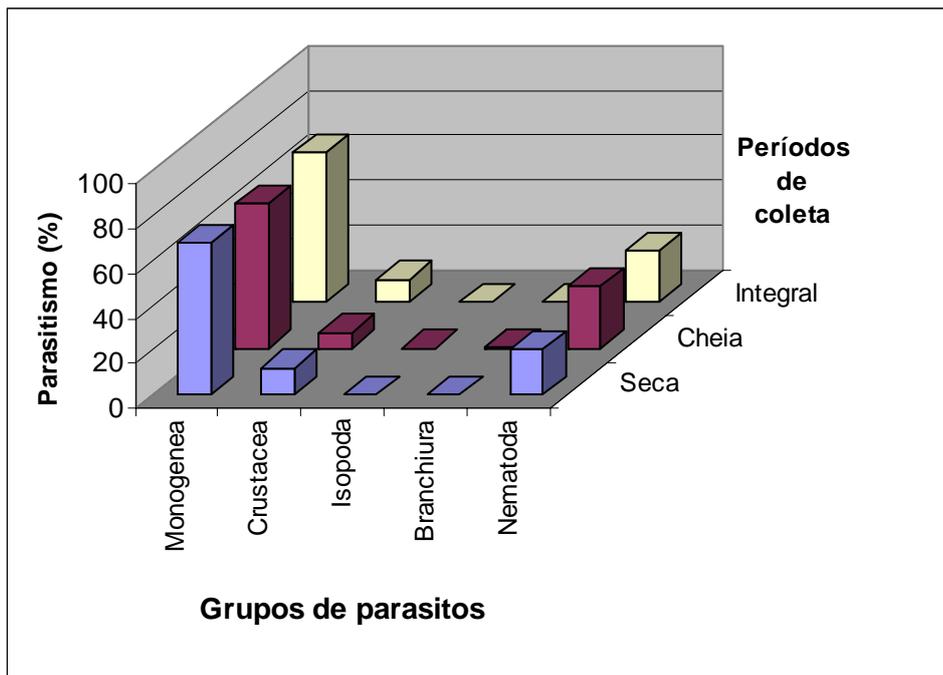


Figura 4. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Em relação à comunidade parasitária de *S. brandtii*, o complexo *Anacanthorus* spp., composto de pelo menos três espécies de Monogenea, foi o grupo de espécies mais prevalente (86,3%), seguido de *P. inopinatus* (64,9%) e de *B. bifurcatus* (60%). As espécies com menores valores de prevalência foram *Ergasilus* sp. e *C. fischeri* (ambas, 0,6%). Os valores de intensidade média variaram de 1,0 a 17,23 (Tabela 1).

Quanto ao valor de importância foram classificadas como centrais: *Anacanthorus* spp.; secundárias: *Rhinoxenus* sp., *B. bifurcatus*, *P. inopinatus* e *Hysterothylacium* sp. e satélites: *Amphithecium* sp., *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp., *B. fluviatilis*, *A. multicolor*, *C. fischeri*, *C. sentinosa*, *Philometra* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp., cujos valores de prevalência estão indicados na Tabela 1.

Não houve dominância na comunidade parasitária de *S. brandtii* ($C= 0,14$), apesar de *Anacanthorus* spp., *P. inopinatus* e *Hysterothylacium* sp. terem apresentado valores de frequência de dominância mais elevados (Tabela 2).

Os parasitos metazoários de *S. brandtii* apresentaram o típico padrão de distribuição agregado ou superdisperso, como indicado na Tabela 3.

As espécies de parasitos encontradas em *S. brandtii* foram classificadas como autogênicas, com exceção de *Contracaecum* sp., alogênica.

Tabela 1. Prevalência (P), amplitude de intensidade (AI), intensidade média (IM) e abundância média (AM), acompanhados do respectivo desvio padrão (DP), valor de importância (VI) (C_E= central, S_E= secundária, S_A= satélite) e localização (B= brânquias, Ba= baço, C= celoma, Ci= Cecos intestinais, E= estômago, I_A= intestino anterior, I_M= intestino médio, I_P= intestino posterior) dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) no período integral de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	P (%)	AI	IM ± DP	AM ± DP	VI	Localização
Monogenoidea						
<i>Rhinoxenus</i> sp. CHIOC 35551	36,3	1-23	3,84±4,07	1,39±3,06	S _E	N
<i>Amphithecium</i> sp. CHIOC 35550	26,2	1-6	2,27±1,21	0,59±1,17	S _A	B
<i>Anacanthorus</i> spp. CHIOC 35549	86,3	1-99	17,23±14,75	14,87±14,93	C _E	B
Copepoda						
<i>Brasergasilus bifurcatus</i> CHIOC 35504, 36844	60,0	1-43	4,44±5,91	2,48±4,93	S _E	B, N
<i>Gamidactylus</i> sp. CHIOC 36960	7,7	1-3	1,61±0,77	0,12±0,48	S _A	N
<i>Ergasilus</i> sp. CHIOC 35552	0,6	1	1,0	0,006±0,08	S _A	B
Isopoda						
<i>Braga fluviatilis</i> CHIOC 35553	1,2	1	1,0	0,02±0,22	S _A	B
Branchiura						
<i>Argulus multicolor</i> CHIOC 36961	5,3	1-2	1,11±0,33	0,06±0,26	S _A	B
Nematoda						
<i>Procamallanus inopinatus</i> (adultos e larvas) CHIOC 36957	64,9	1-9	2,42±1,65	1,56±1,76	S _E	C, Ci, E, I _A , I _M , I _P
<i>Cystidicoloides fischeri</i> (adulto)	0,6	1	1,0	0,006±0,08	S _A	E
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i> (adultos) CHIOC 35545	4,2	1-2	1,14±0,38	0,05±0,24	S _A	E
<i>Philometra</i> sp. (adultos) CHIOC 35546	1,2	1	1,0	0,02±0,22	S _A	Ba, C
<i>Hysterothylacium</i> sp. (larvas) CHIOC 36958	48,8	1-95	7,80±12,9	3,81±9,79	S _A	C, E, I _A , I _M
<i>Contraecum</i> sp. Tipo 1 (larvas) CHIOC 35547	10,7	1-3	1,28±0,57	0,14±0,44	S _A	C, E, I _M
<i>Spiroxys</i> sp. (larvas) CHIOC 36959	13,1	1-4	1,36±0,85	0,18±0,55	S _A	C, E, I _A , I _M
<i>Goezia</i> sp. (larvas) CHIOC 35548	4,8	1-2	1,12±0,35	0,05±0,25	S _A	C, E, I _M

Tabela 2. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Frequência de dominância	Frequência de dominância compartilhada	Dominância relativa média ± Desvio Padrão
<i>Rhinoxenus</i> sp.	3	0	0,05±0,10
<i>Amphithecium</i> sp.	0	0	0,02±0,05
<i>Anacanthorus</i> spp.	121	5	0,53±0,29
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	9	3	0,11±0,17
<i>Procamallanus inopinatus</i>	13	5	0,14±0,21
<i>Hysterothylacium</i> sp.	12	4	0,12±0,21
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	1	0	0,009±0,03
<i>Spiroxys</i> sp.	0	1	0,01±0,08

Tabela 3. Valores do índice de dispersão e do estatístico *d* dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Índice de dispersão	<i>d</i>
<i>Rhinoxenus</i> sp.	4,091	29,203*
<i>Amphithecium</i> sp.	2,318	9,579*
<i>Anacanthorus</i> spp.	14,990	52,511*
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	9,814	39,003*
<i>Procamallanus inopinatus</i>	1,979	7,461*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	25,140	73,386*
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	1,393	3,323*
<i>Spiroxys</i> sp.	1,698	5,568*

* valores significativos: $d > 1,96$

3.2 Infracomunidades parasitárias

Foi coletado um total de 4259 espécimes parasitando *S. brandtii* com média $25,3 \pm 20,0$ por infracomunidade e amplitude de 1-99 parasitos por hospedeiro.

A comunidade parasitária de *S. brandtii* apresentou $H' = 0,60$, $D_{bp} = 0,59$ e $E = 1,95$. A riqueza parasitária média e a abundância parasitária média foram $3,7 \pm 1,4$ e $25,3 \pm 20,1$, respectivamente. Não houve correlação estatisticamente significativa da riqueza parasitária e abundância parasitária com o tamanho ($r_s = 0,10$, $p = 0,19$; $r_s = 0,09$, $p = 0,23$, respectivamente) e nem com o sexo ($U = 2719,0$, $p = 0,19$; $U = 2870,0$, $p = 0,42$, respectivamente) das pirambebas analisadas.

Dos 168 espécimes de *S. brandtii* coletados, todos estavam parasitados por no mínimo uma espécie de parasito. Desse total, nove (5,4%) estavam parasitados por uma espécie, 28 (16,7%) por duas espécies, 34 (20,2%) por três, 57 (33,9%) por quatro, 22 (13,1%) por cinco, 14 (8,3%) por seis, três (1,8%) por sete e um (0,6%) por oito espécies de parasitos (Figura 5).

As infracomunidades parasitárias apresentaram diversidade média $0,36 \pm 0,16$. A infracomunidade com maior diversidade parasitária $H' = 0,69$ apresentou seis espécies de parasitos e $E = 4,28$. Nove infracomunidades apresentaram diversidade mínima ($H' = 0$).

Ocorreram nove associações possíveis na comunidade parasitária de *S. brandtii*, sendo que quatro pares de parasitos (três pares de ectoparasitos e um par de endoparasitos larvais) apresentaram prevalência significativa e/ou correlação positiva significativa entre os valores de prevalência e abundância parasitária ou somente correlação entre suas abundâncias (Tabela 4).

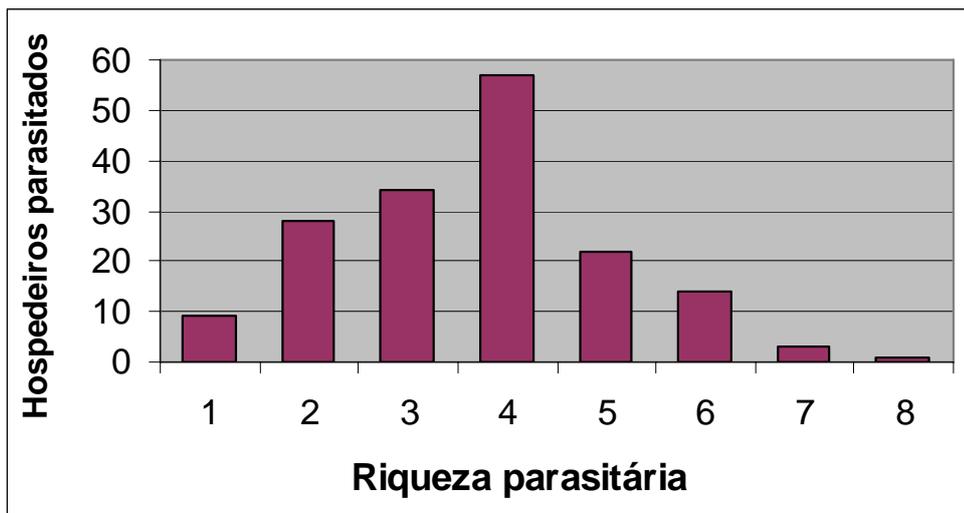


Figura 5. Distribuição da riqueza parasitária de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 4. Análise dos índices parasitários das espécies co-ocorrentes em *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Pares de espécies de parasitos	Prevalência		Abundância	
	X^2	p	r_s	p
Ectoparasitos				
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Amphithecium</i> sp.	0,85	0,36	0,12	0,11
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Anacanthorus</i> spp.	9,52	0,002*	0,38	<0,0001*
<i>Rhinoxenus</i> sp. – <i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,59	0,44	0,24	0,09
<i>Amphithecium</i> sp. – <i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,16	0,69	-0,08	0,27
<i>Amphithecium</i> sp. – <i>Anacanthorus</i> spp.	7,95	0,005*	0,30	<0,0001*
<i>Anacanthorus</i> spp. – <i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,03	0,87	0,17	0,03*
Endoparasitos larvais				
<i>Hysterothylacium</i> sp. – <i>Contraecaecum</i> sp. Tipo 1	11,23	0,0008*	0,35	<0,0001*
<i>Hysterothylacium</i> sp. – <i>Spiroxys</i> sp.	0,65	0,42	0,14	0,06
<i>Contraecaecum</i> sp. Tipo 1 – <i>Spiroxys</i> sp.	0,01	0,91	0,03	0,65

*valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; r_s : correlação por postos de Spearmann.

3.3 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

3.3.1 Possível influência do sexo dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Foram coletados 53 machos e 113 fêmeas de *S. brandtii*, cuja prevalência, intensidade e abundância média de seus parasitos estão ilustradas na Tabela 5. Os machos apresentaram diversidade média e riqueza média iguais a $0,33 \pm 0,16$ (0-0,63) e $3,5 \pm 1,4$ (1-7), respectivamente e as fêmeas $0,38 \pm 0,15$ (0-0,69) e $3,8 \pm 1,4$ (1-8), respectivamente. Apesar das fêmeas terem apresentado maiores valores de diversidade e de riqueza, não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de diversidade e de riqueza parasitárias em relação ao sexo dos hospedeiros ($U = 2513,5$, $p = 0,05$; $U = 2719,0$, $p = 0,19$).

Não houve influência do sexo dos hospedeiros sobre os índices parasitários das espécies de parasitos analisadas (Tabela 6).

Tabela 5. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) examinados por sexo do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Monogenea						
<i>Rhinoxenus</i> sp.	36,4	36,3	4,1	3,7	1,5	1,3
<i>Amphithecium</i> sp.	23,6	27,4	2,2	2,3	0,5	0,6
<i>Anacanthorus</i> spp.	83,6	87,6	20,9	15,5	17,5	13,6
Copepoda						
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	50,9	58,4	5,5	4,0	2,8	2,3
<i>Gamidactylus</i> sp.	5,4	8,8	2,0	1,5	0,1	0,1
<i>Ergasilus</i> sp.	-	0,9	-	1,0	-	0,009
Isopoda						
<i>Braga fluviatilis</i>	-	1,8	-	1,0	-	0,02
Branchiura						
<i>Argulus multicolor</i>	5,4	5,3	1,0	1,2	0,05	0,06
Nematoda						
<i>Procamallanus inopinatus</i>	70,9	61,9	2,4	2,4	1,7	1,5
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	-	0,9	-	1,0	-	0,009
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	1,8	5,3	1,0	1,2	0,02	0,06
<i>Philometra</i> sp.	-	1,8	-	1,0	-	0,02
<i>Hysterothylacium</i> sp.	47,3	49,5	7,0	8,2	3,3	4,0
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	9,1	11,5	1,0	1,4	0,1	0,1
<i>Spiroxys</i> sp.	9,1	15,0	1,2	1,4	0,1	0,2
<i>Goezia</i> sp.	3,6	5,3	1,0	1,2	0,04	0,06

Tabela 6. Análise dos índices parasitários sob possível influência do sexo de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	χ^2	p	U	p	U	p
<i>Rhinoxenus</i> sp.	0,0001	0,99	347,00	0,33	3042,00	0,82
<i>Amphithecium</i> sp.	0,114	0,73	201,50	0,99	2989,50	0,68
<i>Anacanthorus</i> spp.	0,21	0,64	1948,50	0,16	2902,50	0,48
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,56	0,45	873,00	0,67	2823,50	0,33
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0,94	0,33	1241,00	0,43	2705,00	0,17
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,01	0,90	635,50	0,35	2944,00	0,57
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	0,04	0,83	-	-	3022,50	0,76
<i>Spiroxys</i> sp.	0,68	0,40	42,000	>0,99	2922,00	0,52

Significância: $p < 0,05$; χ^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste Mann-Whitney.

3.3.2 Possível influência do comprimento total dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

A prevalência de *Amphithecium* sp. foi mais elevada em peixes de maior comprimento total - correlação positiva, ao contrário da prevalência e da abundância das larvas de *Spiroxys* sp. que foram mais elevadas em peixes de menor tamanho – correlação negativa (Tabela 7). A diversidade e a riqueza parasitária das infracomunidades não estiveram correlacionadas com o comprimento total das pirambebas analisadas ($r_s = -0,09$, $p = 0,24$; $r_s = 0,10$, $p = 0,19$).

Tabela 7. Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>
<i>Rhinoxenus</i> sp.	0,42	0,29	-0,06	0,61	-0,03	0,68
<i>Amphithecium</i> sp.	0,78	0,02*	0,19	0,21	0,17	0,02*
<i>Anacanthorus</i> spp.	0,30	0,46	0,10	0,22	0,10	0,17
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	0,05	0,89	-0,05	0,60	0,018	0,80
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0,13	0,75	-0,02	0,81	0,012	0,87
<i>Hysterothylacium</i> sp.	-0,06	0,88	0,17	0,11	0,10	0,15
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	-0,11	0,77	-0,10	0,67	0,09	0,24
<i>Spiroxys</i> sp.	-0,94	0,0003*	-0,23	0,29	-0,25	0,001*

*valores significativos: $p < 0,05$; *r*: correlação de Pearson; *r_s*: correlação por postos de Spearman.

3.3.3 Possível influência da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Foram coletados 87 espécimes de *S. brandtii* na seca e 81 na cheia, cujos parasitos e seus respectivos descritores estão listados na Tabela 8. Os peixes analisados na seca apresentaram diversidade média $0,35 \pm 0,15$ (0-0,57) e riqueza parasitária média $3,8 \pm 1,3$ (1-7 espécies de parasitos). A diversidade e riqueza parasitárias dos peixes coletados na cheia foram $0,38 \pm 0,16$ (0-0,69) e $3,50 \pm 1,50$ (1-8 espécies), respectivamente. Apesar dos peixes coletados na cheia terem apresentado maiores valores de diversidade e de riqueza, não houve diferença estatisticamente significativa entre a diversidade e a riqueza parasitária entre os distintos períodos de coleta ($U = 2877,0$, $p = 0,05$; $U = 2950,0$, $p = 0,07$, respectivamente).

Em relação ao período de coleta, alguns índices parasitários de *Rhinoxenus* sp., *Anacanthorus* spp., *B. bifurcatus* foram correlacionados significativamente com a estação de estiagem, enquanto a prevalência e a abundância de *P. inopinatus* foram significativamente mais elevados na estação chuvosa (Tabela 9). Analisando os períodos de estiagem e chuvoso isoladamente constatou-se que os índices parasitários das espécies estudadas não foram influenciados pelo sexo do hospedeiro (Tabela 10).

Na seca três (3,4%) peixes estavam parasitados por uma espécie de parasito, 12 (13,8%) por duas espécies, 14 (16,1%) por três, 38 (43,7%) por quatro, dez (11,5%) por cinco, oito (9,2%) por seis e dois (2,3%) por sete espécies de parasitos. Na cheia, seis (7,4%) hospedeiros estavam parasitados por uma espécie de parasito, 17 (21,0%) por duas, 20 (24,7%) por três, 20 (24,7%) por quatro, nove (11,1%) por cinco, sete (8,6%) por seis, um (1,2%) por sete e um (1,2%) por oito espécies de parasitos (Figura 6).

Tabela 8. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) em seus respectivos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) no Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média	
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso
Monogenea						
<i>Rhinoxenus</i> sp.	62,1	8,6	4,0	2,8	2,4	0,2
<i>Amphithecium</i> sp.	23,0	29,6	2,35	2,2	0,5	0,6
<i>Anacanthorus</i> spp.	91,9	80,2	20,5	13,2	18,8	10,6
Copepoda						
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	64,4	46,9	5,75	2,5	3,7	1,2
<i>Gamidactylus</i> sp.	9,2	6,2	1,9	1,2	0,2	0,07
<i>Ergasilus</i> sp.	-	1,2	-	1,0	-	0,01
Isopoda						
<i>Braga fluviatilis</i>	1,1	1,2	1,0	1,0	0,01	0,01
Branchiura						
<i>Argulus multicolor</i>	3,4	7,4	1,0	1,2	3,4	0,09
Nematoda						
<i>Procamallanus inopinatus</i>	49,4	81,5	2,3	2,5	1,1	2,0
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	-	1,2	-	1,0	-	0,01
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	1,1	7,4	1,0	1,2	0,01	0,09
<i>Philometra</i> sp.	1,1	1,2	1,0	1,0	0,01	0,01
<i>Hysterothylacium</i> sp.	54,0	43,2	9,5	5,5	5,1	2,4
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	9,2	12,3	1,0	1,5	0,09	0,2
<i>Spiroxys</i> sp.	10,3	16,0	1,0	1,6	0,1	0,2
<i>Goezia</i> sp.	5,7	3,7	1,2	1,0	0,07	0,04

Tabela 9. Análise dos índices parasitários sob possível influência da época de coleta de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	X^2	P	U	p	U	p
<i>Rhinoxenus</i> sp.	49,49	<0,0001*	167,50	0,63	1616,50	<0,0001*
<i>Anacanthorus</i> spp.	3,17	0,07	1598,50	<0,0001*	2109,50	<0,0001*
<i>Amphithecium</i> sp.	0,64	0,42	222,50	0,69	3307,00	0,48
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	4,50	0,03*	741,50	0,01*	2629,00	0,04*
<i>Procamallanus inopinatus</i>	17,53	<0,0001*	1220,00	0,21	2195,00	<0,0001*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	1,55	0,21	769,00	0,61	3089,00	0,16
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	0,16	0,68	-	-	3396,00	0,67
<i>Spiroxys</i> sp.	0,75	0,38	-	-	3304,50	0,47

*valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste de Mann-Whitney.

Tabela 10. Descritores parasitários nos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) sob possível influência do sexo de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Estiagem				Chuvoso			
	Prevalência		Abundância		Prevalência		Abundância	
	χ^2	<i>P</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Rhinoxenus</i> sp.	0,01	0,91	779,50	0,50	0,24	0,61	640,00	0,63
<i>Amphithecium</i> sp.	0,004	0,94	859,00	0,94	0,10	0,74	642,00	0,66
<i>Anacanthorus</i> spp.	0,16	0,68	740,00	0,26	1,15	0,28	574,50	0,39
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	2,60	0,10	685,50	0,10	0,01	0,90	657,50	0,78
<i>Procamallanus inopinatus</i>	0,27	0,59	788,50	0,47	1,48	0,22	500,50	0,06
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,26	0,60	789,50	0,48	0,004	0,94	670,00	0,88
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	0,07	0,78	831,00	0,73	0,0007	0,97	679,50	0,96
<i>Spiroxys</i> sp.	0,02	0,87	859,00	0,94	0,80	0,37	610,00	0,42

Significância: $p < 0,05$; χ^2 : qui-quadrado com correção de Yates; *U*: teste de Mann-Whitney.

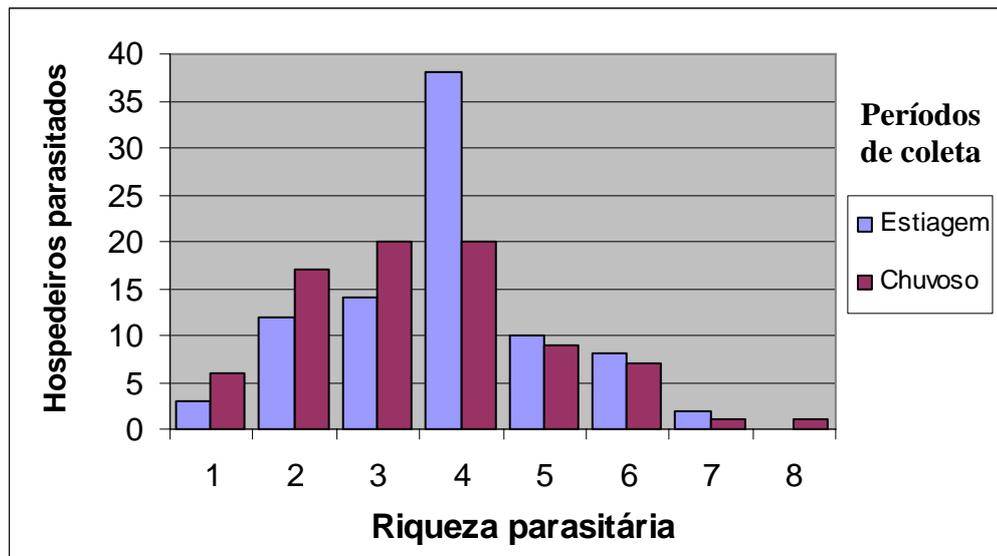


Figura 6. Distribuição da riqueza parasitária de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

4 DISCUSSÃO

4.1 Composição da fauna parasitária

A fauna parasitária de *S. brandtii* foi composta por pelo menos dez espécies de ectoparasitos: *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp. (pelo menos três espécies), *B. bifurcatus*, *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp., *B. fluviatilis* e *A. multicolor* e por oito espécies de endoparasitos, sendo quatro de endoparasitos adultos: *P. inopinatus*, *C. fischeri*, *C. sentinosa* e *Philometra* sp. e quatro de endoparasitos larvais: *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* e *Goezia* sp.. A fauna parasitária de *S. brandtii* foi bem representada por vários táxons de metazoários ectoparasitos e endoparasitos, mas não teve representante de Digenea e nem de Eucestoda na composição de sua comunidade. Não houve dominância de qualquer das espécies de parasitos.

A comunidade parasitária de *S. brandtii* esteve composta tanto por espécies autogênicas, como as larvas de terceiro estágio de *Hysterothylacium* sp. e adultos de *P. inopinatus* (MORAVEC, 1998) e por espécies alogênicas, como as larvas de terceiro estágio de *Contracaecum* sp. cujos hospedeiros definitivos constituem as aves piscívoras (ANDERSON, 1992).

A comunidade parasitária de *S. brandtii* foi representada por espécies centrais: *Anacanthorus* spp.; secundárias: *Rhinoxenus* sp.; *B. bifurcatus*, *P. inopinatus* e *Hysterothylacium* sp. e satélites: *Amphithecium* sp., *Gamidactylus* sp., *Ergasilus* sp., *B. fluviatilis*, *A. multicolor*, *C. fischeri*, *C. sentinosa*, *Philometra* sp., *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp..

Anacanthorus spp. como espécies centrais na parasitofauna de *S. brandtii* pode ser justificada pela especificidade parasitária dos Monogenea em relação aos seus hospedeiros taxonomicamente relacionados (MALMBERG, 1970), uma vez que existem registros desses parasitos entre as piranhas (MIZELLE; PRICE, 1965; BOEGER; KRITSKY, 1988; KRITSKY et al., 1992).

Rhinoxenus sp., *B. bifurcatus*, *Hysterothylacium* sp. e *P. inopinatus* foram consideradas espécies secundárias na comunidade parasitária de *S. brandtii*, cujas prevalências apresentaram valores intermediários. Embora *P. inopinatus* tenha sido considerada uma espécie secundária na comunidade parasitária de *S. brandtii*, sua elevada prevalência corresponde às informações de que estes peixes se alimentam de insetos aquáticos (POMPEU, 1999) previamente infectados com as formas infectantes deste nematóide e não só de peixes menores (forrageiros) ou pedaços desses na alimentação, como era esperado.

De acordo com Kennedy (1990) o número de espécies nas comunidades parasitárias pode refletir o número de espécies da localidade, as chances de transmissão, além da susceptibilidade dos hospedeiros à infecção. Apesar do número elevado de espécies em *S. brandtii*, as taxas de transmissão foram baixas para algumas espécies, principalmente as espécies satélites. A chance de todas essas espécies estarem presentes em um único hospedeiro é muito pequena. Esse elevado número de táxons de baixa frequência nas pirambebas pode ser mais um indicativo de que vários itens alimentares em menor quantidade são utilizados por esses predadores. No caso dos endoparasitos, isso poderia ter ocorrido pela menor disponibilidade de encontro dos hospedeiros intermediários ou pela ausência de hospedeiros intermediários previamente infectados, padrão também observado na comunidade parasitária de *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) do Rio Baía, Alto Rio Paraná por Guidelli et al. (2003).

A quantidade de larvas na comunidade parasitária de *S. brandtii* sugere efeito cumulativo de infecção. Se elas não forem eliminadas pelo sistema imune ou por algum mecanismo regulador da intensidade da parasitose (PAPERNA, 1996), elas podem

permanecer no hospedeiro viável até que ele seja predado, podendo as larvas de infecções mais recentes e mais antigas, estarem presentes lado a lado em um mesmo hospedeiro com também verificado por Guidelli et al. (2003). Outra característica que merece relevância é o fato de *S. brandtii* ser considerada espécie oportunista (PERET, 2004), adquirindo assim diversos tipos de larvas de nematóides quando esses peixes se alimentam de insetos aquáticos estando entre esses, alguns infectados.

Serrasalmus brandtii por ser considerado um peixe piscívoro-insetívoro (POMPEU, 1999; PERET, 2004) pode atuar segundo Eiras (1994) como hospedeiro intermediário ou paratênico no ciclo de vida dos nematóides larvais como observado no presente trabalho. No caso das espécies de endoparasitos adultos encontradas, como *P. inopinatus*, *C. fischeri*, *C. sentinosa* e *Philometra* sp., *S. brandtii* foi considerada hospedeiro definitivo e no caso das larvas de endoparasitos foi considerada hospedeiro intermediário ou hospedeiro paratênico (EIRAS, 1994; MORAVEC, 1998).

Os parasitos de *S. brandtii* do Reservatório de Três Marias apresentaram distribuição agregada ou superdispersa, assim como a maioria dos parasitos de *P. piraya*, proveniente da mesma localidade (CAPÍTULO 1), distribuição essa considerada padrão em estudos sobre os parasitos de peixes de água doce (ALMEIDA, 1998; BRASIL-SATO, 1999; MACHADO et al., 2000; GUIDELLI et al., 2003; SANTOS; BRASIL-SATO, 2006). Segundo Anderson e Gordon (1982) este modelo de distribuição pode ser ocasionado pelas diferenças individuais dos hospedeiros frente às reações imunológicas, além da própria susceptibilidade à infecção. De acordo com Dobson (1990) a distribuição agregada ou superdispersa tende a ocasionar a estabilidade entre hospedeiro e parasito, através da regulação da densidade populacional dos parasitos (mortalidade do hospedeiro, reduções na fecundidade do parasito e sobrevivência dependente da densidade parasitária). Ainda segundo este mesmo autor, espécies de parasitos menos agregadas são geralmente mais patogênicas.

Apesar de isópodes e branquiúros estarem relacionadas com as piranhas (HAMANN, 1998; TANAKA, 2000; CARVALHO et al., 2003; 2004), no presente estudo *B. fluviatilis* e *A. multicolor* apresentaram baixa prevalência em *S. brandtii* evidenciando que *P. piraya* do Reservatório de Três Marias constituiu hospedeiro preferencial entre os serrasalmíneos (CAPÍTULO 1). Hamann (1996) verificou que *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860, provenientes de lagos na Argentina, estava parasitada pelo branquiúro *Dolops bidentata* (Bouvier, 1899) e pelo isópode *B. fluviatilis* e que estes competiam diretamente. Tanaka (2000) estudando a parasitofauna de *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 e de *S. spilopleura*, do Rio Baía, Mato Grosso do Sul, encontrou espécimes de Branchiura (*D. carvalhoi* Lemos de Castro, 1949) e não registrou isópodes; o mesmo ocorreu em *Pygocentrus nattereri* Kner, 1860, *S. spilopleura* e *S. marginatus* do Rio Miranda, Pantanal Matogrossense, cujos branquiúros encontrados foram: *D. carvalhoi*, *Argulus elongatus* Heller, 1857 e *Argulus juparanaensis* Lemos de Castro, 1950, respectivamente (CARVALHO et al., 2003).

4.2 Influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

De acordo com Esch et al. (1990) a organização das infracomunidades pode ser influenciada pelo tamanho e idade do hospedeiro, através de mudanças consideráveis na dieta ou no volume de ingestão de alimento; além desses, outros fatores como o contato com os hospedeiros intermediários no caso dos parasitos de ciclo de vida indireto e mudanças ontogenéticas também podem influenciar a dinâmica da parasitofauna.

Apesar de *S. brandtii* ter apresentado riqueza elevada, o elevado número de espécies satélites observadas sugere que as taxas de transmissão foram baixas para algumas espécies. As diferenças na riqueza e na diversidade das infracomunidades pode ser o resultado de

diferenças individuais na resposta ao parasitismo por diferentes espécies de helmintos e nas taxas de transmissão (GUIDELLI et al., 2003).

Apesar de ocorrer diferenças comportamentais entre os peixes machos e fêmeas, principalmente no período reprodutivo, onde as fêmeas geralmente se tornam estressadas e vulneráveis à infecções, não houve diferença nos índices parasitários das espécies de parasitos em relação às pirambebas machos e fêmeas.

A prevalência e a abundância de *Amphithecium* sp. foi significativamente mais elevada em peixes de maior comprimento total. Esse estudo pode refletir o comportamento gregário das pirambebas, embora o mesmo resultado fosse esperado para os demais ectoparasitos.

As larvas de *Spiroxys* sp. foram significativamente mais prevalentes e abundantes em peixes de menor tamanho. Isto pode justificar que o hábito alimentar piscívora-insetívora das pirambebas juvenis conforme estudado por Pompeu e Godinho (2003) deve incluir dentre os variados itens de artrópodes, a espécie de hospedeiro intermediário desse nematóide. De acordo com Moravec (1998) os peixes atuam como hospedeiros paratênicos destas larvas, cujos hospedeiros definitivos são cágados de água doce. Estes peixes adquirem estas larvas (L₃ – larva infectante ao hospedeiro definitivo) ao se alimentarem de insetos aquáticos infectados (hospedeiros intermediários). Há ainda a possibilidade de que além da ingestão destes artrópodes aquáticos previamente infectados, as pirambebas possam ter ingerido peixes forrageiros ou partes deles parasitadas (fato observado nas necropsias de outros peixes como *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829 e *Triportheus guentheri* (Garman, 1890) do Reservatório de Três Marias – dissertação de Mestrado em desenvolvimento).

De acordo com Pompeu (1999), *S. brandtii* apresentou diferenças em sua dieta entre os períodos chuvoso e de estiagem, sendo os insetos aquáticos consumidos com maior frequência no período chuvoso e peixes no período de estiagem. Ainda segundo este autor, *S. brandtii* também apresenta marcada ontogenia trófica, onde escamas e nadadeiras são consumidas com maior frequência por peixes de menor comprimento total. Segundo Pompeu e Godinho (2003), a pirambeba *S. brandtii* pratica predação mutilante, com ingestão de pedaços de peixes, escamas e nadadeiras.

Os índices parasitários de *Rhinoxenus* sp., *Anacanthorus* spp. e *B. bifurcatus* foram mais elevados no período de estiagem. O menor nível hidrológico do Reservatório de Três Marias nesse período pode ter otimizado o encontro destes parasitos pelos seus respectivos hospedeiros, fato que deve ter ocorrido aliado ao comportamento gregário das piranhas (BRAGA, 1975). Além disso, o ciclo de vida direto destes ectoparasitos associado à elevação da temperatura nesse período no Reservatório, somado à especificidade parasitária (MIZELLE; PRICE, 1965; KRITSKY et al., 1992; DOMINGUES; BOEGER, 2005), provavelmente potencializaram a abundância e a transmissão das infestações.

Como era esperado, *P. inopinatus* obteve seus índices parasitários mais elevados no período chuvoso. Este fato pode ser justificado pelo hábito alimentar oportunista de *S. brandtii*, a qual se alimenta de invertebrados terrestres quando as águas das chuvas encobrem a vegetação marginal e o solo do entorno do Reservatório e volta a se alimentar de peixes no período de estiagem (PERET, 2004), além de ingerir insetos aquáticos (POMPEU, 1999).

As associações positivas significativas observadas entre os pares de espécies de ectoparasitos *Rhinoxenus* sp. – *Anacanthorus* spp., *Amphithecium* sp. – *Anacanthorus* spp. e *Anacanthorus* spp. – *B. bifurcatus* e entre os endoparasitos larvais *Hysterothylacium* sp. – *Contracaecum* sp., com correlações positivas entre suas prevalências e abundâncias podem indicar que estas espécies associadas compartilham alguns recursos ecológicos e ainda, no caso das espécies de endoparasitos, que elas podem estar sendo adquiridas através da ingestão de invertebrados infectados comuns na dieta de *S. brandtii*.

Analisando cada período de coleta isoladamente não foi observado diferença significativa dos índices parasitários em relação aos hospedeiros machos e fêmeas.

Apesar das diferenças existentes entre o hábito alimentar das pirambebas registradas na literatura entre as épocas de coleta (PERET, 2004), no presente estudo, a parasitofauna de *S. brandtii* foi similar nos dois períodos de coleta no Reservatório de Três Marias.

5 CONCLUSÕES

Não houve dominância entre as espécies da comunidade parasitária de *S. brandtii* do Reservatório de Três Marias;

Houve predominância de espécies de nematóides larvais satélites na comunidade parasitária de *S. brandtii*, caracterizando este serrasalmíneo como hospedeiro intermediário e/ou paratênico.

A fauna endoparasitária baseada em nematóides indica que na composição da dieta de *S. brandtii* há predação de artrópodes infectados; além da possível ingestão de partes infectadas de peixes forrageiros ou de peixes menores;

A ausência de Digenea, que tem moluscos como hospedeiros intermediários nos ciclos, indica que esses organismos não fazem parte da dieta preferida de *S. brandtii*; a ausência de eucestóides auxilia no entendimento de que parte dos artrópodes predados pelas pirambebas constitui hospedeiro intermediário de nematóides apenas;

Todos os parasitos encontrados no presente trabalho apresentaram o típico padrão de distribuição agregada ou superdispersa.

A fauna parasitária de *S. brandtii* foi similar nos períodos de estiagem e chuvoso no Reservatório de Três Marias, apesar das diferenças significativas encontradas em alguns descritores-parasitários de algumas espécies de parasitos;

Todas as espécies de parasitos encontradas, com exceção de *P. inopinatus* e das larvas de *Contracaecum* sp. são registradas pela primeira vez em *S. brandtii* do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, ampliando assim, a lista de seus hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida dessas espécies de parasitos para a Bacia do Rio São Francisco;

A comunidade parasitária de *S. brandtii* foi considerada isolacionista, considerando poucas espécies centrais, elevado número de espécies satélites, associações positivas entre algumas espécies de parasitos e pelo baixo número de associações interespecíficas significativas, demonstrando que há disponibilidade de nichos vagos para ocupação por outras espécies de parasitos.

CAPÍTULO IV

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE PARASITÁRIA DE *Cichla kelberi* KULLANDER & FERREIRA, 2006 (OSTEICHTHYES, PERCIFORMES, CICHLIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO

Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae), conhecida popularmente com tucunaré, é espécie originária da Bacia do Rio Tocantins e foi introduzida no Reservatório de Três Marias na década de 80. Apresenta hábito alimentar carnívoro, preferencialmente piscívoro e apresenta dimorfismo sexual na época reprodutiva. Cento e doze espécimes de tucunarés (59 machos e 53 fêmeas) foram coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, em agosto de 2004 e julho a agosto de 2005 (período de estiagem) e em janeiro de 2004 e dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso). Cento e três peixes estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito. Doze táxons de parasitos metazoários foram encontrados em *C. kelberi*, sendo um de Monogenea: *Gussevia* sp.; um de Copepoda: *Ergasilus* sp.; um de Digenea: metacercárias de *Austrodiplostomum* sp.; dois de Eucestoda: *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) e *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935; sete de Nematoda: sendo duas espécies cujos espécimes eram adultos, *Rhabdochona* sp. e *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927) e cinco espécies cujos espécimes eram larvais, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.. A riqueza da comunidade parasitária de *C. kelberi* foi mais elevada no período de estiagem e a abundância total média foi maior em peixes menores. *Hysterothylacium* sp. apresentou alguns de seus índices parasitários significativamente mais elevados no período de estiagem. Não houve espécie central na comunidade parasitária de *C. kelberi*, três espécies foram classificadas como secundárias (*P. macrophallus*, *Austrodiplostomum* sp. e *Hysterothylacium* sp.) e nove foram espécies satélites. Os peixes menores e provenientes do período chuvoso foram significativamente mais parasitados por *P. macrophallus*. Os proteocefalídeos já registrados em outros ciclídeos indicam que no Reservatório de Três Marias, as duas espécies de cestóides de *C. kelberi* introduzida acompanharam esse hospedeiro e seus ciclos estão sendo mantidos. A comunidade parasitária de *C. kelberi* foi isolacionista, considerando a ausência de espécie central, poucas espécies secundárias e elevado número de espécies satélites, poucas associações interespecíficas significativas e ausência de dominância parasitária. Todas as espécies de parasitos encontradas em *C. kelberi* foram registradas pela primeira vez neste ciclídeo do Reservatório de Três Marias, ampliando assim, a listagem de hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida delas para a Bacia do Rio São Francisco.

Palavras-chave: parasitos de *Cichla kelberi*, *Proteocephalus*, *Hysterothylacium* sp..

ABSTRACT

Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae), known popularly as “tucunaré”, is a native fish species from the Tocantins Basin River and was introduced in the Três Marias Reservoir in the decade 80. This species presents carnivorous habit, mainly piscivorous and presents sexual dimorphism in the reproductive period. A total of 112 specimens (59 males and 53 females) were collected in the Três Marias Reservoir, along the area of influence Borrachudo River (18°12'59"S, 45°17'34"W), Upper São Francisco River, Minas Gerais State, between August, 2004 and July to August, 2005 (dry period) and January, 2004 and December, 2004 to January, 2005 (wet period). One hundred and three fishes were parasited by at least one parasite species. Twelve taxa of metazoan parasites were found in *C. kelberi*, being one Monogenea: *Gussevia* sp.; one Copepoda: *Ergasilus* sp.; one Digenea: *Austrodiplostomum* sp. (metacercariae); two Eucestoda: *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) and *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 and seven Nematoda: two species with adult specimens, *Rhabdochona* sp. and *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927) and five species with larval specimens, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Type 1, *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp.. The parasite richness of *C. kelberi* was higher in the dry season and the average total abundance was higher in smaller fish. *Hysterothylacium* sp. presented some indices significantly more elevated in the dry season. Any core species was encountered in *C. kelberi* parasitic fauna; three were classified as secondary species (*P. macrophallus*, *Austrodiplostomum* sp. and *Hysterothylacium* sp.) and nine were satellite species. The smaller fish and collected in the wet season were significantly more parasited by *P. macrophallus*. The proteocephalids registered in other cichlids from others hydric systems indicate that in the Três Marias Reservoir, the both species of cestodes found in *C. kelberi* accompanied this host and yours life cycles are being maintained. The parasite community of *C. kelberi* was considered to be isolationist due to absence of core species, few secondary species, high number of satellite species and low number of significant interspecific relationships, besides the absence of dominance. All the species found are reported for the first time in *C. kelberi* from the Três Marias Reservoir, thus expanding the hosts list and their known geographic distribution to the São Francisco Basin.

Palavras-chave: parasites of *Cichla kelberi*, *Proteocephalus*, *Hysterothylacium* sp..

1 INTRODUÇÃO

O Alto Rio São Francisco apresenta 630 km de extensão desde sua nascente até Pirapora. Seus principais afluentes são os rios Pará, Paraopeba, Indaiá e Abaeté. A ictiofauna, composta por 127 espécies de peixes, é afetada pela mineração, barragens, despejos domésticos e industriais, destruição de matas ciliares e lagoas marginais, transposição do rio Piumhi e introdução de peixes exóticos (SATO; SAMPAIO, 2005). O Reservatório de Três Marias está localizado no Alto São Francisco, Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BRITSKI et al., 1988).

As espécies do gênero *Cichla* (Schneider, 1801), também conhecidas como tucunarés, são oriundas da Bacia Amazônica e representam o principal grupo de peixes piscívoros da família Cichlidae na América do Sul (LOWE-McCONNEL, 1991).

A introdução de espécies constitui um tipo de alteração ecológica que pode modificar a comunidade biótica, na qual a espécie foi introduzida (LI; MOYLE, 1981). A presença da espécie alóctone *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 no Reservatório de Três Marias vem sendo comprovada pela pesca experimental desde 1982, havendo indícios de que a espécie possa ter encontrado condições reprodutivas favoráveis em Três Marias (SATO; GODINHO, 1999). A captura desta espécie começou a ter repercussão a partir de 1985-1986, com rápida expansão (SATO; GODINHO, 1988). Desde então, se tornou uma das espécies mais capturadas na pesca comercial da região de Três Marias. Com a evolução do tucunaré, muitas espécies nativas tiveram declínio muito acentuado, sendo que algumas quase desapareceram. A partir de 1995, as espécies endêmicas que praticamente haviam desaparecido, reapareceram em níveis aparentemente baixos (SATO; SAMPAIO, 2005).

O tucunaré, devido à sua voracidade e facilidade de disseminação fora de seu habitat original pode provocar alterações danosas no ambiente (GODINHO, 1993). Introduções catastróficas de peixes têm sido comprovadas. Zaret e Paine (1973) registraram a proliferação de *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider, 1801 no Lago Gatun (Panamá) e Achieng (1990) registraram a introdução da perca-do-nilo *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) no Lago Victoria (África Oriental). A introdução de *C. ocellaris*, no lago Gatun, Panamá (ZARET, 1982) provocou a extinção de 13 das 17 espécies nativas, depois de seis anos de sua introdução. No Brasil, ainda são poucos os estudos sobre os impactos causados pela introdução de espécies exóticas nos Reservatórios. Segundo Sunaga e Verani (1997) existe possibilidade de espécies alóctones, como o tucunaré (*C. ocellaris*) e a piranha *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 terem causado prejuízos na estrutura das comunidades de peixes de lagos no médio Rio Doce. Godinho et al. (1994) relataram menor riqueza, menor abundância de espécies e menor quantidade de indivíduos de pequeno porte nas lagoas do médio Rio Doce submetidas à introdução de *C. ocellaris* e *P. nattereri*. Prejuízos na comunidade de peixes podem ter ocorrido na Lagoa Redonda, Estado do Rio Grande do Norte pela introdução de *C. ocellaris* (MOLINA et al., 1996). Por outro lado, na Bacia do Rio Paraná a introdução do tucunaré, *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831 e da corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) assumiram grande importância econômica na região (AGOSTINHO; JÚLIO JR., 1999).

Quando uma espécie é introduzida em um ecossistema estabelecido pode ocorrer: substituição de espécies; adição de espécies sem compressão de nicho de espécies similares; adição de espécies com compressão de nichos; múltiplas extinções de espécies, devido a alterações no ambiente ou na cadeia alimentar; insucesso das espécies invasoras durante o estabelecimento (DELARIVA; AGOSTINHO, 1999). No Reservatório de Três Marias, região do Alto Rio São Francisco, ainda são desconhecidos os impactos causados à estrutura da comunidade de peixes nativos pela introdução de *C. kelberi*.

Segundo Pompeu e Godinho (2003) a introdução de espécies exóticas tem causado profundas modificações nas comunidades receptoras, tais como: remoção da vegetação, degradação da qualidade da água, introdução de parasitos e doenças, alterações tróficas, mudanças genéticas e, sobretudo extinção de espécies.

Os objetivos do presente trabalho foram: a) identificar/determinar as espécies de parasitos componentes da fauna; b) analisar a estrutura comunitária dos parasitos metazoários de *C. kelberi* relacionando descritores ecológico-parasitários (prevalência, intensidade e abundância média, riqueza e diversidade parasitárias) com os aspectos bióticos dos hospedeiros (sexo e comprimento total) e com a época de coleta dos mesmos; c) destacar possíveis relações do parasitismo com o hábito alimentar dos peixes; d) descrever a dinâmica das infrapopulações parasitárias, sua riqueza, diversidade e dominância parasitárias e suas associações interespecíficas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta

A área de coleta dos espécimes de *C. kelberi* foi caracterizada no capítulo I.

2.2 Caracterização do hospedeiro

A família Cichlidae inclui espécies que vivem em lagos, na zona marginal de rios e até mesmo entre a vegetação flutuante, com acentuada preferência por ambientes lênticos (SANTOS et al., 1984). Santos e Ferreira (1999) relacionaram os tucunarés (*Cichla* spp.) da Bacia Amazônica como predominantemente piscívoros. Lowe-McConnel (1991) observou que os jovens de *C. ocellaris* ocupam áreas litorâneas com vegetação, enquanto os adultos preferem águas abertas.

Segundo Gomes e Verani (2003) a alimentação de *C. ocellaris* (= *C. kelberi*) varia de acordo com as peculiaridades do habitat que ocupa. A alimentação desta espécie de peixe é baseada em microcrustáceos, rotíferos, insetos, camarões e peixes. No Reservatório de Três Marias, a dieta de *C. kelberi* é caracterizada principalmente pela ingestão de peixes, sendo inclusive registrada a ingestão de um jovem da mesma espécie. Ainda segundo estes autores, *Anchoviella vaillanti* (Steindachner, 1908) foi considerada a presa mais importante no conteúdo estomacal dos tucunarés do Reservatório. Segundo Gomiero e Gomes (2004) as espécies de *Cichla* podem sofrer canibalismo em consequência de competição.

Cichla kelberi (Figura 1) é espécie originária da bacia Amazônica. Vive em ambientes lênticos onde se reproduz principalmente na época de chuvas (ZARET, 1980) e apresenta dimorfismo sexual na época reprodutiva, quando surge no macho uma protuberância pós-occipital (FONTENELE, 1948). Apresenta cuidado parental à prole, alta fecundidade e presença de órgãos adesivos nas larvas evitando que a correnteza as carregue (FONTENELE, 1950), construção de ninhos (BRAGA, 1952), desova parcelada (MAGALHÃES et al., 1996), capacidade de aeração dos ovos independente da taxa de oxigênio dissolvido na água (ZARET, 1980) e hábito alimentar piscívoro (BOISCHIO, 1992; GOMES, 2002). O tucunaré é capturado por pescadores profissionais no Reservatório de Três Marias desde 1982, mas não se sabe como foi introduzido (MAGALHÃES et al., 1996).

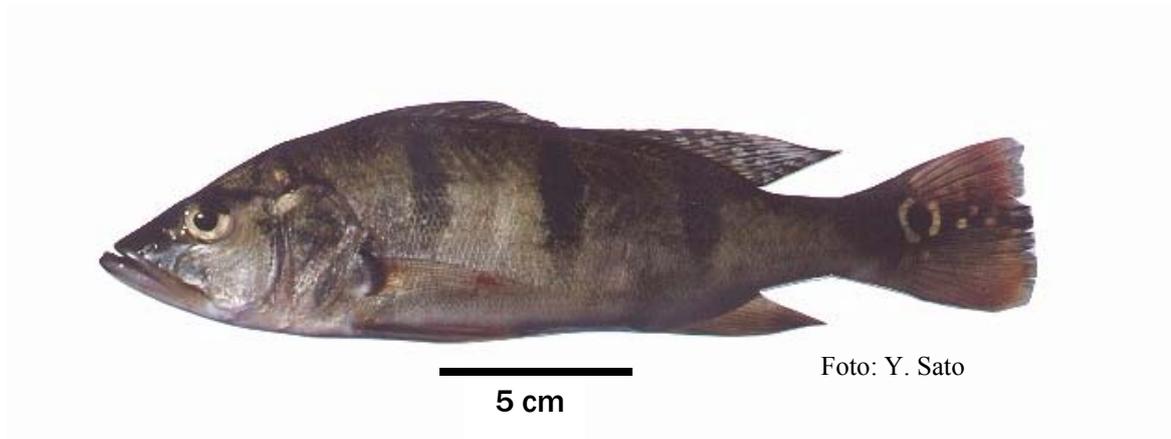


Figura 1. Espécime de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros

Cento e doze espécimes de *C. kelberi* foram coletados no Reservatório de Três Marias, na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), região do Alto São Francisco, Município de Três Marias, Estado de Minas Gerais no período compreendido entre agosto de 2004 e julho a agosto de 2005 (período de estiagem) e janeiro de 2004 e entre dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso). As coletas dos peixes foram realizadas com o auxílio de rede de espera, colocadas na noite anterior por pescadores da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (EPT/CODEVASF).

Os espécimes de *C. kelberi* foram identificados e classificados segundo Kullander e Ferreira (2006) e em seguida, necropsiados no Laboratório de Ictiologia da EPT/CODEVASF. No momento da necropsia, o comprimento total, o peso e o sexo foram anotados em formulários de necropsia para peixes (ANEXO I) seguindo protocolos de Amato et al. (1991).

2.4 Características da amostra dos hospedeiros

Os hospedeiros foram pesados com balança Filizola, medidos com ictiômetro ou régua milimetrada e o sexo anotado nos formulários após observação das gônadas durante as necropsias. Foram coletados 112 espécimes de *C. kelberi*, sendo 59 machos, com comprimento total médio $29,6 \pm 6,2$ cm (18,0 a 48,0 cm) e peso médio $419,2 \pm 285,3$ g (85,0 a 1540 g) e 53 fêmeas com comprimento total médio $28,4 \pm 4,4$ cm (20,0 a 35,5 cm) e peso $366,9 \pm 179,7$ g (85,0 a 684,0 g). Não houve diferença estatisticamente significativa do comprimento total e do peso entre os hospedeiros machos e fêmeas ($t = 1,17$, $p = 0,24$; $t = 1,15$, $p = 0,25$). Na estiagem, foram coletados 62 tucunarés, sendo 29 machos com comprimento total médio $30,5 \pm 6,8$ cm (18,0 a 48,0 cm) e peso médio $460,7 \pm 319,8$ g (85,0 a 1540 g) e 33 fêmeas com comprimento médio $29,8 \pm 4,1$ cm (21,0 a 35,5 cm) e peso médio $425,4 \pm 181,3$ g (96,0 a 684,0 g). No período chuvoso, foram coletados 50 peixes, sendo 30 machos com comprimento e peso médio $28,7 \pm 5,4$ cm (20,5 a 41,0 cm) e $379,1 \pm 246,4$ g (120,0 a 1000 g), respectivamente e 20 fêmeas com comprimento e peso médio $26,0 \pm 4,0$ cm (20,0 a 34,0 cm) e $270,2 \pm 131,3$ g (85,0 a 574,0 g), respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa do tamanho e do peso entre os hospedeiros machos e fêmeas no período de estiagem ($t = 0,49$, $p = 0,62$; $t = 0,54$, $p = 0,59$, respectivamente) e nem no período chuvoso ($t = 1,89$, $p = 0,06$; $t = 1,81$, $p = 0,08$, respectivamente).

2.5 Necropsia dos hospedeiros

A necropsia dos espécimes de *C. kelberi* seguiu metodologia descrita no capítulo I.

2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes parasitos

Para apresentação dos respectivos grupos de parasitos no decorrer do capítulo foram citados primeiramente os ectoparasitos e posteriormente os endoparasitos.

Espécimes de Monogenea, Copepoda, Digenea, Eucestoda e Nematoda foram coletados, fixados e processados de acordo com Amato et al. (1991) e Eiras et al. (2000), conforme procedimentos descritos no Capítulo I.

2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos

Os Monogenea foram identificados de acordo com Kritsky et al. (1989) e Thatcher et al. (2006). A classificação dos Monogenea seguiu Bush et al. (2001).

Os Copepoda foram identificados e classificados segundo Thatcher (2006).

As metacercárias (Digenea) foram identificadas e classificadas de acordo com Gibson et al. (2002).

Os Eucestoda foram identificados e classificados segundo Rego (1994), Takemoto e Pavanelli (1996) e Rego et al. (1999).

Os Nematoda foram identificados de acordo com Travassos et al. (1928), Vaz e Pereira (1934), Vicente et al. (1985), Moravec et al. (1993), Moravec (1998), e Vicente e Pinto (1999) e classificados segundo Bush et al. (2001).

2.8 Análise estatística e estrutura da comunidade parasitária

Os testes estatísticos realizados na comunidade componente e nas infracomunidades parasitárias e as classificações aplicadas à comunidade parasitária de *C. kelberi* seguiram metodologias descritas no capítulo II.

2.9 Depósito dos espécimes

Espécimes representativos de *C. kelberi* foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, N° 95148. Espécimes-tipo ou espécimes representativos dos parasitos de *C. kelberi* foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, conforme numeração apresentada nos resultados.

3 RESULTADOS

3.1 Estrutura da comunidade parasitária

Dos 112 espécimes de *C. kelberi* coletados, 59 (52,7%) eram machos e 53 (47,3%) eram fêmeas. Na amostra analisada, nem todos os peixes estavam parasitados. Foram coletadas doze espécies de parasitos metazoários, sendo duas espécies de ectoparasitos e dez espécies de endoparasitos, sendo quatro espécies de endoparasitos adultos e seis espécies de endoparasitos larvais, totalizando 3205 espécimes e média de 28,6 parasitos por peixe.

Dos 3205 espécimes de parasitos coletados em *C. kelberi*, 55 (1,7%) eram ectoparasitos e 3150 (98,3%) endoparasitos, sendo 2270 (70,8%) endoparasitos adultos e 880 (27,5%) endoparasitos larvais (Figura 2).

Em Monogenea, foram coletadas *Gussevia* sp. e em Crustacea foram coletadas *Ergasilus* sp., representante de Copepoda.

Entre os endoparasitos adultos, foram encontradas quatro espécies, duas de Eucestoda: *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850) e *Proteocephalus microscopicus* Woodland, 1935 e duas de Nematoda: *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927) e *Rhabdochona* sp..

Entre os endoparasitos larvais, foram coletadas seis espécies de parasitos, sendo uma de Digenea: *Austrodiplostomum* sp. (metacercárias) e cinco de Nematoda: *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Spiroxyx* sp. e *Goezia* sp..

O grupo taxonômico de parasito mais representativo na comunidade parasitária de *C. kelberi* foi Nematoda, seguido de Digenea e de Eucestoda com uma porcentagem de parasitismo de 61,6%, 59,8% e 50,9% e média de 8,1 (563 espécimes), 4,7 (319 espécimes) e de 39,8 (2268 espécimes) parasitos por peixe, respectivamente. Monogenea e Copepoda constituíram grupos com baixa prevalência 16,1% e 3,6%, respectivamente (Figura 3).

Dos 112 espécimes de tucunarés coletados, 62 foram coletados na seca e 50 na cheia. Tanto nos períodos isolados, quanto no período integral de coleta o grupo de parasitos com maior número de espécimes foi Eucestoda. Nematoda e Digenea apresentaram maior número de espécimes na seca, e Eucestoda apresentou maior número de espécimes na cheia (Figura 4).

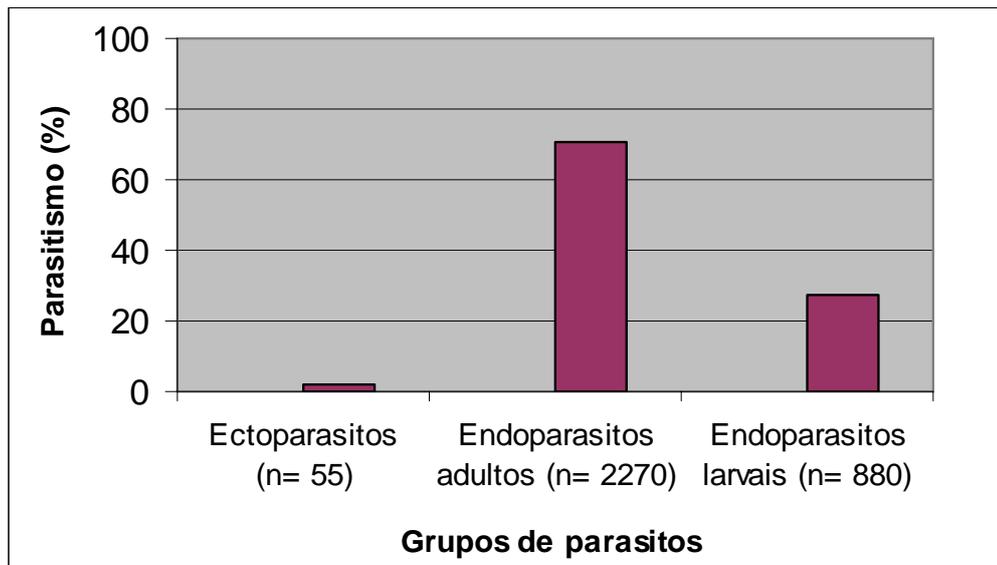


Figura 2. Representatividade dos tipos de parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

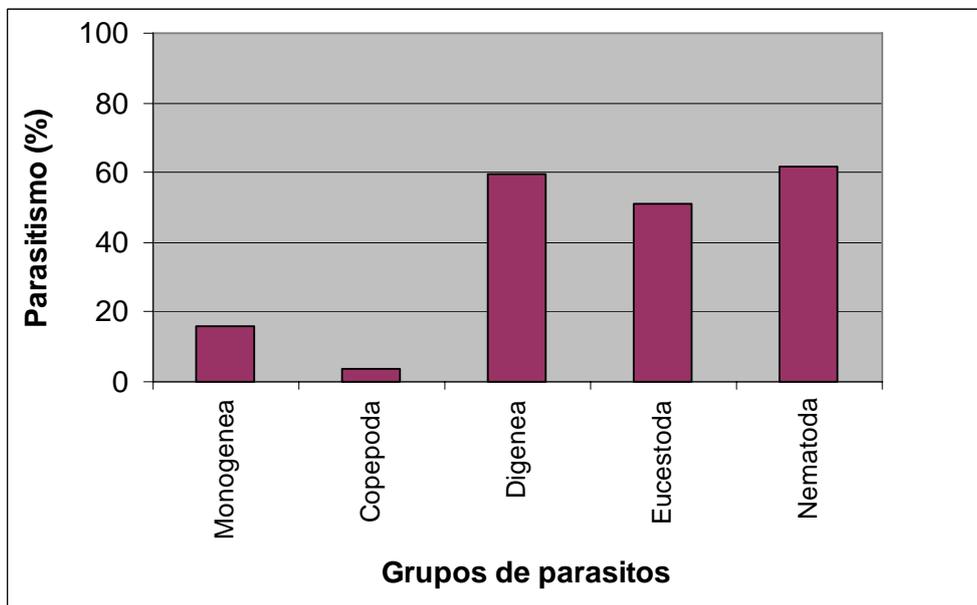


Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

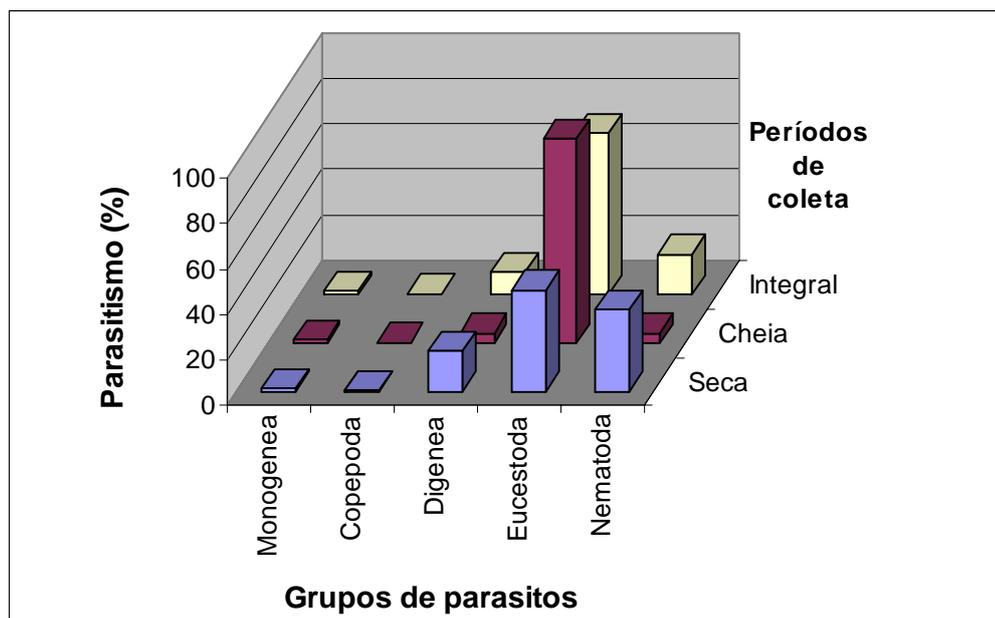


Figura 4. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Frâncico, Minas Gerais, Brasil.

Em relação à comunidade parasitária de *C. kelberi*, as metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. foram mais prevalentes (59,8%), seguido das larvas de *Hysterothylacium* sp. (58%) e dos cestóides *P. macrophallus* (36,6%) e *P. microscopicus* (27,7%), respectivamente. As espécies com menores valores de prevalência e abundância foram *C. sentinosa* e *Rhabdochona* sp. (0,9% e 0,009, respectivamente para as duas espécies). Os valores de intensidade média variaram de 1,0 a 42,68 (Tabela 1).

Quanto ao valor de importância foram classificadas três espécies secundárias: *Austrodiplostomum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *P. macrophallus* e nove espécies satélites: *Gussevia* sp., *Ergasilus* sp., *Contracaecum* sp., *P. inopinatus*, *Spiroxys* sp., *Goezia* sp., *C. sentinosa*, *Rhabdochona* sp. e *P. microscopicus*. Não houve espécie central na comunidade parasitária de *C. kelberi* (Tabela 1).

O índice de dominância de Simpson (C) indicou que não houve dominância na comunidade parasitária de *C. kelberi* ($C = 0,21$), apesar de *P. macrophallus* e *Hysterothylacium* sp. terem apresentado valores de frequência de dominância mais elevados (Tabela 2).

Os parasitos metazoários de *C. kelberi* apresentaram o típico padrão de distribuição agregado ou superdisperso, padrão comum em ictioparasitologia, como ilustrado na tabela 3.

Com exceção de *Austrodiplostomum* sp. e *Contracaecum* sp., consideradas espécies alogênicas, o restante das espécies de parasitos encontradas em *C. kelberi* foram classificadas como autogênicas.

Tabela 1. Prevalência (P), amplitude de intensidade (AI), intensidade média (IM) e abundância média (AM), acompanhados do respectivo desvio padrão (DP), valor de importância (VI) (S_A= satélite, S_E= secundária) e localização (B= brânquias, C= celoma, E= estômago, IA= intestino anterior, I_M= intestino médio, I_P= intestino posterior, N= narinas, O= olhos) dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 no período integral de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	P (%)	AI	IM ± DP	AM ± DP	VI	Localização
Monogenea						
<i>Gussevia</i> sp. CHIOC 35554	16,1	1-11	2,61±2,59	0,42±1,40	S _A	B
Copepoda						
<i>Ergasilus</i> sp. CHIOC 36966	3,6	1-4	2,00±1,41	0,07±0,44	S _A	B, N
Digenea						
<i>Austrodiplostomum</i> sp. (metacercária) CHIOC 36964	59,8	1-40	4,76±6,70	2,85±5,67	S _E	O
Eucestoda						
<i>Proteocephalus macrophallus</i> CHIOC 36962	36,6	1-648	42,68±102,3	15,62±64,81	S _E	C, I _A , I _M , I _P
<i>Proteocephalus microscopicus</i> CHIOC 36963	27,7	1-107	16,71±23,7	4,62±14,42	S _A	E, I _A , I _M , I _P
Nematoda						
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i> (adulto)	0,9	1	1,0	0,009±0,09	S _A	E
<i>Rhabdochona</i> sp. (adulto)	0,9	1	1,0	0,009±0,09	S _A	C
<i>Hysterothylacium</i> sp. (larvas) CHIOC 36965	58,0	1-57	8,51±12,1	4,94±10,11	S _E	C, E, I _A , I _M , I _P
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larvas) CHIOC 35555	1,8	1	1,0	0,018±0,13	S _A	C, I _M
<i>Procamallanus inopinatus</i> (larvas) CHIOC 35556	1,8	1	1,0	0,018±0,13	S _A	I _A , I _M
<i>Spiroxys</i> sp. (larvas) CHIOC 35557	1,8	1	1,0	0,018±0,13	S _A	C, I _M
<i>Goezia</i> sp. (larvas) CHIOC 35558	1,8	1	1,0	0,018±0,13	S _A	C, I _A

Tabela 2. Frequência de dominância, frequência de dominância compartilhada e dominância relativa média dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Frequência de dominância	Frequência de dominância compartilhada	Dominância relativa média ± Desvio Padrão
<i>Gussevia</i> sp.	2	1	0,033±0,130
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	23	6	0,236±0,332
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	31	1	0,242±0,357
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	9	1	0,109±0,243
<i>Hysterothylacium</i> sp.	30	3	0,281±0,369

Tabela 3. Valores do índice de dispersão e do estatístico *d* dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Índice de dispersão	<i>d</i>
<i>Gussevia</i> sp.	4,664	17,314*
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	11,306	35,233*
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	268,869	229,447*
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	44,969	85,050*
<i>Hysterothylacium</i> sp.	20,688	52,904*

*valores significativos: $d > 1,96$

3.2 Infracomunidades parasitárias

Foi coletado um total de 3205 espécimes parasitando *C. kelberi*, com média $28,6 \pm 66,6$, cuja amplitude variou de 1-648 espécimes de parasitos para cada hospedeiro analisado.

A comunidade parasitária de *C. kelberi* apresentou $H' = 0,55$, $E = 2,40$, $D_{bp} = 0,55$, riqueza parasitária média $2,12 \pm 1,13$ e abundância parasitária média $28,6 \pm 66,6$. Não houve correlação significativa entre a riqueza parasitária e o comprimento total ($r_s = -0,015$, $p = 0,88$) e nem com o sexo dos hospedeiros ($U = 1529,0$, $p = 0,84$). A abundância total média mostrou-se correlacionada negativamente com o comprimento total dos peixes ($r_s = -0,19$, $p = 0,04$), mas não com o sexo ($U = 1520,0$, $p = 0,80$).

Dos 112 espécimes de *C. kelberi* coletados, nove (8,03%) não estavam parasitados, 22 (19,64%) estavam parasitados por uma espécie de parasito, 44 (39,29%) por duas, 24 (21,42%) por três, 11 (9,82%) por quatro e dois (1,79%) por cinco espécies de parasitos (Figura 5).

As infracomunidades parasitárias de *C. kelberi* apresentaram diversidade média $0,20 \pm 0,16$. A infracomunidade com maior valor de diversidade parasitária $H' = 0,62$, apresentou cinco espécies de parasitos e $E = 3,74$. Vinte e duas infracomunidades apresentaram diversidade mínima ($H' = 0$).

Ocorreram duas associações na comunidade parasitária de *C. kelberi*, uma entre endoparasitos adultos com correlação entre suas abundâncias e uma associação entre a prevalência dos endoparasitos larvais (Tabela 4).

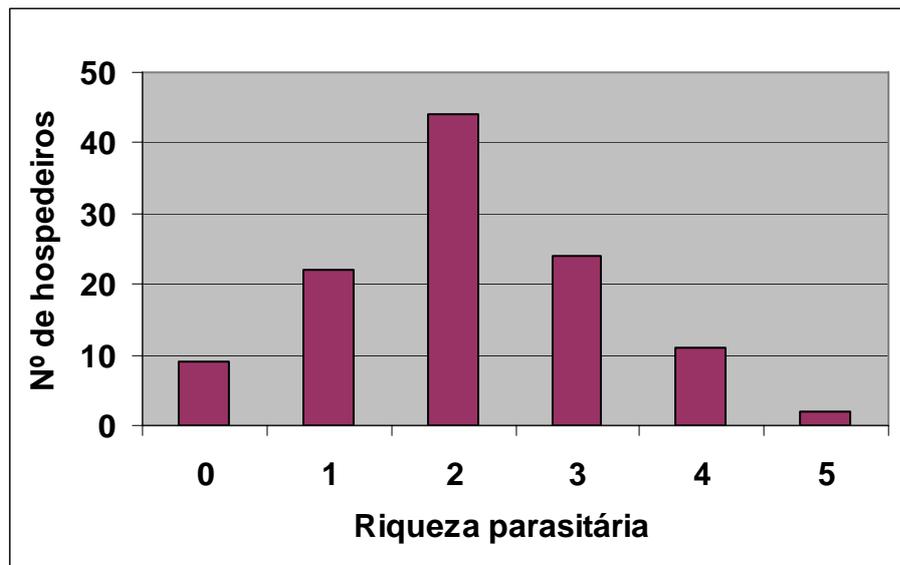


Figura 5. Distribuição da riqueza parasitária de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 4. Análise dos descritores parasitários das espécies co-ocorrentes em *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Pares de espécies	Prevalência		Abundância	
	X^2	p	r_s	p
Endoparasitos adultos				
<i>Proteocephalus macrocephallus</i> – <i>Proteocephalus microscopicus</i>	1,91	0,17	0,24	0,01*
Endoparasitos larvais				
<i>Austrodiplostomum</i> sp. - <i>Hysterothylacium</i> sp.	4,81	0,03*	0,18	0,05

*valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; r_s : correlação por postos de Spearman.

3.3 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

3.3.1 Possível influência do sexo dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Foram analisados 53 fêmeas e 59 machos de *C. kelberi*, cuja prevalência, intensidade e abundância média dos parasitos encontrados estão ilustradas na Tabela 5. As fêmeas apresentaram diversidade média $0,21 \pm 0,14$ (0–0,60), riqueza $2,11 \pm 1,28$ (0–5 espécies). Os machos apresentaram $0,20 \pm 0,17$ (0–0,62), $2,10 \pm 0,99$ (0–5), respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de diversidade parasitária e os valores de riqueza parasitária em relação ao sexo dos hospedeiros ($U = 1221,5$, $p = 0,58$; $U = 1529,0$, $p = 0,84$, respectivamente).

No período integral de coleta, os índices parasitários das cinco espécies de parasitos analisadas não foram influenciadas pelo sexo de *C. kelberi* (Tabela 6).

Tabela 5. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 examinados por sexo do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Monogenea						
<i>Gussevia</i> sp.	15,2	16,9	2,7	2,5	0,4	0,4
Copepoda						
<i>Ergasilus</i> sp.	3,4	3,8	3,0	1,0	0,1	0,04
Digenea						
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	67,8	50,9	4,7	4,8	3,2	2,4
Eucestoda						
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	35,6	37,7	22,0	64,3	7,8	24,3
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	22,0	33,9	23,7	11,7	5,2	3,9
Nematoda						
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	-	1,9	-	1,0	-	0,02
<i>Rhabdochona</i> sp.	-	1,9	-	1,0	-	0,02
<i>Hysterothylacium</i> sp.	59,3	56,6	8,8	8,1	5,2	4,6
<i>Contraecaecum</i> sp. Tipo 1	1,7	1,9	1,0	1,0	0,02	0,02
<i>Procamallanus inopinatus</i>	1,7	1,9	1,0	1,0	0,02	0,02
<i>Spiroxys</i> sp.	-	3,8	-	1,0	-	0,04
<i>Goezia</i> sp.	3,4	-	1,0	-	0,03	-

Tabela 6. Análise dos índices parasitários sob possível influência do sexo de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	X^2	p	U	p	U	p
<i>Gussevia</i> sp.	0,06	0,80	30,00	0,37	1549,50	0,93
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	2,63	0,10	505,50	0,66	1265,50	0,08
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	0,001	0,97	145,00	0,09	1465,00	0,56
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	1,43	0,23	83,50	0,16	1468,50	0,57
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,09	0,76	481,00	0,72	1465,00	0,56

Significância: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste de Mann-Whitney.

3.3.2 Possível influência do comprimento total dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

A abundância de *P. macrophallus* foi mais elevada em peixes de menor comprimento total - correlação negativa (Tabela 7). Nenhuma outra espécie de parasito obteve correlação de seus índices com o tamanho de seus hospedeiros. A diversidade e a riqueza das infracomunidades parasitárias não foram correlacionadas com o comprimento total dos hospedeiros ($r_s = -0,15, p = 0,12$; $r_s = -0,015, p = 0,88$).

Tabela 7. Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>	<i>r_s</i>	<i>p</i>
<i>Gussevia</i> sp.	-0,44	0,31	-0,12	0,63	-0,15	0,09
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	0,37	0,40	-0,06	0,59	-0,07	0,45
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	-0,78	0,06	-0,09	0,58	-0,23	0,01*
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	-0,22	0,67	-0,03	0,85	-0,14	0,15
<i>Hysterothylacium</i> sp.	-0,72	0,06	0,19	0,12	0,06	0,52

*valores significativos: $p < 0,05$; *r*: correlação de Pearson; *r_s*: correlação por postos de Spearman.

3.3.3 Possível influência da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Foram coletados 62 espécimes de *C. kelberi* na estiagem e 50 no período chuvoso, cuja prevalência, intensidade e abundância média dos parasitos encontrados estão ilustradas na tabela 8. Os peixes analisados na estiagem apresentaram diversidade parasitária média $0,19 \pm 0,15$ (0-0,62) e riqueza parasitária média $2,69 \pm 1,08$ (0-5 espécies). Os peixes provenientes do período chuvoso apresentaram $0,22 \pm 0,16$ (0-0,60) e $1,38 \pm 0,69$ (0-2 espécies), respectivamente. A riqueza parasitária esteve correlacionada significativamente com a época de coleta ($U = 482,0$, $p < 0,0001$), ao contrário da diversidade parasitária ($U = 1133,0$, $p = 0,25$).

Hysterothylacium sp. apresentou alguns de seus parâmetros parasitários significativamente mais elevados na estiagem, ao contrário da prevalência e abundância de *P. macrophallus*, que foram significativamente mais elevados na estação chuvosa (Tabela 9). A análise do período chuvoso isoladamente indicou que a abundância de *Austrodiplostomum* sp. foi mais elevada em peixes machos (Tabela 10).

Na seca, três (4,84%) hospedeiros não estavam parasitados, três (4,84%) estavam parasitados por uma espécie de parasito, 19 (30,65%) por duas espécies, 24 (38,71%) por três, onze (17,74%) por quatro e dois (3,22%) por cinco espécies. Na cheia, seis (12,0%) peixes não estavam parasitados, 19 (38,0%) estavam parasitados por uma espécie de parasito e 25,0 (50%) por duas. Na cheia, nenhum hospedeiro estava parasitado por mais de duas espécies (Figura 6).

Tabela 8. Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos metazoários de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 em seus respectivos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média		Abundância média	
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso
Monogenea						
<i>Gussevia</i> sp.	9,7	24,0	3,0	2,4	0,3	0,6
Copepoda						
<i>Ergasilus</i> sp.	3,2	4,0	1,5	2,5	0,05	0,1
Digenea						
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	64,5	54,0	5,9	3,0	3,8	1,6
Eucestoda						
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	24,2	52,0	28,3	51,0	6,8	26,5
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	29,0	26,0	9,5	26,7	2,7	6,9
Nematoda						
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	-	2,0	-	1,0	-	0,02
<i>Rhabdochona</i> sp.	-	2,0	-	1,0	-	0,02
<i>Hysterothylacium</i> sp.	62,9	52,0	12,3	2,8	7,7	1,5
<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1	1,6	2,0	1,0	1,0	0,02	0,02
<i>Procamallanus inopinatus</i>	-	4,0	-	1,0	-	0,04
<i>Spiroxys</i> sp.	1,6	2,0	1,0	1,0	0,02	0,02
<i>Goezia</i> sp.	3,2	-	1,0	-	0,03	-

Tabela 9. Análise dos índices parasitários sob possível influência do período de coleta (estiagem e chuvoso) de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	X^2	p	U	p	U	p
<i>Gussevia</i> sp.	3,21	0,07	19,000	0,12	1345,00	0,21
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	2,63	0,10	406,50	0,08	1253,50	0,08
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	8,06	0,004*	170,00	0,51	1144,00	0,02*
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	0,02	0,08	74,500	0,09	1545,50	0,98
<i>Hysterothylacium</i> sp.	3,35	0,06	253,50	0,001*	1116,00	0,01*

*valores significativos: $p < 0,05$; X^2 : qui-quadrado com correção de Yates; U : teste de Mann-Whitney.

Tabela 10. Descritores parasitários nos períodos de coleta (estiagem e chuvoso, respectivamente) sob possível influência do sexo de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Estiagem				Chuvoso			
	Prevalência		Abundância		Prevalência		Abundância	
	χ^2	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Gussevia</i> sp.	1,26	0,26	420,00	0,38	0,04	0,83	231,00	0,51
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	0,17	0,67	448,00	0,67	3,65	0,05	168,50	0,008*
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	1,29	0,25	385,50	0,25	1,47	0,22	222,00	0,12
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	1,96	0,16	398,50	0,25	0,02	0,89	239,50	0,90
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,18	0,89	432,00	0,51	0,08	0,77	275,00	0,63

*valores significativos: $p < 0,05$; χ^2 : qui-quadrado com correção de Yates; *U*: teste de Mann-Whitney.

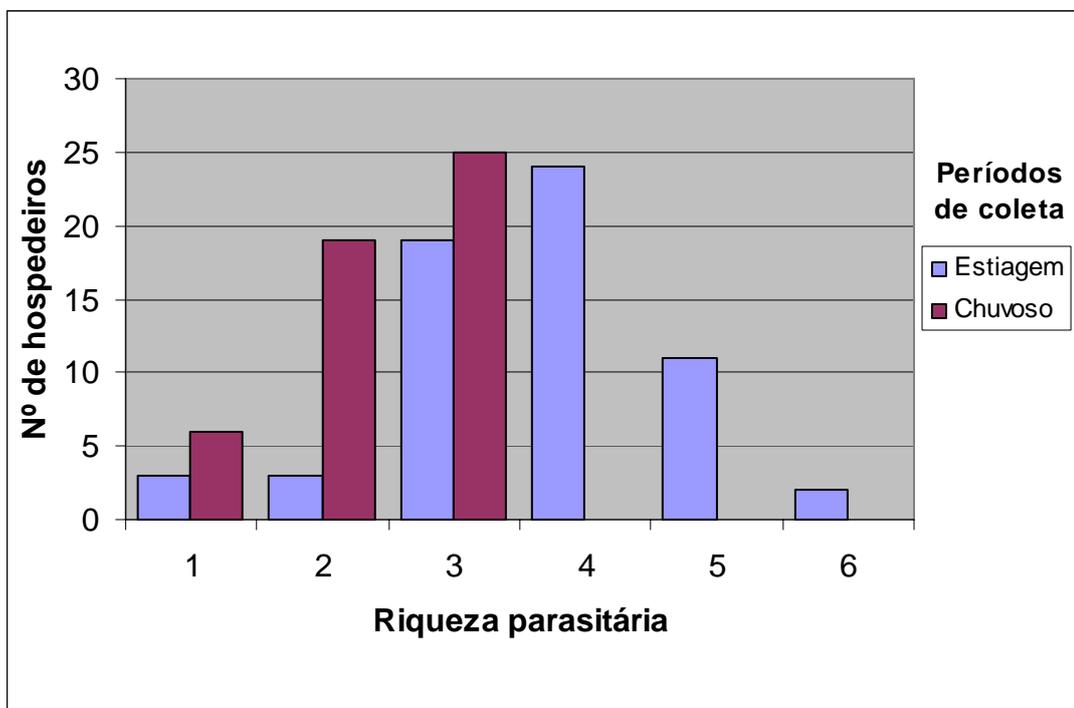


Figura 6. Distribuição da riqueza parasitária de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 em relação aos períodos de coleta do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

4 DISCUSSÃO

4.1 Composição da fauna parasitária

Cichla kelberi do Reservatório de Três Marias apresentou sua fauna parasitária constituída por 12 espécies, sendo duas espécies de ectoparasitos (Monogenea: *Gussevia* sp. e Copepoda: *Ergasilus* sp.) e 10 de endoparasitos, sendo quatro espécies de endoparasitos adultos (Eucestoda: *P. macrophallus* e *P. microscopicus* e Nematoda: *C. sentinosa* e *Rhabdochona* sp.) e seis de endoparasitos larvais (Digenea: *Austrodiplostomum* sp. e Nematoda: *Hysterothylacium* sp., *Contraecum* sp., *P. inopinatus*, *Spiroxys* sp., *Goezia* sp.). Apesar dos endoparasitos terem predominado sobre os ectoparasitos em relação ao número de espécies não houve dominância de nenhuma espécie de parasito na comunidade parasitária de *C. kelberi*.

Austrodiplostomum sp. apresentou o maior valor de prevalência na comunidade parasitária de *C. kelberi* seguida de *Hysterothylacium* sp.. Os proteocefalídeos tiveram valores de prevalência intermediários e os ectoparasitos, representados apenas por duas espécies, obtiveram seus índices parasitários baixos, assim como as demais larvas de nematóides.

A comunidade parasitária do tucunaré *C. kelberi* foi constituída por três espécies secundárias (*Austrodiplostomum* sp., *P. macrophallus* e *Hysterothylacium* sp.) e por nove espécies satélites (*Gussevia* sp., *Ergasilus* sp., *P. microscopicus*, *C. sentinosa*, *Rhabdochona* sp., *P. inopinatus*, *Contraecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.). Nenhuma espécie central foi encontrada. Apesar de seu hábito alimentar piscívoro, Gomes e Verani (2003) salientaram que os tucunarés variam de hábito alimentar à medida que variam de “habitat”, passando de microcrustáceos e rotíferos para insetos e camarões e por último, peixes. Isto pode justificar a baixa prevalência das espécies satélites encontradas, tais como: *C. sentinosa* e *Rhabdochona* sp., além das larvas de nematóides, com exceção de *Hysterothylacium* sp., cujo encontro pareceu ser acidental. Essas espécies devem ter baixas taxas de transmissão e um menor potencial para colonizar *C. kelberi*, fato que pode ter ocorrido pela menor disponibilidade de hospedeiros intermediários no caso dos endoparasitos, ou ainda, devido à maior patogenicidade destes parasitos que acarretaria uma resposta imunológica mais eficiente (GUIDELLI et al., 2003). É provável que essas larvas de nematóides utilizem várias espécies de peixes para garantir sucesso na transmissão parasitária.

O ciclo das espécies de diplostomídeos inclui moluscos aquáticos e peixes como primeiro e segundo hospedeiros intermediários, respectivamente e aves piscívoras como hospedeiros definitivos (SZIDAT; NANI, 1951). Ainda segundo esses autores, as cercárias dos diplostomídeos livres na água penetram ativamente na pele dos peixes, onde na corrente sanguínea são transportadas para os olhos através de estímulos químicos e desenvolvem-se em metacercárias. As aves piscívoras (biguás e gaivotas) ao predarem os peixes infectados podem adquirir estas metacercárias, que nesse caso se desenvolverão em vermes adultos no intestino. Quando os olhos dos hospedeiros apresentam elevado número de metacercárias, os peixes são conhecidos pelos pescadores por apresentar “catarata verminosa”, devido à opacidade que se estabelece no cristalino (SZIDAT; NANI, 1951). Nesse estudo, espécimes de *Austrodiplostomum* sp., representante de Diplostomidae, encontrados livres (não encistados) nos olhos (cristalino e humor vítreo) dos tucunarés incluem esses peixes nessa listagem dos hospedeiros intermediários.

As larvas de *Hysterothylacium* sp. encontradas na cavidade celomática, estômago, intestinos anterior, médio e posterior apresentaram elevada prevalência, com mais de 50% dos peixes coletados parasitados. É provável, que os espécimes de *C. kelberi* ao se alimentarem de presas (peixes) menores adquiram estas larvas que se acumulam nestes peixes até encontrarem seus hospedeiros definitivos. Neste caso, *C. kelberi* também pode constituir um hospedeiro

paratênico. De acordo com Bell e Burt (1991) peixes piscívoros albergam maior quantidade de espécies de endoparasitos do que peixes não piscívoros, pois ao se alimentarem de peixes forrageiros (menores) adquirem junto com o alimento possíveis larvas de helmintos presentes.

Proteocephalus macrophallus e *P. microscopicus* até o presente momento, constituem endohelmintos exclusivos de *Cichla* spp., nunca tendo sido encontrado em outras espécies de peixes (REGO, 1994; MACHADO et al., 2000; THATCHER, 2006). Segundo Guégan e Kennedy (1993) citados por Poulin e Morand (2004) a fauna de parasitos de uma espécie de peixe é influenciada desde o momento em que ela é introduzida em um novo habitat. Peixes introduzidos em uma nova localidade geralmente carregam consigo poucas espécies de parasitos que os parasitavam no local de origem, adquirindo normalmente novas espécies de parasitos no novo habitat (POULIN; MORAND, 2004). Sendo *C. kelberi* espécie exótica é possível que os cestóides proteocefalídeos encontrados tenham sido introduzidos juntamente com seus hospedeiros, pois até o momento nenhuma outra espécie de peixe do Reservatório de Três Marias ou da região do Alto Rio São Francisco cuja fauna parasitária foi investigada apresentou tais helmintos (BRASIL-SATO, 1999, 2003; BRASIL-SATO; SANTOS, 2003, 2005; SANTOS; BRASIL-SATO, 2006).

A comunidade parasitária de *C. kelberi* esteve constituída por espécies alogênicas como *Austrodiplostomum* sp. e *Contracaecum* sp. que possuem aves piscívoras terrestres como hospedeiros definitivos e por espécies autogênicas como *P. inopinatus*, *P. macrophallus* e *P. microscopicus*.

Todas as espécies de parasitos analisadas apresentaram o típico padrão de distribuição agregada ou superdispersa, padrão comum em estudos de parasitos de peixes de água doce (ALMEIDA, 1998; BRASIL-SATO, 1999; MACHADO et al., 2000; GUIDELLI et al., 2003; SANTOS; BRASIL-SATO, 2006).

4.2 Influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias

Segundo Esch et al. (1988) o sexo dos hospedeiros constitui um dos fatores importantes no que diz respeito ao parasitismo de peixes. A não correlação entre o sexo de *C. kelberi* e a diversidade e a riqueza parasitária indica que tanto peixes machos quanto fêmeas ocupam o mesmo habitat, possuem mesmo comportamento e conseqüentemente apresentam dieta alimentar semelhante durante todo seu desenvolvimento ontogenético.

No período integral de coleta não houve correlação entre o sexo de *C. kelberi* e os índices parasitários das espécies de parasitos encontradas. Porém, no período chuvoso, os machos de *C. kelberi* foram mais parasitados pelas metacercárias de *Austrodiplostomum* sp., do que na estiagem. Isto pode ser justificado por algum comportamento mais desenvolvido nos machos, no período chuvoso, que favoreceu maior penetração dessas larvas de Digenea na pele dos peixes. Zaman e Seng (1989) comentam que hormônios masculinos podem ter a capacidade de favorecer o crescimento e sobrevivência de algumas espécies de parasitos. Folstad e Karter (1992) citado por Poulin (1996) sugerem que elevados níveis de testosterona tornam os machos imunodeprimidos e conseqüentemente mais favoráveis ao parasitismo. Em *C. monoculus* Spix & Agassiz, 1831, do Rio Paraná, o sexo dos hospedeiros influenciou significativamente os índices parasitários de *P. macrophallus*, *Quadrigyrus machadoi* Fabio, 1983 e *Sciadocephalus megalodiscus* Diesing, 1850. A prevalência e a intensidade parasitária de *P. macrophallus* foram mais elevadas em peixes machos, enquanto que em *Q. machadoi* estes mesmos índices foram mais elevadas nas fêmeas. A intensidade parasitária de *S. megalodiscus* foi mais elevada em peixes machos (MACHADO et al., 2000). Entretanto, as diferenças no parasitismo observadas no presente trabalho, devem surgir, em função de alguma diferença de exposição de machos e fêmeas aos seus parasitos do que unicamente por um fator hormonal.

Em relação ao comprimento total dos hospedeiros, *P. macrophallus* esteve correlacionada negativamente com peixes de menor tamanho. Segundo Gomes e Verani (2003) a alimentação dos tucunarés do Reservatório de Três Marias varia de acordo com a ocupação do habitat. Lowe-McConnel (1991) afirmou que os tucunarés mais jovens preferem áreas com vegetação, enquanto os maiores preferem águas abertas. É provável que os hospedeiros intermediários dos cestóides proteocefalídeos, estejam melhor distribuídos nas áreas ocupadas pelos peixes jovens e menores. A imunidade adquirida também poderia justificar a menor abundância de *P. macrophallus* nos tucunarés de maior comprimento total. Machado et al. (2000) estudando a parasitofauna de *C. monoculus*, do Rio Paraná, verificaram que a prevalência de *P. macrophallus* e de *S. megalodiscus*, assim como a prevalência e a intensidade de *P. microscopicus* foram mais elevadas em peixes de maior comprimento total e justificaram isto a um possível processo cumulativo da infecção. Em relação às outras espécies de parasitos encontradas em *C. kelberi* não houve diferença dos índices parasitários em relação ao tamanho dos peixes. A abundância total média dos parasitos de *C. kelberi* foram significativamente mais elevadas em peixes de menor tamanho, indicando que as taxas de transmissão dos parasitos foram favorecidas nos peixes de menores.

Em relação ao período de coleta, as larvas de *Hysterothylacium* apresentaram intensidade e abundância parasitárias mais elevadas na estiagem, ao contrário da prevalência e a abundância de *P. macrophallus* que foram mais elevadas no período chuvoso. No caso das larvas de *Hysterothylacium* sp. é provável que na estiagem, com o menor nível hidrológico do reservatório peixes menores previamente infectados tenham permanecidos mais concentrados e com isso tenham sido predados mais facilmente pelos tucunarés, potencializando assim a infecção. No período chuvoso, devido ao maior nível hidrológico do reservatório, é possível que tenha ocorrido maior distribuição dos artrópodes infectados, atingindo assim um maior número de peixes. Segundo Esteves e Sato (1986) a vegetação marginal terrestre é recoberta pelas águas das chuvas, entrando em decomposição, onde os nutrientes liberados favorecem a multiplicação do zooplâncton presente. Esses fatores associados podem justificar os maiores índices parasitários de *P. macrophallus* nesta época de coleta. A riqueza parasitária foi significativamente mais elevada na estiagem, onde cinco espécies de parasitos foram encontradas, ao contrário do período chuvoso, onde somente duas espécies de parasitos foram observadas.

As associações positivas significativas observadas para os pares de espécies de endoparasitos adultos *P. macrophallus* e *P. microscopicus* com correlação positiva entre suas abundâncias podem indicar que estas espécies associadas tenham os mesmos requerimentos ecológicos e que provavelmente existam hospedeiros intermediários frequentes e comuns para as espécies associadas (GUIDELLI et al., 2003) e para as espécies de endoparasitos larvais *Hysterothylacium* sp. e *Austrodiplostomum* sp., com correlações positivas entre suas prevalências podem indicar que houve oportunismo para ambas espécies.

5 CONCLUSÕES

Não houve dominância entre as espécies de parasitos na comunidade parasitária de *C. kelberi*;

Houve predominância de espécies de nematóides larvais satélites na comunidade parasitária de *C. kelberi*, indicando que este ciclídeo piscívoro atua principalmente como hospedeiro intermediário e/ou paratênico;

A prevalência e abundância elevadas registradas para as larvas de *Hysterothylacium* em *C. kelberi* do presente trabalho indicam o potencial piscívoro desta espécie de peixe que provavelmente adquiriu estas larvas ao se alimentar de peixes forrageiros infectados;

A presença de proteocefalídeos na parasitofauna indica que *C. kelberi* constitui hospedeiro definitivo e que este peixe não se alimenta exclusivamente de peixes forrageiros no Reservatório de Três Marias, mas também de artrópodes previamente infectados;

Peixes menores e provenientes da estiagem foram significativamente mais parasitados, devido à elevação da transmissão parasitária provavelmente facilitada pelos tipos de alimentos consumidos e locais utilizados para alimentação pelos peixes nesse período.

Todos os parasitos são registrados pela primeira vez em *C. kelberi*, ampliando assim a listagem de hospedeiros e o Reservatório de Três Marias, no Alto São Francisco constitui nova localidade ampliando a distribuição geográfica conhecida deles.

A comunidade parasitária de *C. kelberi* foi considerada isolacionista pela ausência de espécie central, poucas espécies secundárias, elevado número de espécies satélites e baixo número de associações interespecíficas significativas, demonstrando que há nicho vago para ocupação por outras espécies de parasitos.

CAPÍTULO V

COMPARAÇÃO DAS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES CARNÍVOROS DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, ALTO RIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

RESUMO

Para avaliação da estrutura e similaridade qualitativa e quantitativa das comunidades componentes parasitárias de três espécies de peixes piscívoras do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais, 388 espécimes de peixes foram coletados na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W) deste reservatório. Foram necropsiados 108 espécimes de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e 168 de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) (Characiformes, Characidae, Serrasalminae) e 112 de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae). Em *P. piraya* foram encontrados 7465 espécimes de parasitos, em *S. brandtii* 4259 e em *C. kelberi* 3205, os quais totalizaram 14914 espécimes. Pelo menos 27 espécies de parasitos metazoários foram encontradas, sendo pelo menos 21 em *P. piraya* e 18 em *S. brandtii*, considerando *Anacanthorus* spp. (três espécies) e 12 táxons em *C. kelberi*. Apenas nematóides (seis espécies) foram comuns nas três comunidades componentes: *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Tipo 1, *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.. As infracomunidades constituídas por ectoparasitos foram mais ricas e diversas do que as infracomunidades de endoparasitos em *P. piraya* e em *S. brandtii* e o oposto ocorreu entre as infracomunidades de *C. kelberi*. O par de hospedeiros *P. piraya* - *S. brandtii*, apresentou similaridade qualitativa e quantitativa elevada dos ectoparasitos, devido à presença dos Monogenea afins nesses hospedeiros. O par *S. brandtii* - *C. kelberi* apresentou maior similaridade quantitativa dos endoparasitos em razão da elevada prevalência e abundância de *Hysterothylacium* sp.. Não houve espécie de ectoparasito comum às três espécies de peixes. A estrutura das comunidades parasitárias de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* foi semelhante, pela baixa ocorrência de espécies centrais, número limitado de espécies secundárias, várias espécies satélites, poucas associações interespecíficas significativas além da ausência de dominância nas comunidades. Todas essas características permitiram caracterizar as três comunidades componentes como isolacionistas, evidenciando disponibilidade de nichos para possível estabelecimento de outras espécies de parasitos. O estudo da comunidade parasitária desses peixes carnívoros possibilitou a percepção de que existe mais afinidade de ectoparasitos entre as piranhas e pirambebas do que de endoparasitos; que os cestóides foram específicos ao tucunaré, cujo ciclo vital foi mantido nessa espécie de hospedeiro introduzida no Reservatório e finalmente, que embora as três espécies de peixes sejam classificadas como piscívoras, elas estavam parasitadas por larvas de nematóides com descritores ecológico-parasitários elevados, demonstrando ocupação de importante posição intermediária desses peixes na rede alimentar estabelecida entre os organismos aquáticos do Reservatório de Três Marias. As espécies de parasitos encontradas nos respectivos hospedeiros, com exceção de *P. inopinatus* e *Contracaecum* sp., tiveram ampliada a listagem de hospedeiros e a distribuição geográfica conhecida delas para a Bacia do Rio São Francisco.

Palavras-chave: similaridade parasitária, parasitos de peixes carnívoros de água doce, Reservatório de Três Marias.

ABSTRACT

To evaluate the structure and qualitative and quantitative similarity of the parasite communities of three piscivorous fish species in Três Marias Reservoir, on the Upper São Francisco River, Minas Gerais State, 388 fishes were collected along the influence of Borrachudo River (18°12'59"S, 45°17'34"W) and necropsied: 108 specimens of *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) and 168 of *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) (Characiformes, Characidae, Serrasalminae), besides 112 of *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 (Perciformes, Cichlidae). In *P. piraya*, 7.465 parasite specimens were found, while in *S. brandtii* there were 4.259 and in *C. kelberi* 3.205, for a total of 14.914 specimens. At least 27 taxa of metazoan parasites were found, 21 in *P. piraya* and 18 in *S. brandtii*, besides *Anacanthorus* spp. (three species) in both species and 12 taxa in *C. kelberi*. Only nematodes (six species) were found in all three fish species: *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Capillostrongyloides sentinosa* (Travassos, 1927), *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp. Type 1, *Spiroxys* sp. and *Goezia* sp.. The infracommunities composed of ectoparasites were richer and more diverse than those made up of endoparasites in *P. piraya* and *S. brandtii*, the opposite of the finding regarding the infracommunities of *C. kelberi*. The two hosts' species *P. piraya* and *S. brandtii* had both high qualitative and quantitative ectoparasite similarity, due to the presence of common Monogenea in these hosts. *Serrasalmus brandtii* and *C. kelberi* had high quantitative endoparasite similarity due of the high prevalence and abundance of *Hysterothylacium* sp.. There was no species of ectoparasite common to all three fish species. The structure of the parasite fauna of *P. piraya*, *S. brandtii* and *C. kelberi* was similar, by the low occurrence of core species, limited number of secondary species, low number of significant interspecific associations and the presence of various satellite species, besides the absence of dominance in the communities. All these characteristics permitted characterizing the three component communities as isolationist, evidencing the availability of niches for possible establishment of other parasite species. The study of the parasite community of these carnivorous fishes showed that there is more affinity of ectoparasites between piranhas and pirambebas than of endoparasites; and that the cestodes were specific to the tucunaré, their life cycle being maintained in this host species introduced in the reservoir. Finally although the three fish species are classified as piscivores, they were parasited by larvae of nematodes with high ecological-parasite descriptors, demonstrating that these fishes occupy an important intermediate position in the food chain among the aquatic organisms of Três Marias Reservoir. This is the first report of the parasite species found in the respective host's species, except for *P. inopinatus* and *Contracaecum* sp., thus expanding the list of hosts and their known geographic distribution to the São Francisco Basin.

Key words: parasite similarity, parasites of freshwater carnivorous fish, Três Marias Reservoir.

1 INTRODUÇÃO

Os reservatórios podem ser considerados ambientes heterogêneos e complexos, apresentando características híbridas entre rios e lagos (THORNTON, 1990 citado por ARAÚJO-LIMA et al., 1995). Segundo Araújo-Lima et al. (1995) as comunidades de peixes existentes nos reservatórios refletem processos de reestruturação das comunidades que antes ocupavam áreas represadas. Os reservatórios de uma maneira geral não constituem ecossistemas isolados, estando sempre sujeitos a interferências externas (TUNDISI, 1999).

Segundo Matthews (1998) citado por Gomes e Verani (2003) estudos sobre a alimentação de peixes são de grande importância não somente para o conhecimento da biologia das espécies, como também para compreender as interações tróficas das diferentes populações de peixes dentro de uma determinada comunidade; além de ser uma ferramenta em estudos de parasitos de peixes (DOGIEL, 1961). Espécies carnívoras, de topo de cadeia são caracterizadas por apresentarem altas taxas parasitárias, devido ao seu hábito alimentar peculiar (BELL; BURT, 1991).

De acordo com Angermeier e Karr (1984) citados por Gomes e Verani (2003) a dieta dos peixes é influenciada pela preferência alimentar e pela disponibilidade de alimento no habitat. Os ambientes de água doce, devido à sua grande instabilidade, influenciam o surgimento de dietas generalistas, em detrimento das especialistas (LOWE-McCONNELL, 1999).

O conhecimento da dieta possibilita a compreensão das relações entre a ictiofauna e os demais componentes do sistema aquático, servindo de base para o entendimento do papel ecológico desempenhado pelos peixes e fornecendo subsídios para a conservação dos ambientes aquáticos (POMPEU; GODINHO, 2003).

Os parasitos podem fornecer diversas informações a respeito da dinâmica alimentar e comportamental de seus hospedeiros, tais como as diferenças em especialização alimentar entre espécies de peixes, que podem ser elucidadas a partir da fauna parasitária presente (MARCOGLIESE; CONE, 1997), assim como informações a respeito da biologia de populações, migração e filogenia das espécies de hospedeiros (WILLIAMS et al., 1992).

As espécies de hospedeiros selecionadas para este estudo comparativo foram os serrasalmíneos *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e o ciclídeo *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006.

Poucos são os trabalhos relacionados com a ecologia de parasitos destas três espécies de hospedeiros (TRAVASSOS et al., 1928; MOREIRA, 1994; MOREIRA et al., 1994; BRASIL-SATO, 2003). A maioria dos trabalhos existentes na literatura refere-se aos parasitos de outras espécies de serrasalmíneos e ciclídeos (HAMANN, 1996, 1998; TANAKA, 2000; CARVALHO et al., 2003, 2004; MACHADO et al., 2000, dentre outros).

O objetivo do presente trabalho foi conhecer as principais características dos ecto e endoparasitos de três espécies hospedeiras carnívoras do Reservatório de Três Marias, avaliar semelhanças e diferenças que podem ocorrer frente às características ecológicas e comportamentais distintas entre as espécies de hospedeiros e/ou devido ao grau de parentesco entre as espécies e avaliar a similaridade quantitativa e qualitativa entre os hospedeiros em relação às espécies de parasitos encontradas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta

A área de coleta dos espécimes de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* foi caracterizada no capítulo I.

2.2 Caracterização das três espécies de hospedeiros

Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819) conhecida popularmente como piranha, pode alcançar 51 cm de comprimento total (PINKGUNI, 1997) e peso corporal acima de 6 kg (FERREIRA et al., 1996). Segundo Fink (1993) distingue-se das demais por apresentar, quando adulta, raios na nadadeira adiposa e por sua agressividade. Reproduz-se no reservatório de Três Marias, sendo seu período reprodutivo longo e sua desova parcelada (FERREIRA et al., 1996). O comprimento padrão correspondente à primeira maturação sexual foi estimado para machos e fêmeas em 10,8 cm e 17,0 cm, respectivamente (CRUZ et al., 1996). Apresenta hábito alimentar carnívoro preferencialmente ictiófago (BRITSKI et al., 1988; ALVIM, 1999), apresentando comportamento oportunista (GOMES, 2002) e gregário (BRAGA, 1975) e habita geralmente ambientes lênticos (BRAGA, 1975). É abundante no Reservatório de Três Marias sendo que os adultos possuem corpo uniformemente colorido, enquanto os juvenis apresentam manchas no flanco e região posterior da cauda (BRITSKI et al., 1988).

Serrasalmus brandtii (Lütken, 1875) é espécie endêmica da bacia do rio São Francisco (JEGÚ, 2003). Pode atingir comprimento total de 31 cm e peso corporal de 700 g (BRAGA, 1975). Segundo Gomes e Verani (2003) *S. brandtii* apresenta porte menor quando comparada a *P. piraya*. Possui hábito alimentar carnívoro, preferencialmente piscívoro (ALVIM, 1999; GOMES, 2002) sendo capaz de arrancar pedaços de suas presas com seus dentes cortantes (BRITSKI et al., 1988). Alvim (1999) concluiu que *S. brandtii* é espécie piscívora, onde as nadadeiras de peixes menores constituem seu principal alimento; adicionalmente, também foram encontrados invertebrados terrestres e aquáticos, porém com baixa representatividade. Pompeu e Godinho (2003) classificaram *S. brandtii* 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, além de apresentarem comportamento gregário (BRAGA, 1975). De acordo com Oliveira (1999), esta espécie de serrasalmíneo pode também ingerir insetos, frutos e sementes, de acordo com a disponibilidade do ambiente, sendo, portanto, considerada espécie oportunista. *Serrasalmus brandtii* não é espécie migradora, apresentando período reprodutivo longo e desova parcelada (TELES, 1989).

Entre os Serrasalminae (Characidae) existe grande variedade de hábitos alimentares e de comportamentos associados às táticas de captura (BRAGA, 1975). Alvim (1999) definiu *P. piraya* como piscívoro, tendo verificado também a presença de insetos terrestres em seu conteúdo estomacal. Pompeu e Godinho (2003) classificaram a dieta de *P. piraya* sendo mais restrita que a dieta de *S. brandtii*. Pompeu e Godinho (2003) estudando a dieta de peixes de três lagoas marginais do Médio São Francisco verificaram que a dieta de *S. brandtii* apresentou diferenças em relação à sazonalidade. Insetos aquáticos foram consumidos com maior frequência na cheia e, peixes, na seca. Esta espécie apresentada marcada ontogenia trófica, onde escamas e nadadeiras são consumidas com maior frequência pelos indivíduos menores (POMPEU, 1999). As mudanças sazonais e ontogenéticas presente em *S. brandtii* sugerem que, apesar de grandes especializações no aparato alimentar, ela é oportunista, como a maioria das espécies de áreas inundáveis tropicais (NICO; TAPHORN, 1988). O hábito predominantemente piscívoro em diversas espécies de piranhas tem sido mencionados por

outros autores (BRAGA, 1954, 1975; SAZIMA; POMBAL-JR, 1988; LEÃO et al., 1991; BEDÊ et al., 1993).

Cichla kelberi Kullander & Ferreira, 2006 (citado nas publicações anteriores como *C. ocellaris* Bloch & Schneider, 1801) é espécie originária da bacia do Rio Tocantins. Vive em ambientes lênticos onde se reproduz principalmente na época de chuvas (ZARET, 1980) apresentando dimorfismo sexual na época reprodutiva, quando surge no macho uma protuberância pós-occipital (FONTENELE, 1948). Apresenta cuidado parental à prole, alta fecundidade e presença de órgãos adesivos nas larvas evitando que a correnteza as carregue (FONTENELE, 1950), construção de ninhos (BRAGA, 1952), desova parcelada (MAGALHÃES et al., 1996), capacidade de aeração dos ovos independente da taxa de oxigênio dissolvido na água (ZARET, 1980) e hábito alimentar piscívoro (BOISCHIO, 1992; GOMES, 2002). O tucunaré é capturado no Reservatório de Três Marias por pescadores profissionais desde 1982 e até hoje não se sabe como foi introduzido (MAGALHÃES et al., 1996).

2.3 Coleta, identificação e classificação dos hospedeiros

Para investigação dos parasitos metazoários, 108 espécimes de *P. piraya* foram coletados no período compreendido entre julho a agosto de 2004 (período de estiagem) e entre dezembro de 2004 a janeiro de 2005 (período chuvoso), 168 espécimes de *S. brandtii* foram coletados entre julho a agosto de 2004 e julho de 2005 (período de estiagem) e em janeiro de 2004 e janeiro de 2005 (período chuvoso) e 112 espécimes de *C. kelberi* foram coletados em agosto de 2004 e entre julho a agosto de 2005 (período de estiagem) e entre dezembro a janeiro de 2004 e em janeiro de 2005 (período chuvoso). As coletas dos peixes foram realizadas no Reservatório de Três Marias, especificamente na área de influência do Rio Borrachudo (18°12'59"S, 45°17'34"W), região do Alto Rio São Francisco, Município de Três Marias, Estado de Minas Gerais por pescadores da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (EPT/CODEVASF).

Os espécimes de *P. piraya* e *S. brandtii* foram identificados e classificados segundo Britski et al. (1988) e Jegú (2003), enquanto os espécimes de *C. kelberi* foram identificados e classificados de acordo com Kullander e Ferreira (2006).

Em relação às três espécies de peixes, alguns espécimes foram imediatamente necropsiados no Laboratório de Ictiologia da EPT/CODEVASF, enquanto outros foram individualmente fixados em formol 10% e transportados para o Laboratório de Ictioparasitologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) onde foram necropsiados. No momento da necropsia, o comprimento total, o peso e o sexo foram anotados em formulários de necropsia para peixes (ANEXO I) seguindo protocolos de Amato et al. (1991).

2.4 Caracterização das amostras dos hospedeiros

Os hospedeiros foram pesados com balança Filizola, medidos com ictiômetro ou régua milimetrada e o sexo anotado nos formulários após observação das gônadas durante as necropsias.

Foram coletados 108 espécimes de *P. piraya*, sendo 56 machos, com comprimento total médio $18,1 \pm 4,4$ cm (11,1 a 30,5 cm) e peso $169,8 \pm 180,1$ g (21,0 a 835,0 g) e 52 fêmeas com comprimento total médio $21,4 \pm 6,0$ cm (13,0 a 34,0 cm) e peso $323,4 \pm 308,4$ g (40,0 a 1225,0 g). Na estiagem, foram coletadas 53 piranhas, sendo 31 machos com comprimento total médio $16,8 \pm 5,1$ cm (11,1 a 30,5 cm) e peso médio $160,8 \pm 224,51$ g (21,0 a 835,0 g) e 22 fêmeas com comprimento médio $18,8 \pm 6,2$ cm (13,2 a 32,0 cm) e peso médio $244,2 \pm 320,0$ g (48,9 a 967,0 g). No período chuvoso, 55 piranhas foram coletadas, sendo 25

machos com comprimento total médio $19,5 \pm 3,0$ cm (14,5 a 23,6 cm) e peso médio $181 \pm 105,3$ (46 a 390 g) e 30 eram fêmeas com comprimento médio $23,2 \pm 5,2$ cm (13,0 a 34,0 cm) e peso médio $381,5 \pm 291,3$ cm (40,0 a 1225,0 g). As fêmeas foram maiores e mais pesadas do que os machos tanto no período integral de coleta, quanto no período chuvoso ($t = 3,25$, $p = 0,001$; $t = 3,19$, $p = 0,002$, $t = 3,09$, $p = 0,003$; $t = 3,26$, $p = 0,002$, respectivamente), enquanto no período de estiagem não houve diferença do tamanho e do peso entre os hospedeiros machos e fêmeas ($t=1,27$, $p = 0,20$; $t = 1,11$, $p = 0,27$, respectivamente).

Foram coletados 168 espécimes de *S. brandtii*, sendo 55 machos, com comprimento total médio $16,2 \pm 3,5$ cm (9,5 a 27,0 cm) e peso $96,9 \pm 96,4$ g (11,0 a 500,0 g) e 113 fêmeas com comprimento total médio $16,9 \pm 4,6$ cm (8,5 a 29,5 cm) e peso $125,5 \pm 142,9$ g (7,0 a 657,0 g). No período de estiagem foram coletadas 87 pirambebas, sendo 31 machos, cujo comprimento total médio foi $15,3 \pm 2,3$ cm (12,2 a 22,0 cm) e peso médio $73,5 \pm 40,6$ g (31,3 a 221,0 g) e 56 fêmeas cujo comprimento total foi $16,5 \pm 3,6$ cm (11,4 a 29,0 cm) e peso $105,4 \pm 100,1$ g (31,4 a 657 g). No período chuvoso, 81 espécimes de *S. brandtii* foram coletados, sendo que 24 eram machos com comprimento total médio $17,4 \pm 4,4$ cm (9,5 a 27,0 cm) e peso médio $127,3 \pm 134,0$ g (11,0 a 500 g) e 57 eram fêmeas com comprimento médio $17,4 \pm 5,3$ cm (8,5 a 29,5 cm) e peso médio $145,3 \pm 173,7$ g (7,0 a 650,0 g). Em relação ao sexo dos peixes, não houve diferença estatisticamente significativa entre o tamanho e o peso dos hospedeiros no período integral de coleta ($t = 1,11$, $p = 0,27$; $t = 1,34$, $p = 0,18$, respectivamente), no período de estiagem ($t = 1,75$, $p = 0,08$; $t = 1,70$, $p = 0,09$, respectivamente) e nem no período chuvoso ($t = 0,01$, $p = 0,99$; $t = 0,45$, $p = 0,65$, respectivamente).

Foram coletados 112 espécimes de *C. kelberi*, sendo 59 machos, cujo comprimento total médio foi $29,6 \pm 6,2$ cm (18,0 a 48,0 cm) e peso $419,2 \pm 285,3$ g (85,0 a 1540,0 g) e 53 fêmeas com comprimento total médio $28,4 \pm 4,4$ cm (20,0 a 35,5 cm) e peso $366,9 \pm 179,7$ g (85,0 a 684,0 g). Na estiagem, foram coletados 62 tucunarés, sendo 29 machos com comprimento total médio $30,5 \pm 6,8$ cm (18,0 a 48,0 cm) e peso médio $460,7 \pm 319,8$ g (85,0 a 1540,0 g) e 33 fêmeas com comprimento médio $29,8 \pm 4,1$ cm (21,0 a 35,5 cm) e peso médio $425,4 \pm 181,3$ g (96,0 a 684,0 g). No período chuvoso, foram coletados 50 peixes, sendo 30 machos com comprimento e peso médio $28,7 \pm 5,4$ cm (20,5 a 41,0 cm) e $379,1 \pm 246,4$ g (120,0 a 1000 g), respectivamente e 20 fêmeas com comprimento e peso médio $26,0 \pm 4,0$ cm (20,0 a 34,0 cm) e $270,2 \pm 131,3$ g (85,0 a 574,0 g), respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa do tamanho e do peso entre os hospedeiros machos e fêmeas no período integral de coleta ($t = 1,17$, $p = 0,24$; $t = 1,15$, $p = 0,25$), no período de estiagem ($t = 0,49$, $p = 0,62$; $t = 0,54$, $p = 0,59$, respectivamente) e nem no período chuvoso ($t = 1,89$, $p = 0,06$; $t = 1,81$, $p = 0,08$, respectivamente).

2.5 Necropsia dos hospedeiros

A necropsia dos espécimes de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* seguiu metodologia descrita no capítulo I.

2.6 Coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos

A coleta, fixação e processamento dos espécimes de parasitos encontrados nas três espécies de hospedeiros seguiram procedimentos metodológicos descritos no capítulo I.

2.7 Identificação e classificação das espécies de parasitos

A identificação e classificação dos espécimes das espécies de parasitos encontradas em *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* seguiram os artigos científicos citados nos capítulos II, III e IV, respectivamente.

2.8 Análise estatística e estrutura das comunidades componentes

2.8.1 Comunidades componentes

Os testes estatísticos somente foram aplicados para as espécies de parasitos que apresentaram prevalência parasitária igual ou superior a 10% seguindo a recomendação de Bush et al. (1990).

Os descritores ecológico-parasitários como prevalência, intensidade média, abundância média, comunidade componente e infracomunidade seguiram Bush et al. (1997). Os descritores ecológicos da comunidade parasitária adotados foram riqueza, diversidade e dominância parasitárias (MAGURRAN, 1988).

Em relação à comunidade componente, foram calculadas a riqueza parasitária, dominância numérica de Berger-Parker (D_{bp}) e diversidade parasitária de Shannon-Weaner (H') tanto para os ecto quanto para os endoparasitos das três espécies de hospedeiros analisadas. Para o cálculo desses índices foi utilizado o programa computacional DivEs (RODRIGUES, 2005).

As abundâncias das espécies comuns às três espécies de hospedeiros foram testadas estatisticamente pela prova não-paramétrica de Kruskal-Wallis (K_w), com posterior comparação múltipla de médias de Dunn, de acordo com ZAR (1996).

A similaridade qualitativa entre as três espécies de hospedeiros foi verificada pelo índice de similaridade de Jaccard (C_J) e a similaridade quantitativa entre os mesmos foi verificada pelo índice de similaridade de Sorenson (C_N) (MAGURRAN, 1988). Em relação aos índices de Jaccard qualitativo e de Sorenson quantitativo foi efetuado em cada caso uma classificação hierárquica de ligação completa ("Complete Link", Pearson), para aplicação em problemas de associações de espécies como sugerido por Legendre e Legendre (1983). Para a elaboração dos dendrogramas foi utilizado o programa computacional NTSYS-PC (v. 1.5).

O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

As espécies de parasitos foram classificadas dentro da comunidade segundo o seu valor de importância em: espécies centrais (espécie presente em mais de 66,6% do total de peixes examinados), espécies secundárias (espécies presentes entre 33,3% e 66,6% da amostra) e espécies satélites (inferior a 33,3% da amostra de hospedeiros), baseado em Caswell (1978) e Hanski (1982) citados por Bush e Holmes (1986). Seguindo classificação proposta por Esch et al. (1988) foram consideradas espécies autogênicas àquelas que completam seu ciclo de vida exclusivamente no ambiente aquático e espécies alogênicas as espécies que envolvem organismos fora do ambiente aquático para completar seu ciclo vital. Segundo a classificação de Bush e Holmes (1986) foram consideradas espécies especialistas àquelas registradas em hospedeiros relacionados taxonomicamente em sua distribuição geográfica conhecida e foram consideradas espécies generalistas àquelas registradas em hospedeiros de várias famílias não relacionadas taxonomicamente e geralmente de distribuição geográfica conhecida ampla. De acordo com Holmes e Price (1986) a comunidade parasitária pode ser classificada em isolacionista, quando não apresenta ou apresenta poucas espécies centrais, além de apresentar poucas relações interespecíficas e interativas quando apresentam elevado número de espécies centrais e de associações interespecíficas.

2.8.2 Infracomunidades parasitárias

Tanto para os ecto, quanto para os endoparasitos foram calculados os descritores comunitários do parasitismo como a abundância parasitária média, riqueza parasitária média, média da diversidade parasitária de Shannon-Weaner (H') e média da dominância numérica de Berger-Parker (D_{bp}). Para o cálculo desses índices foi utilizado o programa computacional DivEs (RODRIGUES, 2005).

A riqueza em espécies refere-se ao número total de espécies de parasitos encontrados nas comunidades. Médias de riqueza e diversidade foram comparadas entre as três espécies hospedeiras pela prova não-paramétrica de Kruskal-Wallis (K_w); quando significativo o teste não paramétrico U de Mann-Whitney foi utilizado para comparação de duas espécies de hospedeiros (ZAR, 1996).

Possíveis associações da riqueza e diversidade parasitárias com o comprimento total dos hospedeiros e possíveis diferenças nesses descritores entre o sexo e a época de coleta (período chuvoso e de estiagem) dos hospedeiros foram testadas pelo coeficiente de correlação por postos de Spearman (r_s) e pela prova não-paramétrica U de Mann-Whitney (U) com correção de empates, respectivamente (ZAR, 1996).

O nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

2.9 Depósito dos espécimes

O depósito dos espécimes de hospedeiros e dos espécimes das espécies de parasitos foram citados no capítulo I.

3 RESULTADOS

3.1 Composição, níveis do parasitismo e classificação das espécies das comunidades componentes

Foram coletados 108 espécimes de *P. piraya*, 168 de *S. brandtii* e 112 de *C. kelberi*, totalizando 388 peixes examinados. Ao todo foram coletados 14914 espécimes de parasitos metazoários, sendo 10067 (67,5%) ectoparasitos e 4847 (32,5%) endoparasitos. Dos 4847 espécimes de endoparasitos coletados, 2906 (59,96%) eram espécimes adultos, 1940 (40,02%) espécimes larvais e um (0,02%) espécime juvenil (Figura 1).

Entre as três espécies de peixes carnívoras analisadas, *P. piraya* constituiu a espécie de peixe com maior número de espécimes de parasitos metazoários, seguido de *S. brandtii* e *C. kelberi*, respectivamente. Dos 7465 espécimes de parasitos coletados em *P. piraya*, 6728 (90,1%) eram ectoparasitos e 737 (9,9%) endoparasitos, sendo 378 (5,1%) espécimes adultos, 358 (4,8%) espécimes larvais e um (0,01%) espécime juvenil. Em *S. brandtii* foram coletados 4259 espécimes, sendo 3284 (77,1%) ectoparasitos, 273 (6,4%) endoparasitos adultos e 702 (16,5%) endoparasitos larvais e em *C. kelberi*, 3205 espécimes de parasitos foram coletados, sendo 55 (1,7%) de ectoparasitos, 2270 (70,8%) de endoparasitos adultos e 880 (27,5%) de endoparasitos larvais. Tanto em *P. piraya*, quanto em *S. brandtii* os ectoparasitos foram em geral, mais prevalentes que os endoparasitos, ao contrário de *C. kelberi*, cuja prevalência dos endoparasitos foi mais elevada (Figura 2).

Foram identificados 27 táxons de parasitos metazoários, pertencentes a sete grupos distintos: Monogenea, Copepoda, Isopoda, Branchiura, Digenea, Eucestoda e Nematoda. *Pygocentrus piraya* apresentou 21 táxons de parasitos, enquanto *S. brandtii* e *C. kelberi* apresentaram 18 e 12 táxons, respectivamente.

Nematoda constituiu o grupo de parasito com maior representatividade nas três espécies de hospedeiros estudadas. Os grupos de parasitos mais representativos em *P. piraya* e *S. brandtii* foram Nematoda e Monogenea, seguido de Copepoda e em *C. kelberi* foram Nematoda, Digenea e Eucestoda, respectivamente (Figura 3).

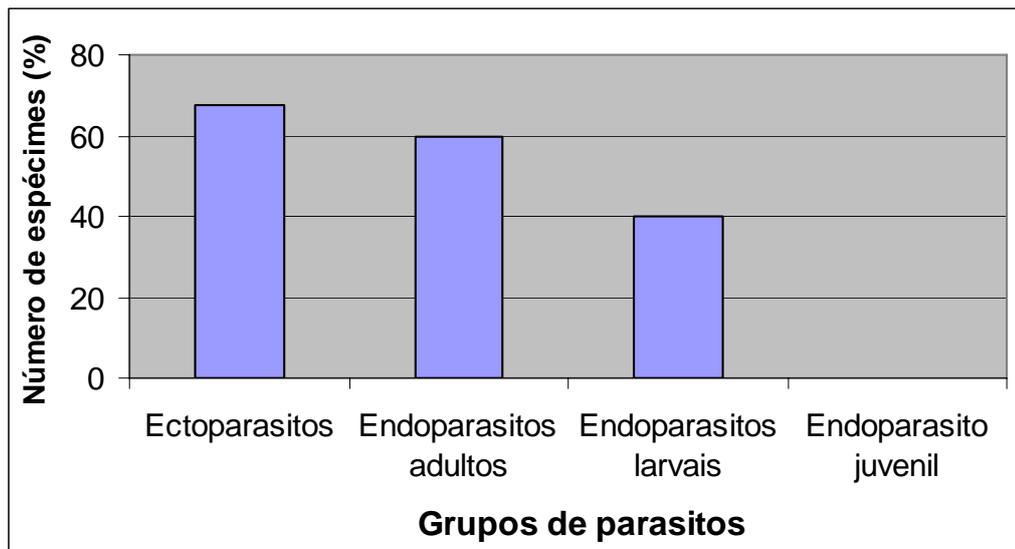


Figura 1. Representação percentual dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisados em conjunto.

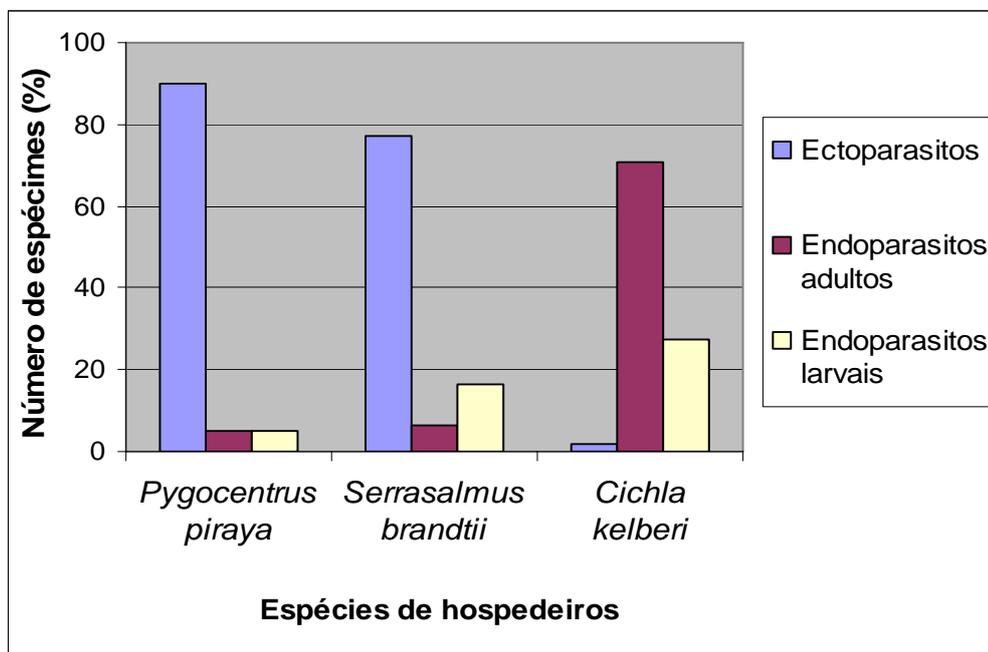


Figura 2. Representação percentual dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

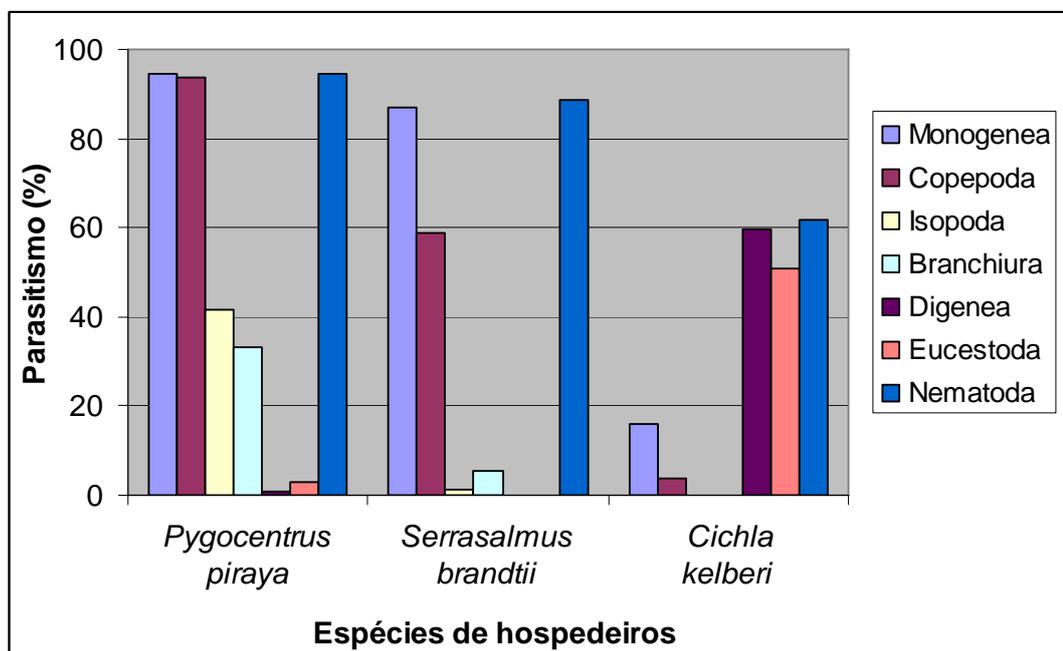


Figura 3. Representatividade dos grupos taxonômicos parasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Nas comunidades parasitárias de *P. piraya* e *S. brandtii* prevaleceram *Anacanthorus* spp. e na comunidade de *C. kelberi* *Austrodiplostomum* sp. apresentou prevalência superior a 50% (Tabela 1).

Foram poucos os táxons freqüentes que puderam ser considerados espécies centrais. Entre os ectoparasitos, foram classificadas como espécies centrais: os monogenéticos do complexo *Anacanthorus* spp., de *P. piraya* e de *S. brandtii* e os copépodes *B. bifurcatus* de *P. piraya*. Dentre os endoparasitos, a única espécie central foi o nematóide *P. inopinatus* de *P. piraya*. Em *C. kelberi* e *S. brandtii* nenhum endoparasito foi considerado espécie central. Os três hospedeiros examinados apresentaram três espécies secundárias (*P. piraya*: os ectoparasitos *B. fluviatilis* e *A. multicolor* e o endoparasito *Hysterothylacium* sp.; *S. brandtii*: os ectoparasitos *R. piranhus* e *B. bifurcatus* e o endoparasito *Hysterothylacium* sp.; *C. kelberi*: os endoparasitos *Austrodiplostomum* sp., *Hysterothylacium* sp. e *P. macrophallus*). Todas as espécies remanescentes foram consideradas espécies satélites (*P. piraya*: 14 espécies; *S. brandtii*: onze espécies e *C. kelberi*: nove espécies) (Tabela 1).

Tabela 1. Prevalência (P) dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	<i>Pygocentrus piraya</i> P (%)	<i>Serrasalmus brandtii</i> P (%)	<i>Cichla kelberi</i> P (%)
Monogenea			
<i>Rhinoxenus</i> sp.	19,4	36,3	-
<i>Amphithecium</i> sp.	39,8	26,2	-
<i>Gussevia</i> sp.	-	-	16,1
<i>Anacanthorus</i> spp.	93,5	86,3	-
Gyrodactylidae	8,3	-	-
Copepoda			
<i>Brasergasilus bifurcatus</i>	92,6	60,0	-
<i>Gamidactylus</i> sp.	10,2	7,7	-
<i>Ergasilus</i> sp. ₁	9,2	0,6	-
<i>Ergasilus</i> sp. ₂	-	-	3,6
Isopoda			
<i>Braga fluviatilis</i>	41,7	1,2	-
Branchiura			
<i>Argulus multicolor</i>	33,3	5,3	-
Digenea			
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	0,9	-	59,8
Eucestoda			
<i>Proteocephalus macrophallus</i>	-	-	36,6
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	-	-	27,7
Plerocercóides	2,8	-	-
Nematoda			
<i>Procamallanus inopinatus</i>	85,2	64,9	1,8
<i>Cystidicoloides fischeri</i>	10,2	0,6	-
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	27,8	4,2	0,9
<i>Philometra</i> sp.	-	1,2	-
<i>Rhabdochona</i> sp.	-	-	0,9
<i>Hysterothylacium</i> sp.	39,8	48,8	58,0
<i>Contracaecum</i> Tipo 1	6,4	10,7	1,8
<i>Spiroxys</i> sp.	12,9	13,1	1,8
<i>Goezia</i> sp.	4,6	4,8	1,8
<i>Spinitectus rodolphirengi</i>	0,9	-	-

3.2 Táxons comuns nas comunidades parasitárias

Seis táxons (somente endoparasitos) foram comuns nas três comunidades parasitárias analisadas: *P. inopinatus* (adultos e larvas), *C. sentinosa* (adultos) *Hysterothylacium* sp. (larvas), *Contracaecum* Tipo 1 (larvas), *Spiroxys* sp. (larvas) e *Goezia* sp. (larvas). Em *P. piraya* e em *S. brandtii* a espécie mais prevalente foi *P. inopinatus* (85,2% e 64,9%, respectivamente), seguido de *Hysterothylacium* sp. (39,8% e 48,8%, respectivamente). Das seis espécies de parasitos comuns às três espécies de peixes, *Hysterothylacium* sp. foi mais prevalente em *C. kelberi* (Figura 4). *Capillostrongyloides sentinosa*, *Contracaecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp. constituíram espécies de endoparasitos com menores valores de prevalência encontrados em *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi*: (*C. sentinosa*: 27,8%, 4,2% e 0,9%, respectivamente; *Contracaecum* sp.: 6,4%, 10,7% e 1,8%, respectivamente; *Spiroxys* sp.: 12,9%, 13,1% e 1,8%, respectivamente; *Goezia* sp.: 4,6%, 4,8% e 1,8%, respectivamente).

Na comunidade parasitária de *P. piraya*, *P. inopinatus* foi mais abundante (2,64), seguido das larvas de *Hysterothylacium* sp. (2,61). Em *S. brandtii* ocorreu o inverso, *Hysterothylacium* sp. foi mais abundante, seguido de *P. inopinatus* (3,81 e 1,56, respectivamente). Em *C. kelberi*, *Hysterothylacium* sp. também constituiu a espécie mais abundante (4,94) (Figura 5).

Dos seis táxons comuns às três comunidades parasitárias cinco apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre suas abundâncias (*P. inopinatus*: $Kw = 155,38$, $p < 0,001$; *C. sentinosa*: $Kw = 53,75$, $p < 0,0001$; *Hysterothylacium* sp.: $Kw = 8,28$, $p = 0,016$; *Contracaecum* sp.: $Kw = 10,27$, $p = 0,006$ e *Spiroxys* sp.: $Kw = 11,51$, $p = 0,0032$). *Procamallanus inopinatus* apresentou abundância significativamente mais elevada em *P. piraya*, tendo sido diferente entre os pares de hospedeiros *P. piraya* - *S. brandtii* ($p < 0,001$), *P. piraya* - *C. kelberi* ($p < 0,001$) e *S. brandtii* - *C. kelberi* ($p < 0,001$). A abundância de *C. sentinosa* foi mais elevada em *P. piraya* e diferiu somente entre os pares *P. piraya* - *S. brandtii* ($p < 0,001$) e *P. piraya* - *C. kelberi* ($p < 0,001$). As larvas de *Hysterothylacium* sp. foram mais abundantes nos tucunarés e diferiu entre o par *P. piraya* - *C. kelberi* ($p < 0,05$). A abundância de *Spiroxys* sp. foi significativamente diferente entre os pares *P. piraya* - *C. kelberi* ($p < 0,05$) e *S. brandtii* - *C. kelberi* ($p < 0,01$), tendo sido mais abundante nas piranhas e nas pirambebas do que nos tucunarés. *Pygocentrus piraya* diferiu das demais espécies de hospedeiros por abrigar as maiores abundâncias de *P. inopinatus*, *C. sentinosa* e das larvas de *Spiroxys* sp.. *Serrasalmus brandtii* abrigou as maiores abundâncias de *Contracaecum* sp. e *C. kelberi* de *Hysterothylacium* sp..

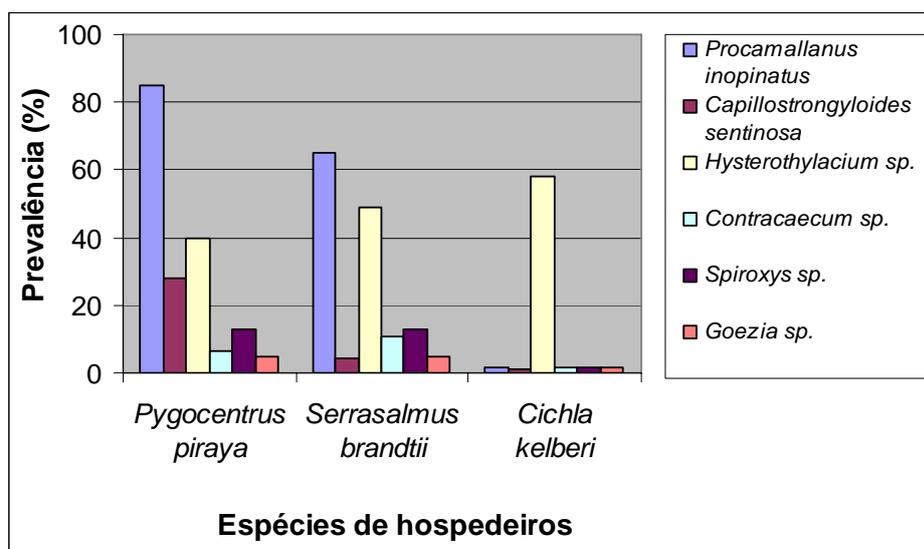


Figura 4. Prevalência dos parasitos metazoários comuns à três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

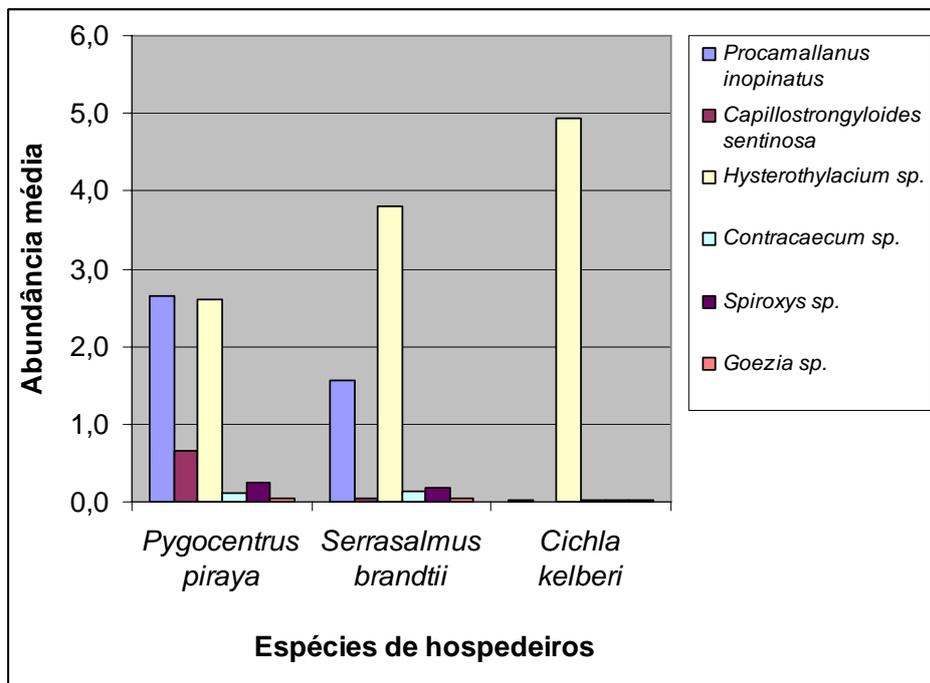


Figura 5. Abundância média dos parasitos metazoários comuns à três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Na Tabela 2 estão resumidas as características das comunidades estudadas. Foram registrados 19 táxons em *P. piraya*, 16 em *S. brandtii* e 12 em *C. kelberi*. Tanto em *P. piraya*, quanto em *S. brandtii* a proporção de espécies de parasitos foi semelhante, enquanto em *C. kelberi* as espécies de endoparasitos prevaleceram.

Na comunidade parasitária das três espécies de hospedeiros estudadas, os ectoparasitos apresentaram os maiores valores de dominância de Berger-Parker e consequentemente os menores valores de diversidade parasitária. Em relação ao número de espécies, *S. brandtii* apresentou o mesmo número de espécies de ectoparasitos e endoparasitos, enquanto *C. kelberi* apresentou uma maior quantidade de espécies de endoparasitos em sua fauna parasitária (Tabela 2).

As infracomunidades de ectoparasitos foram mais ricas e mais diversas do que os endoparasitos em *P. piraya* e em *S. brandtii*, ao contrário de *C. kelberi*. Em relação à riqueza de espécies, os ectoparasitos apresentaram os maiores valores em *P. piraya* e em *S. brandtii*, enquanto os endoparasitos apresentaram os maiores valores em *P. piraya* e *C. kelberi* (Tabela 2).

Tabela 2. Características das comunidades e infracomunidades dos parasitos metazoários de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. Média \pm desvio padrão.

CARACTERÍSTICAS	<i>Pygocentrus piraya</i>	<i>Serrasalmus Brandtii</i>	<i>Cichla ocellaris</i>
Nº de espécimes coletados	108	168	112
Nº de espécimes parasitados	108	168	103
Percentual do parasitismo	100%	100%	92,0%
COMUNIDADES COMPONENTES			
Nº total de espécimes	7450	4259	3205
Nº total de espécies	19	16	12
Espécies de ectoparasitos	9	8	2
Espécies de endoparasitos	10	8	10
Dominância de Berger-Parker			
Ectoparasitos	0,58	0,76	0,85
Endoparasitos	0,38	0,65	0,55
Diversidade de Shannon-Wiener			
Ectoparasitos	0,43	0,36	0,18
Endoparasitos	0,63	0,40	0,51
INFRACOMUNIDADES			
Ectoparasitos			
Abundância média \pm Desvio Padrão	62,3 \pm 46,3	19,5 \pm 17,2	0,5 \pm 1,5
Amplitude de variação	1-244	1-99	1-11
Média de riqueza parasitária	3,5 \pm 1,2	2,2 \pm 1,1	0,2 \pm 0,4
Amplitude de variação	1-7	1-5	1-2
Média do índice de Shannon-Wiener	0,29 \pm 0,14	0,20 \pm 0,17	0,03 \pm 0,09
Média de Berger-Parker – abundância	0,73 \pm 0,16	0,82 \pm 0,17	0,96 \pm 0,13
Endoparasitos			
Abundância média \pm Desvio Padrão	6,8 \pm 9,3	5,8 \pm 10,0	28,1 \pm 66,5
Amplitude de variação	1-30	1-95	1- 648
Média de riqueza parasitária	1,9 \pm 1,2	1,5 \pm 0,9	1,9 \pm 1,0
Amplitude de variação	1-6	1-5	1-5
Média do índice de Shannon-Wiener	0,19 \pm 0,19	0,13 \pm 0,15	0,18 \pm 0,15
Média de Berger-Parker – abundância	0,78 \pm 0,23	0,85 \pm 0,19	0,81 \pm 0,18

3.3 Infracomunidades parasitárias

Analisando o parasitismo em sua totalidade foi verificado que a diversidade parasitária apresentou diferença significativa em relação aos três hospedeiros estudados ($Kw = 79,49$, $p < 0,0001$). A fauna de parasitos de *C. kelberi* foi menos diversa do que a fauna de *P. piraya* ($U = 1912,5$, $p < 0,0001$) e *S. brandtii* ($U = 4124,0$, $p < 0,0001$). Também houve diferença significativa entre a diversidade parasitária de *P. piraya* e *S. brandtii* ($U = 7503,0$, $p = 0,01$). O mesmo ocorreu para a riqueza parasitária, que variou significativamente entre as três espécies de peixes estudadas ($Kw = 170,98$, $p < 0,0001$). A riqueza parasitária diferiu entre as piranhas e pirambebas ($U = 4051,5$, $p < 0,0001$), entre as piranhas e tucunarés ($U = 628,00$, $p < 0,0001$) e entre as pirambebas e tucunarés ($U = 3843,0$, $p < 0,0001$) analisadas.

Em relação aos ectoparasitos, a diversidade parasitária e a riqueza em espécies diferiram entre as três espécies de peixes estudadas ($Kw = 55,15$, $p < 0,0001$; $Kw = 254,09$, $p < 0,0001$, respectivamente). A comunidade parasitária de *P. piraya* foi constituída por fauna mais rica e mais diversa do que a comunidade de *S. brandtii* ($U = 3872,0$, $p < 0,0001$; $U = 5499,5$, $p < 0,0001$, respectivamente) e de *C. kelberi* ($U = 42,000$, $p < 0,0001$; $U = 110,00$, $p < 0,0001$, respectivamente) e a fauna de ectoparasitos de *S. brandtii* foi mais rica ($U = 1020,0$, $p < 0,0001$) e mais diversa ($U = 601,50$, $p < 0,0001$) do que a fauna de *C. kelberi*.

Em relação aos endoparasitos, a riqueza e a diversidade parasitárias apresentaram diferenças entre as espécies hospedeiras ($Kw = 16,39$, $p = 0,0003$; $Kw = 10,55$, $p = 0,005$). Os espécimes de *P. piraya* apresentaram fauna de endoparasitos mais rica e mais diversa do que a fauna de *S. brandtii* ($U = 7359,5$, $p = 0,007$; $U = 6248,5$, $p = 0,018$). Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre a fauna de endoparasitos de *P. piraya* e a fauna de *C. kelberi* em relação à riqueza ($U = 5718,5$, $p = 0,48$) e a diversidade parasitária ($U = 5148,5$, $p = 0,99$). A fauna de endoparasitos de *C. kelberi* foi significativamente mais rica ($U = 6989,0$, $p = 0,0003$) e mais diversa ($U = 6027,5$, $p = 0,0042$) do que a parasitofauna de *S. brandtii*.

Em *P. piraya* e em *S. brandtii* as infracomunidades de ectoparasitos apresentaram-se com maiores amplitudes de riqueza, enquanto *C. kelberi* apresentou maior amplitude de riqueza para os endoparasitos (Figuras 7, 8, 9).

Em relação aos ectoparasitos, dois (1,9%) espécimes de *P. piraya* estavam parasitados por uma espécie de parasito, 20 (18,5%) por duas, 36 (33,3%) por três, 33 (30,5%) por quatro, 14 (13,0%) por cinco, dois (1,9%) por seis e um (0,9%) por sete espécies; 40 (25,0%) espécimes de *S. brandtii* estavam parasitados por uma espécie, 52 (32,5%) por duas espécies, 48 (30,0%) por três, 18 (11,25%) por quatro e dois (1,25%) por cinco; 18 (90,0%) espécimes de *C. kelberi* estavam parasitados por uma espécie de parasito e dois (10,0%) por duas espécies (Figuras 6, 7, 8).

Em relação aos endoparasitos, 44 (43,1%) espécimes de *P. piraya* estavam parasitados por uma espécie de parasito, 28 (27,5%) por duas, 20 (19,6%) por três, seis (5,9%) por quatro, três (2,9%) por cinco e um (1,0%) por sete espécies; 81 (54,0%) indivíduos de *S. brandtii* estavam parasitados por uma espécie, 46 (30,6%) por duas, 18 (12,0%) por três, quatro (2,7%) por quatro e um (0,7%) por cinco; 27 (26,5%) indivíduos de *C. kelberi* estavam parasitados por uma espécie, 46 (45,1%) por duas, 22 (21,6%) por três, seis (5,9%) por quatro e um (0,9%) por cinco espécies de parasitos (Figuras 6, 7, 8).

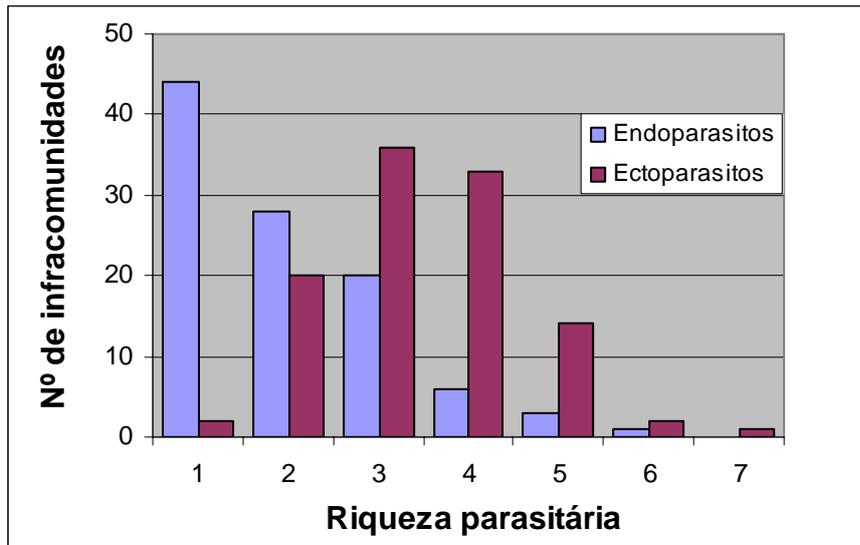


Figura 6. Distribuição de riqueza parasitária nas infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

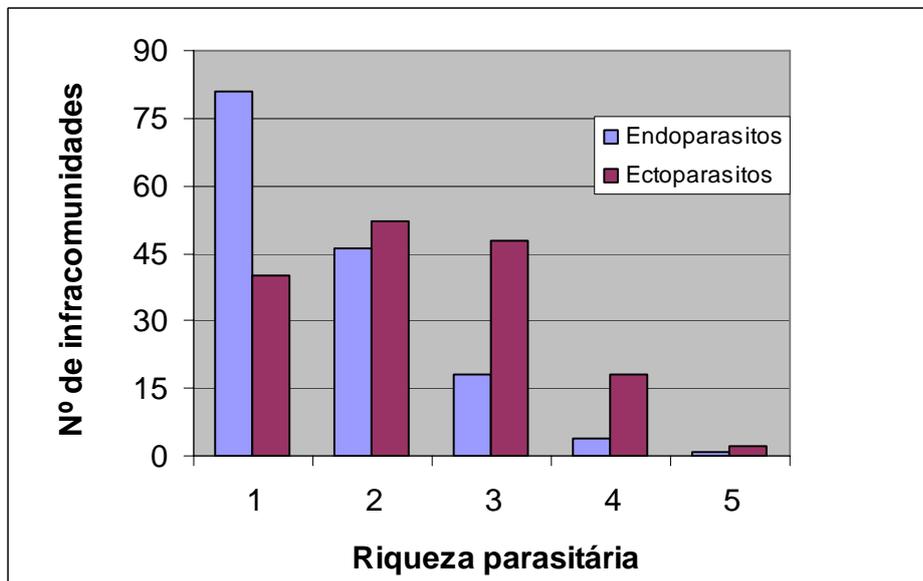


Figura 7. Distribuição de riqueza parasitária nas infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

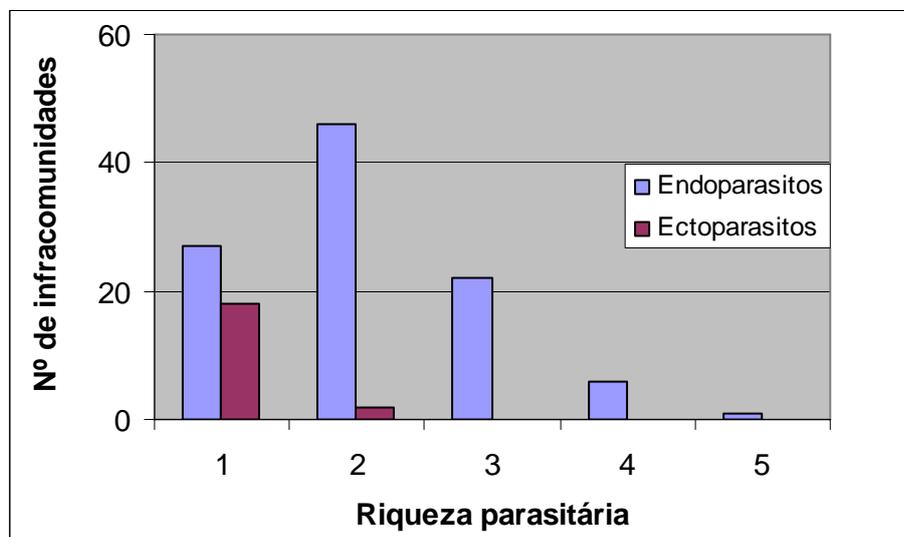


Figura 8. Distribuição de riqueza parasitária nas infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

3.4 Possível influência do sexo, do comprimento total e da época de coleta dos hospedeiros sobre as infracomunidades parasitárias (ecto e endoparasitos)

Não houve diferença significativamente estatística entre os hospedeiros machos e fêmeas em relação ao número de espécies de ectoparasitos (*P. piraya*: $U = 1318,5$, $p = 0,40$; *S. brandtii*: $U = 2582,5$, $p = 0,07$; *C. kelberi*: $U = 1543,5$, $p = 0,90$) e nem em relação ao número de espécies de endoparasitos (*P. piraya*: $U = 1299,5$, $p = 0,33$; *S. brandtii*: $U = 2681,0$, $p = 0,14$; *C. kelberi*: $U = 1469,5$, $p = 0,58$).

Não houve influência do tamanho dos hospedeiros sobre a riqueza de ectoparasitos de nenhuma das três espécies de hospedeiros analisadas (*P. piraya*: $r_s = 0,0001$, $p = 0,99$; *S. brandtii*: $r_s = 0,040$, $p = 0,60$; *C. kelberi*: $r_s = -0,12$, $p = 0,15$), assim como a riqueza de endoparasitos que não variou em relação ao tamanho de *S. brandtii* ($r_s = -0,047$, $p = 0,55$). A riqueza de endoparasitos de *P. piraya* foi significativamente mais elevada nos peixes de maior comprimento total ($r_s = 0,41$, $p < 0,0001$), enquanto que em *C. kelberi* a riqueza foi maior nos peixes de menor tamanho ($r_s = -0,22$, $p = 0,01$).

A riqueza de ectoparasitos não variou em relação aos períodos de coleta de *P. piraya* e *C. kelberi* ($U = 1451,0$, $p = 0,97$; $U = 1374,0$, $p = 0,29$, respectivamente), ao contrário da riqueza de ectoparasitos de *S. brandtii* ($U = 2144,5$, $p < 0,0001$), que foi significativamente mais elevada no período de estiagem. Em relação ao número de espécies de endoparasitos *P. piraya* apresentou riqueza mais elevada no período chuvoso ($U = 553,5$, $p < 0,0001$), enquanto *S. brandtii* apresentou na estiagem ($U = 2776,0$, $p = 0,02$). *Cichla kelberi* não apresentou diferença significativa do número de espécies de endoparasitos em relação aos períodos de coleta ($U = 1420,0$, $p = 0,45$).

A diversidade de ectoparasitos de *P. piraya* foi mais elevada nos peixes machos ($U = 1002,0$, $p = 0,005$), porém em relação aos endoparasitos não houve diferença significativa entre o sexo dos hospedeiros ($U = 1048,50$, $p = 0,12$, respectivamente). Nas outras duas espécies de peixes piscívoros estudadas, a diversidade de ectoparasitos e de endoparasitos não diferiu entre o sexo dos hospedeiros (*S. brandtii*: $U = 2393,5$, $p = 0,11$, $U = 2310,0$, $p = 0,51$, respectivamente; *C. kelberi*: $U = 49,500$, $p > 0,99$, $U = 1178,5$, $p = 0,48$, respectivamente).

A diversidade dos ectoparasitos não se mostrou correlacionada com o comprimento total de *P. piraya* ($r_s = -0,18$, $p = 0,06$), de *S. brandtii* ($r_s = 0,04$, $p = 0,57$) e nem de *C. kelberi* ($r_s = 0,09$, $p = 0,71$). A diversidade dos endoparasitos de *P. piraya* foi mais elevada nos peixes de maior comprimento total ($r_s = 0,36$, $p = 0,0002$) e não foi correlacionada com o tamanho dos outros hospedeiros (*S. brandtii*: $r_s = -0,083$, $p = 0,31$; *C. kelberi*: $r_s = -0,19$, $p = 0,05$).

A diversidade de ectoparasitos de *P. piraya* não variou em relação aos períodos de coleta, ao contrário da diversidade ectoparasitária de *S. brandtii* que foi mais elevada na estiagem ($U = 1179,5$, $p = 0,33$; $U = 2196,5$, $p = 0,0007$, respectivamente). Não foi possível calcular a diversidade de ectoparasitos de *C. kelberi*, pois todos os peixes parasitados apresentaram diversidade mínima ($H' = 0$). A diversidade endoparasitária de *P. piraya* e *S. brandtii* foram significativamente mais elevadas no período chuvoso ($U = 579,0$, $p < 0,0001$; $U = 2151,5$, $p = 0,01$, respectivamente), enquanto que em *C. kelberi* a diversidade de endoparasitos não diferiu nos dois períodos de coleta ($U = 1136,5$, $p = 0,35$).

3.5 Similaridade da fauna de parasitos

Seis táxons (*P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp., *Spiroxys* sp., e *Goezia* sp.) foram compartilhados entre *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* e dezoito táxons (*Rhinoxenus* sp., *Anacanthorus* spp., com pelo menos três espécies, *Amphithecium* sp., *Gamidactylus* sp., *B. bifurcatus*, *Ergasilus* sp.₁, *B. fluviatilis*, *A. multicolor*, *P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *C. fischeri*, *Spiroxys* sp., *Hysterothylacium* sp.,

Contracaecum sp. e *Goezia* sp.) entre *P. piraya* e *S. brandtii*. Entre os seis táxons compartilhados pelas três espécies de hospedeiros estão presentes espécies consideradas generalistas como *P. inopinatus*, *Hysterothylacium* sp. e *Contracaecum* sp. e entre as espécies de parasitos comuns às duas espécies de serrasalmíneos analisados estão *Rhinoxenus* sp., *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp., *Gamidactylus* sp., *B. bifurcatus*, *B. fluviatilis* e *A. multicolor*, espécies taxonomicamente correlacionadas com seus hospedeiros, ou seja, apresentam alguma relação de especificidade com os peixes dessa subfamília.

Os maiores valores de similaridade qualitativa de Jaccard para os parasitos analisados em conjunto, quanto para os ecto e endoparasitos foram observados para o par *P. piraya* - *S. brandtii* 75%, 89% e 64%, respectivamente (Tabelas 3, 4, 5).

Os Monogenea, tais como *Amphithecium* sp., *Anacanthorus* spp., e *Rhinoxenus* sp. e os copépodes, *B. bifurcatus*, *Gamidactylus* sp. e *Ergasilus* sp.¹ foram responsáveis pelo elevado valor de similaridade principalmente qualitativo entre as piranhas e pirambebas analisadas (Tabela 4, Figura 9).

O par *S. brandtii* - *C. kelberi* apresentou os maiores valores do índice de similaridade quantitativo de Sorenson (C_N) tanto para os parasitos em sua totalidade, quanto para os endoparasitos (Tabelas 3, 5, Figura 10).

Em relação aos ectoparasitos, *C. kelberi* não apresentou nenhuma espécie comum às outras duas espécies de peixes analisadas, obtendo valor nulo de similaridade qualitativa e quantitativa quando relacionado à *P. piraya* e à *S. brandtii* (Tabela 4).

Tabela 3. Similaridade qualitativa de Jaccard (C_J) e quantitativa de Sorenson (C_N) entre os pares formados por três espécies de peixes do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisadas em relação aos seus parasitos metazoários.

PARES	C_J		
	<i>Pygocentrus piraya</i>	<i>Serrasalmus brandtii</i>	<i>Cichla kelberi</i>
<i>Pygocentrus piraya</i>	—	0,75	0,29
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,64	—	0,27
<i>Cichla kelberi</i>	0,37	0,73	—

C_N

Tabela 4. Similaridade qualitativa de Jaccard (C_J) e quantitativa de Sorenson (C_N) entre os pares formados por três espécies de peixes do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisadas em relação aos ectoparasitos.

PARES	C_J		
	<i>Pygocentrus piraya</i>	<i>Serrasalmus brandtii</i>	<i>Cichla kelberi</i>
<i>Pygocentrus piraya</i>	—	0,89	0,0
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,63	—	0,0
<i>Cichla kelberi</i>	0,0	0,0	—

C_N

Tabela 5. Similaridade qualitativa de Jaccard (C_J) e quantitativa de Sorenson (C_N) entre os pares formados por três espécies de peixes do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, analisadas em relação aos endoparasitos.

PARES	C_J		
	<i>Pygocentrus piraya</i>	<i>Serrasalmus brandtii</i>	<i>Cichla kelberi</i>
<i>Pygocentrus piraya</i>	—	0,64	0,54
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,71	—	0,50
<i>Cichla kelberi</i>	0,37	0,73	—

C_N

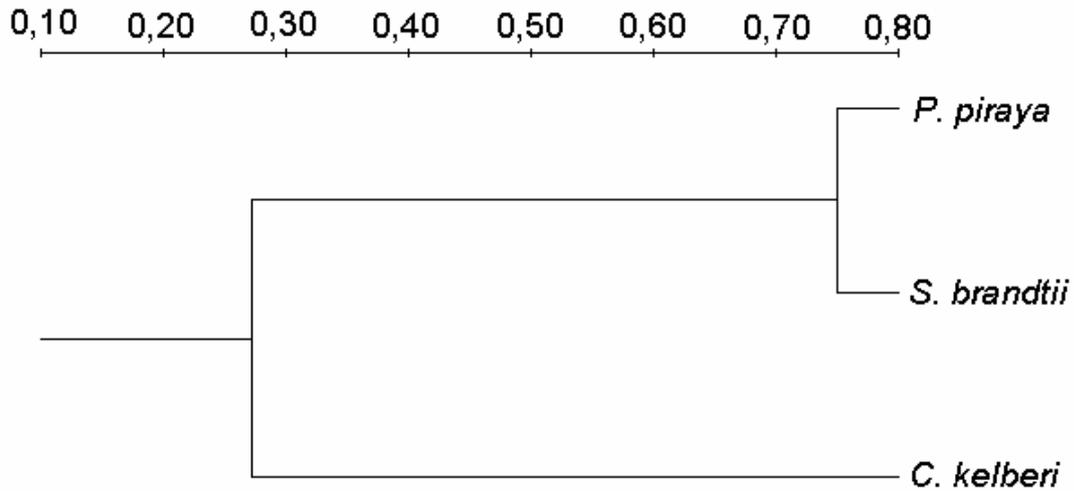


Figura 9. Dendrograma de similaridade qualitativa de Jaccard entre *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil em relação aos 27 táxons de parasitos metazoários encontrados.

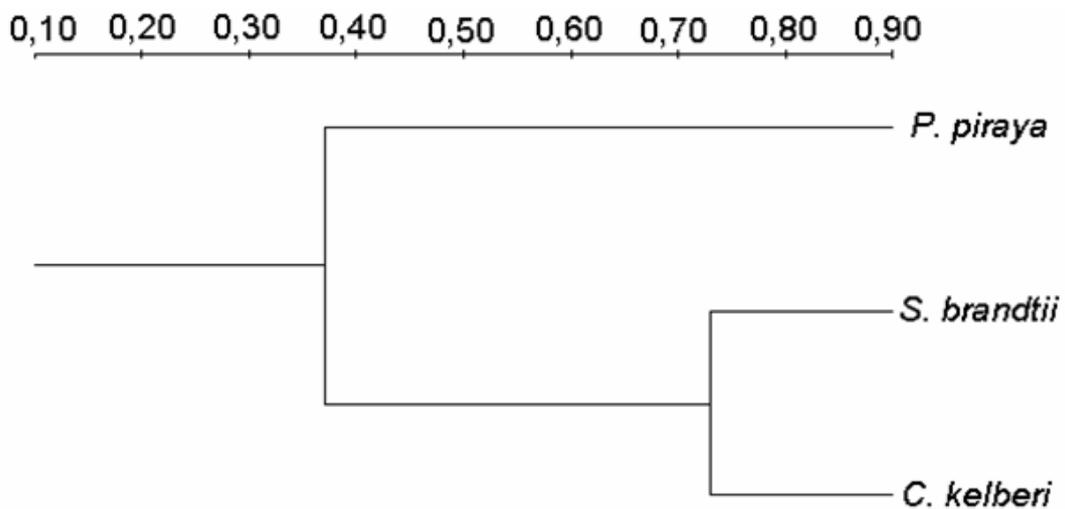


Figura 10. Dendrograma de similaridade quantitativo de Sorenson entre *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875) e *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 do Reservatório de Três Marias, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil em relação aos 27 táxons de parasitos metazoários encontrados.

4 DISCUSSÃO

4.1 Composição da fauna parasitária

A fauna de parasitos das três espécies de peixes estudadas no presente trabalho (*P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi*) assemelha-se, principalmente na fauna de endoparasitos, cujos táxons apresentaram em sua maioria baixa prevalência.

A similaridade qualitativa de Jaccard indicou elevada semelhança entre a fauna parasitária de *P. piraya* e *S. brandtii*, considerando todos os parasitos na sua totalidade e também em relação aos ecto e endoparasitos analisados separadamente. Os Monogenea parasitos de peixes apresentam especificidade parasitária em relação aos seus hospedeiros relacionados taxonomicamente (MALBERG, 1970). Com exceção de Gyrodactylidae, cujos representantes apresentaram baixa prevalência e abundância em *P. piraya*, as mesmas espécies de ectoparasitos parasitaram as brânquias e as narinas de ambos serrasalmíneos estudados fortalecendo ainda mais a relação de especificidade hospedeiro-parasito. Além disso, é provável que o ciclo de vida direto dos ectoparasitos tenha potencializado a infestação. Segundo Guidelli (2006) os mecanismos eficientes que os parasitos utilizam para encontrar hospedeiros parentes, aliado aos hábitos e habitat compartilhados desses hospedeiros parecem garantir sucesso no parasitismo.

Ainda em relação aos ectoparasitos, *C. kelberi* apresentou valor nulo de similaridade tanto qualitativo como quantitativo quando relacionada à *P. piraya* e *S. brandtii*, uma vez que não foi registrada nenhuma espécie de parasito comum entre os hospedeiros analisados. Tanto *Gussevia* sp., quanto *Ergasilus* sp.₂ estão relacionados taxonomicamente com as espécies de *Cichla* (KRITSKY et al., 1989; THATCHER et al., 2006).

Em relação aos endoparasitos o par *P. piraya* - *S. brandtii* também apresentaram elevada similaridade qualitativa, frente às espécies comuns compartilhadas, como *P. inopinatus* e as larvas de nematóides. Porém, o maior valor de similaridade quantitativa foi para o par *S. brandtii* - *C. kelberi*, provavelmente ocasionado pela ocorrência dos elevados valores de prevalência e abundância de *Hysterothylacium* sp. encontrado tanto em *C. kelberi*, quanto em *S. brandtii*.

Cichla kelberi, espécie exótica do Reservatório de Três Marias, apesar de ter apresentado espécies de parasitos comuns às outras duas espécies de carnívoros analisadas apresentou riqueza parasitária baixa, principalmente de ectoparasitos. De acordo com Poulin e Morand (2004) a introdução de espécies de vertebrados pode ocasionar diversos efeitos na diversidade dos parasitos entre áreas geográficas distintas e entre as espécies de hospedeiros. Com os resultados obtidos não é possível verificar se esses efeitos estão acontecendo, mas já se pode afirmar que a fauna de cestóides desses hospedeiros está sendo mantida pelo menos nesse ciclo, o qual está sendo utilizado pelas espécies de parasitos generalistas das comunidades parasitárias de peixes carnívoros desse Reservatório.

Geralmente, quando poucos indivíduos de uma determinada espécie de hospedeiro são introduzidos em novo habitat, raramente carregam consigo todas as espécies de parasitos que os albergavam no habitat original. Isso ocorre devido às baixas prevalências das espécies de parasitos e ao padrão de distribuição disperso ou superagregado comum em parasitos de peixes (POULIN; MORAND, 2004). Torchin et al. (2002, 2003) citados por Poulin e Morand (2004) em estudos de parasitos de invertebrados e vertebrados marinhos e terrestres verificaram menor riqueza de espécies nos organismos introduzidos do que nos nativos. O mesmo foi verificado por Stankiewicz et al. (1997a) citados por Poulin e Morand (2004), onde marsupiais *Trichosurus vulpecula* (Kerr, 1792) originários da Austrália e introduzidos no século XIX na Nova Zelândia apresentaram maior riqueza parasitária na Austrália.

A riqueza parasitária do tucunaré foi menor do que a riqueza dos outros peixes carnívoros provavelmente pela combinação dos fatores relacionados acima por Poulin e Morand (2004). Embora *Gussevia* sp. tenha sido encontrada e relacionada aos ciclídeos (KRITSKY et al., 1989; THATCHER et al., 2006), é possível também que extinção nesse grupo de parasitos (BOEGER; KRITSKY, 1997) tenha ocorrido em função da introdução do peixe no Reservatório, e esse fator também teria contribuído para sua riqueza parasitária menor. Outro fator a ser considerado, é a recente descrição dessa espécie de tucunaré, até então confundida com algumas distribuídas em outras bacias (KULLANDER; FERREIRA, 2006). É possível que a sucessão de eventos de especiação do hospedeiro também esteja envolvido na perturbação da diversidade e da riqueza da comunidade parasitária associada, pela adição (espécies novas) ou extinção de espécies de parasitos (BOEGER; KRITSKY, 1997, POULIN, 2002).

Uma das espécies mais prevalentes e abundantes nas três espécies de hospedeiros analisadas foi *Hysterothylacium* sp., generalista (presente em outros peixes) do Reservatório de Três Marias, assim como do Alto Rio São Francisco (MOREIRA, 1994; BRASIL-SATO, 2003.). Apesar disso, representaram espécie secundária nessas comunidades, cujos índices parasitários mais elevados ocorreram em *C. kelberi*.

Em geral, as maiores abundâncias foram observadas para as espécies mais prevalentes, como *P. macrophallus* de *C. kelberi*, *Anacanthorus* spp. e *B. bifurcatus* de *P. piraya* e *Anacanthorus* spp. de *S. brandtii*. Nee et al. (1991) consideraram que relação positiva entre abundância e distribuição, representada pela frequência com que as espécies ocorrem nos diferentes hábitat, seja uma regra da natureza, devido à uma propriedade intrínseca das espécies. Este padrão foi encontrado por Salgado-Maldonado e Kennedy (1997) em parasitos de *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862) da Península de Yucatan, México e por Guidelli (2006) em alguns parasitos de peixes anostomídeos do Rio Paraná. Exceções como *Hysterothylacium* sp. de *C. kelberi*, cuja prevalência foi elevada e abundância baixa deve ter estar relacionado à forma de predação do tucunaré em relação aos outros carnívoros. Ele ingere a presa inteira (GOMES; VERANI, 2003) e isso deve permitir que larvas de nematóides presentes em cistos encontrados no intestino de peixes menores ou forrageiros do Reservatório (fato constatado nos estudos em desenvolvimento pela equipe) possam ser transmitidas ao tucunaré. O possível mecanismo de transmissão das larvas entre peixes parece ser mais eficiente para o tucunaré do que para os serrasalmíneos, que arrancam pedaços de suas presas, nesse caso, diminuindo as chances de transmissão. Outro aspecto que pode favorecer a elevada prevalência de *Hysterothylacium* sp. em *C. kelberi* é a preferência de peixes forrageiros por áreas de maior proteção, ou seja, com vegetação, também utilizadas pelos tucunarés, principalmente os menores segundo Lowe-McConell (1991).

Segundo Poulin e Morand (2004), parasitos (especialistas) que exploram hospedeiros relacionados taxonomicamente não necessitam investir em defesa, ao contrário das espécies generalistas que ao parasitarem hospedeiros de diferentes famílias necessitam se adaptar contra as defesas naturais (imunidade) de seus hospedeiros. As espécies de ectoparasitos que apresentaram elevada prevalência e abundância no presente trabalho apresentaram especificidade parasitária em relação à subfamília Serrasalmiinae como *Anacanthorus* spp., *Amphithecium* sp., *Rhinoxenus* sp., *B. bifurcatus*, *B. fluviatilis* e *A. multicolor* que parasitaram *P. piraya* e *S. brandtii*. Apesar de *B. fluviatilis* e *A. multicolor* terem sido encontrados nas brânquias de *S. brandtii*, o hospedeiro preferencial desta espécie foi *P. piraya*, cujos índices foram elevados. Apesar da baixa prevalência de *Amphithecium* sp., espécies congênicas também já foram encontradas em hospedeiros serrasalmíneos (BOEGER; KRITSKY, 1988; KRITSKY et al., 1997a,b; THATCHER et al. 2006). Esse tipo de relacionamento específico ocorreu entre os proteocefalídeos, *P. macrophallus* e *P. microscopicus* e os monogenéticos *Gussevia* sp., e o hospedeiro *C. kelberi*.

Os ectoparasitos predominaram nas comunidades parasitárias dos serrasalmíneos, sendo que *Anacanthorus* spp. foram consideradas espécies centrais em ambos serrasalmíneos, *B. bifurcatus* central em *P. piraya* e secundária em *S. brandtii* e os branquiúros e isópodes foram considerados espécies secundárias em *P. piraya* e satélites em *S. brandtii*.

Procamallanus inopinatus apresentou elevada prevalência nas duas espécies de serrasalmíneos, enquanto somente duas larvas foram encontradas em *C. kelberi*. Provavelmente, os hospedeiros intermediários destes nematóides são mais freqüentes no espectro alimentar destes serrasalmíneos do que no espectro de *C. kelberi*.

Caswell (1978) citado por Bush e Holmes (1986) sugeriu que as comunidades são formadas por um núcleo de espécies dominantes, que interagem até alcançarem um equilíbrio. No presente trabalho, poucas espécies foram consideradas centrais, algumas foram consideradas secundárias e a maioria foi considerada satélite, padrão oposto ao proposto por Caswell (1978) e um pouco mais parecido àquele proposto por Hanski (1982) citado por Bush e Holmes (1986), no qual, as espécies mais freqüentes e conseqüentemente mais abundantes estariam presentes na maior parte do habitat e outras em uma pequena parte dele. Assim, as espécies centrais seriam poucas, abundantes e bem distribuídas regionalmente e as satélites seriam raras e pouco abundantes.

A riqueza e a diversidade de endoparasitos de *P. piraya* foram mais elevadas em peixes de maior comprimento total, provavelmente devido ao efeito cumulativo causado pelas larvas de nematóides, sendo também mais elevadas no período chuvoso. Em contrapartida, a riqueza de endoparasitos de *C. kelberi* foi maior nos peixes de menor comprimento total. De acordo com Lowe-McConnel (1991) os tucunarés mais jovens preferem áreas com vegetação, enquanto os maiores preferem águas abertas. Gomes e Verani (2003) afirmaram que a alimentação dos tucunarés se modifica de acordo com a ocupação do habitat passando de microcrustáceos e rotíferos para insetos e camarões e por fim, peixes. É provável que os hospedeiros intermediários dos parasitos de ciclo indireto, como os cestóides proteocefalídeos e as larvas de nematóides, estejam mais distribuídos nas áreas ocupadas pelos peixes jovens e menores.

Serrasalmus brandtii apresentou fauna mais rica de endoparasitos na estiagem, enquanto no período chuvoso essa fauna foi mais diversa. A maior diversidade de endoparasitos de *S. brandtii* no período chuvoso pode ser justificada pelo comportamento oportunista que os espécimes apresentam quando se alimentam de invertebrados terrestres e aquáticos (hospedeiros intermediários dos parasitos de ciclo indireto) quando as águas das chuvas encobrem a vegetação marginal e o solo do entorno do Reservatório de Três Marias (POMPEU, 1999; PERET, 2004).

Seis espécies de nematóides foram comuns às três espécies de peixes carnívoros estudadas (*P. inopinatus*, *C. sentinosa*, *Hysterothylacium* sp., *Contraecaecum* sp., *Spiroxys* sp. e *Goezia* sp.), que apresentaram diferentes valores de prevalência e abundância. Segundo Combes (1991) para obtenção de sucesso no parasitismo é necessário que o encontro entre o parasito e o hospedeiro seja facilitado e que haja compatibilidade entre esses dois elementos. Como as três espécies de peixes apresentam hábito alimentar semelhante, é provável que estes ao ingerirem peixes menores previamente infectados adquiram estes nematóides, ou ainda que o espectro alimentar inclua hospedeiros intermediários destes parasitos, além de peixes por si só.

Existe evidência de que apesar de piscívoros, esses predadores atuam como presas capazes de otimizar vários ciclos parasitários a outros vertebrados predadores carnívoros desses hospedeiros, como por exemplo, as aves piscívoras, diante das larvas de nematóides encontradas.

5 CONCLUSÕES

Entre os três hospedeiros carnívoros do Reservatório de Três Marias analisados (*P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi*) foi observada maior similaridade qualitativa entre as comunidades parasitárias para o par *P. piraya* - *S. brandtii*.

Pygocentrus piraya apresentou fauna parasitária mais rica e mais diversa dentre os três hospedeiros piscívoros analisados. A comunidade parasitária de *S. brandtii* ocupou nível intermediário de riqueza e diversidade parasitárias entre *P. piraya* e *C. kelberi*.

As infracomunidades constituídas por ectoparasitos foram mais ricas e diversas do que as infracomunidades de endoparasitos nos serrasalmíneos e ocorreu o oposto entre as infracomunidades de *C. kelberi*.

A riqueza e a diversidade de endoparasitos de *P. piraya* foram favorecidas no período chuvoso, a riqueza e a diversidade de ectoparasitos de *S. brandtii* foram favorecidas na estiagem e as infracomunidades de endo e ectoparasitos de *C. kelberi* não foram influenciadas pelo período de coleta.

O sexo dos hospedeiros exerceu influência sobre as infracomunidades ectoparasitárias de *P. piraya* e o comprimento total influenciou as infracomunidades endoparasitárias de *P. piraya* e *C. kelberi*. A época de coleta dos hospedeiros influenciou significativamente as infracomunidades endoparasitárias de *P. piraya* e de *S. brandtii* e as infracomunidades ectoparasitárias de *S. brandtii*.

As faunas parasitárias de *P. piraya*, *S. brandtii* e *C. kelberi* se assemelham em estrutura e as três comunidades componentes são isolacionistas.

Os peixes piscívoros são predadores de topo de cadeia e também constituem elo intermediário na rede alimentar desse sistema hídrico, fato evidenciado pelo parasitismo causado por larvas de diferentes grupos de parasitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K.; LUQUE, J. L. 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, R. K.; LUQUE, J. L. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do tamboatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 28, n. 4, p. 413-419, 2006.

ACHIENG, A. P. The impact of the introduction of Nile perch, *Lates niloticus* (L.), on the fisheries of Lake Victoria. **Journal of Fish Biology**, v. 37 (suppl. A), p. 17-23, 1990.

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F. **Peixes da bacia do alto Rio Paraná**, p. 374-400. In: LOWE-MCCONNELL (Ed.). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP, 1999. 534p.

ALMEIDA, S. C. **Aspectos ecológicos dos endohelmintos parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes – Erythrinidae) do alto Rio Paraná, região de porto Rico, Paraná, Brasil**. 1998. 50p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

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, 1999.

AMADO, M. A. P. da M.; HO, J.; ROCHA, C. E. F. Phylogeny and biogeography of the Ergasilidae (Copepoda, Poecilostomatoidea), with reconsideration of the taxonomic status of the Vaigamidae. **Contributions to Zoology**, v. 65, n. 4. p. 233-243, 1995.

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

AMATO, S. B.; AMATO, J. F. R.; ALBRECHT, M. Metacercárias livres de diplostomídeos (Digenea, Diplostomidae) em *Loricariichthys anus* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Loricariidae) do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Parasitologia al día**, v. 25, n. 1-2, p. 24-29, 2001.

ANDERSON, R. C. **Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission**. Wallingford, CAB International, 578p. 1992.

ANDERSON, R. M.; GORDON, D. M. Process influencing the distribution of parasite numbers within hosts populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. **Parasitology**, v. 85, p. 373-398, 1982.

ANDRADE, S. M.; MALTA, J. C. O. Parasite fauna monitoring of matrinxã *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) raised in an intensive husbandry system in a stream channel in the state of Amazonas, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, p. 1123-1132, 2006.

ANDRADE, S. M. S.; MALTA, J. C.; FERRAZ, E. Fauna parasitológica de alevinos de matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) coletados nos Rios Negro e Solimões, na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 263-273, 2001.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; AGOSTINHO, A.A.; FABRÉ, N. N. **Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs**, p. 105-136. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI (Eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Science/Brazilian Limnological Society, 1995. 376 p.

AZEVEDO, R. K.; ABDALLAH, V. D.; LUQUE, J. L. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do acará *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) (Perciformes: Cichlidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 4, p. 403-411, 2006.

AZEVEDO, R. K.; ABDALLAH, V. D.; LUQUE, J. L. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do apaiari *Astronotus ocellatus* (Cope, 1872) (Perciformes: Cichlidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n. 1, p. 15-20, 2007.

BAKKE, T. A.; JANSEN, P. A.; KENNEDY, C. R. The host specificity of *Gyrodactylus salaris* Malmberg (Platyhelminthes, Monogenea): susceptibility of *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) under experimental conditions. **Journal Fish Biology**, v. 39, p. 45-57, 1991.

BEDÊ, L. C.; SANTOS, G. B.; ALVES, C. B. M.; PELLI, A. Alimentação de peixes do reservatório da Pampulha, Belo Horizonte, MG, como ênfase na malacologia. **Ceres**, v. 40, p. 429-437, 1993.

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.

BISTONI, M. L. A.; HARO, J. G. Hábitos alimentarios de *Serrasalmus spilopleura* (pisces, Serrasalminidae) em los banãdos del rio Dulce (Córdoba, Argentina). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 847-853, 1995.

BOEGER, W. A.; DOMINGUES, M. V.; PAVANELLI, G. C. Neotropical Monogenoidea. 24. *Rhinoxenus bulbovaginatatus* n. sp. (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) from the Nasal Cavity of *Salminus maxillosus* (Osteichthyes, Characidae) from the Rio Paraná, Paraná, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, n. 6, p. 695-698, 1995a.

BOEGER, W. A.; HUSAK, W. S.; MARTINS, M. L. Neotropical Monogenoidea. 25. *Anacanthorus penilabiatus* n. sp. (Dactylogyridae, Anacanthorinae) from *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes, Serrasalminidae), cultivated in the State of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, p. 699-701, 1995b.

BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C. Neotropical Monogenea. 12. Dactylogyridae from *Serrasalmus nattereri* (Cypriniformes, Serrasalminae) and aspects of their morphologic variation and distribution in the Brazilian Amazon. **Proceedings of Helminthological Society of Washington**, v. 55, n. 2, p. 188-213, 1988.

BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C. Coevolution of the Monogeneoidea (Platyhelminthes) based on a revised hypothesis of parasite phylogeny. **Internacional Journal for Parasitology**, v. 27, n. 12, p. 1495-1511, 1997.

BOISCHIO, A. A. P. Produção pesqueira em Porto Velho, Rondônia (1984-89) – Alguns aspectos ecológicos das espécies comercialmente relevantes. **Acta Amazonica**, v. 22, p. 163-172, 1992.

BRAGA, R. A. Ninhos de tucunarés, *Cichla temensis* Humboldt e *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, p. 273-278, 1952.

BRAGA, R. A. Alimentação de pirambeba, “*Serrasalmus rhombeus*” (L., 1766) Lacépède, 1803, no açude Lima Campos, Icó, Ceará (Ostariophisi, 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.

BRASIL-LIMA, I. M.; BARROS, C. M. L. **Malacostraca-Peracarida. Freshwater Isopoda. Flabellifera e Asellota**. In: Young, P. S. (ed.). Catalogue of Crustacea of Brazil. *Rio de Janeiro: Museu Nacional*. p. 645-651. (Série Livros n. 6). 1998.

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

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

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

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

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

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

BUSH, A. O.; HOLMES, J. C. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: patterns of association. **Canadian Journal of Zoology**, v. 64, p. 132-141, 1986.

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

CARVALHO, L. N.; ARRUDA, R.; DEL-CLARO, K. Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 2, n. 2, p. 93-98, 2004.

CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K.; TAKEMOTO, R. Host-parasite interaction between branchiurans (Crustacea: Argulidae) and piranhas (Osteichthyes: Serrasalminae) in the Pantanal wetland of Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 67, p. 289-296, 2003.

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, n. 2, p. 479-486, 2003b.

CODEVASF. **Inventário dos projetos de irrigação**. 2^a ed. Brasília: CODEVASF, 1991. 166p.

COMBES, C. **Evolution of parasite life cycles**. p. 62-82. In: TOFT, C. A.; AESCHLIMANN, A.; BOLIS, L. (Eds.), *Parasites-host associations: coexistence or conflict?* Oxford University Press, Oxford, 1991.

CONE, D. K., BURT, M. D. B. The host specificity of *Urocleidus adspectus* (Mueller, 1938) (Monogenea: Ancyrocephalinae). **Journal of Parasitology**, v. 68, p. 1168-1170, 1982.

COSTA, C. M. R.; HERMANN, G.; MARTINS, C. S.; LINS, L. V.; LAMAS, I. R. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 94p.

CRISTOFARO, R.; FEIJÓ, L. M. F. Contribuição ao estudo da fauna helmintológica do Estado do Mato Grosso. **Atas da Sociedade Biológica do Rio de Janeiro**, v. 18, p. 53-58, 1976.

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.

DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A. Introdução de espécies: uma síntese comentada. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 2, p. 255-262, 1999.

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

DOGIEL, V. A. **Ecology of the parasites of freshwater fishes**. In: DOGIEL, V. A.; PETRUSHEVSKI, G. K.; POLYANSKI, Yu (Eds.). *Parasitology of fishes*. London: Oliver & Boyd, 1961. 47p.

DOMINGUES, M. V.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenoidea. 47. Phylogeny and coevolution of species of *Rhinoxenus* (Platyhelminthes, Monogenoidea, Dactylogyridae) and their Characiformes hosts (Teleostei, Ostariophysi) with description of four new species. **Zoosystema**, v. 27, n. 3, p. 441-467, 2005.

EIRAS, J. C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Porto: Fundação Eng. Antonio de Almeida, 339p. 1994.

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

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

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

ESCH, G. W.; SHOSTAK, A. W., MARCOGLIESE, D. J.; GOATER, T. M. **Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview**. In: G. W. Esch, A. O. Bush & J. Aho (Eds.), *Parasite communities: patterns and process*. Chapman and Hall, New York, pp. 1-19. 1990.

ESTEVEES, F. A.; AMORIM, J. C.; CARDOSO, E. L.; BARBOSA, F. A. R. Caracterização limnológica preliminar da Represa de Três Marias (MG) com base em alguns parâmetros ambientais básicos. **Ciência e Cultura**, v. 37, p. 608-617, 1985.

ESTEVEES, F. A.; SATO, Y. Importância da vegetação terrestre marginal na alimentação dos peixes da represa de Três Marias; exemplo: piau branco (*Schizodon knerii*), p. 55. In: **SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA**, 5, 1986, São Carlos. Resumos... São Carlos: UFSCar, 1986.

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.

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.

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.

FINK, W. L. Revision of the piranha genus *Pygocentrus* (Teleostei, Characiformes). **Copeia**, v. 3, p. 665-687, 1993.

FLOWERS, J. R.; POORE, M. F.; MULLEN, J. E.; LEVY, M. G. Digeneans collected from piscivorous birds in North Carolina, U.S.A. **Comparative Parasitology**, v. 71, n. 2, p. 243-244, 2004.

FONTENELE, O. Um caráter sexual secundário extragenital nos Tucunarés (Actinopterygii, Cichlidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 8, n. 2, p. 185-188, 1948.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia dos tucunarés (Actinopterygii, Cichlidae) em cativeiro. Aparelho reprodutor. Hábitos de desova e incubação. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 10, p. 503-519, 1950.

FORTES, E. Descrição de quatro espécies novas de helmintos de bagres (Pisces, Bagridae) do estuário do Guaíba, Porto Alegre, RS, Brasil. **Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS**, vol. 9, p. 69-78, 1981.

FREZE, V. I. **Proteocephalids – Tapeworm Helminths of Fish, Amphibians and Reptiles. Essentials of Cestodology**. Vol. V. Publ. House Nauka, Moscow, 1965. 540p.

FRYER, G. The parasitic crustacean of African freshwater fishes, their biology and distribution. **Journal of Zoology**, v. 156, p. 45-95, 1968.

GIBSON, D. I., JONES, A.; BRAY, R. A. **Keys to the Trematoda**. Volume 1. New York: CAB International, 2002. 521p.

GODINHO, A. L. E os peixes de Minas em 2010? **Ciência Hoje**, v. 16, n. 91, p. 44-49, 1993.

GODINHO, A. L.; FONSECA, M. T.; ARAÚJO, L. M. **The ecology of predator fish introductions: the case of Rio Doce valley lakes**, p. 77-83. In: PINTO-COELHO, R.; GIANI, A.; SPERLING, E. (Eds.). Ecology and human impacts on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies. Belo Horizonte: Segrac, 1994. 193p.

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**, p. 195-227. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: Puc Minas, 2003. 458p.

GOMIERO, L. M.; GOMES, F. M. S. Cannibalism as the main feeding behaviour of tucunarés introduced in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 625-632, 2004.

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

GUÉGAN, J. F.; HUGUENY, B. A nested parasite species subset pattern in tropical fish – host as major determinant of parasite infracommunity structure. **Oecologia**, v. 100, n. 1-2, p. 184-189, 1994.

GUÉGAN, J. F.; LAMBERT, A.; LEVEQUE, C.; COMBES, C.; EUZET, L. Can host body size explain the parasite species richness in tropical freshwater fishes? **Oecologia**, v. 90, n. 2, p. 197-204, 1992.

GUIDELLI, G. M. 2006. **Comunidades parasitárias em espécies de peixes congênicas de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do Alto Rio Paraná. 2006. 88p.** Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

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.

HAMANN, M. I. Fauna parasitaria de *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 en ambientes leníticos de la provincia de Corrientes, Argentina. **Revista de Ictiología**, v. 4, p. 11-17, 1996.

HAMANN, M. I. Aspectos ecológicos de la relación parasitaria entre juveniles de *Braga fluviatilis* Richardson, 1911 (Crustacea, Cymothoidae) y *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces, Characidae) en poblaciones naturales del Nordeste Argentino. **Physis**, v. 55, p. 15-22, 1998.

HOLMES, J. C.; PRICE, P. W. **Communities of parasites**. In: KIKKAWA, J. & ANDERSON, D. I. (Eds.). *Community Ecology: Pattern and Process*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 432 p. 1986.

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.

ISHII, I. H. **Contribuição ao estudo do ciclo do carbono na represa de Três Marias, MG. 1987. 158 p.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1987.

JANOVY, J.; HARDIN, E. L. Populations dynamics of the parasites in *Fundulus zebrinus* in the Platte river of Nebraska. **Journal of Parasitology**, v. 73, p. 689-696, 1987.

JANSEN, P. A.; BAKKE, T. A. Susceptibility of brown trout to *Gyrodactylus salaris* (Monogenea) under experimental conditions. **Journal Fish Biology**, v. 46, p. 415-422, 1995.

JEGÚ, M. **Subfamily Serrasalminae**, p. 182-196. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Orgs.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 729p.

KABATA, Z. **Diseases of fishes book 1: Crustaceans and enemies of fishes**. TFH, Jersey City, USA, 1970. 171p.

KABATA, Z. Copepoda (Crustacea) parasitic on fishes: problems and perspectives. **Advances in Parasitology**, v. 19, p. 1-71, 1981.

KABATA, Z. **Parasites and diseases of fishes cultered in the tropics**. Taylor & Francis, London, UK, 1985. 171p.

KENNEDY, C. R. **Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages?**, p. 131-156. In: ESCH, G. W.; BUSH, A. O.; AHO, J. (Eds.). Parasite communities: patterns and process. Chapman and Hall, New York, 1990.

KLOSS, G.R. Helminthos parasitos de espécies simpátricas de *Astyanax* (Pisces, Characidae) I. **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia de São Paulo**, v. 18, p. 189-219, 1966.

KOHLER, H. C. **Aspectos geocológicos da bacia hidrográfica do São Francisco (primeira aproximação na escala 1: 1 000 000)**, p. 25-27. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Estudo comparativo dos helmintos parasitos de peixes do rio Mogi-Guaçu, coletados nas excursões realizadas entre 1927 e 1985. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 82, p. 483-500, 1987.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; BAPTISTA FARIAS, M. F. D. Metacercariae of *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Trematoda, Diplostomidae) in the eyes of *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) from the Reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, p. 341-344, 1995.

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, p. 327-336, 1985.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; PIPOLO, H. V.; GODOY, M. P. Helminthos parasitos de peixes das usinas hidrelétricas da Eletrosul (Brasil). II. Reservatórios de Salto Osório e de Salto Santiago, bacia do Rio Iguaçu. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 3, p. 299-303, 1988.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; PIPOLO, H. V.; GODOY, M. P. List of helminth parasites of fishes from the Passo Fundo Reservoir, Uruguay River Basin, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 84, n. 3, p. 427-428, 1989.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenoidea. 26. *Annulotrematoides amazonicus*, a new genus and species (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae), from the gills of

Psectrogaster rutilioides (Kner) (teleostei: Characiformes: Curimatidae) from the Brazilian Amazon. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 108, p. 528-532, 1995.

KRITSKY, D.C; BOEGER, W.A.; JEGÚ, M. Neotropical Monogenoidea. 29. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of Piranha and their relatives (Teleostei, Serrasalmidae) from Brazil: Species of *Amphithecium* Boeger & Kritsky, 1988, *Heterothecium* gen. n. and *Pithanothecium* gen. n.. **Journal of Helminthological Society of Washington**, v. 64, n. 1, p. 25-54, 1997a.

KRITSKY, D.C; BOEGER, W.A.; JEGÚ, M. Neotropical Monogenoidea. 30. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of Piranha and their relatives (Teleostei, Serrasalmidae) from Brazil: Species of *Calpidothecium* gen. n., *Calpidothecioides* gen. n., *Odothecium* gen. n., and *Nothothecioides* gen. n.. **Journal of Helminthological Society of Washington**, v. 64, n. 2, p. 208-218, 1997b.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A.; VAN EVERY, L. R. Neotropical Monogenoidea. 17. *Anacanthorus* Mizelle and Price (Dactylogyridae, Anacanthorinae) from characoid fishes of Central Amazon. **Journal of Helminthological Society of Washington**, v. 59, n. 1, p. 25-51, 1992.

KRITSKY, D.C; BOEGER, W.A.; THATCHER, V. Neotropical Monogenea. 11. *Rhinoxenus*, new genus (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) with descriptions of three new species from the nasal cavities of Amazonian Characoidea. **Proceedings of Biological Society of Washington**, v. 101, n. 1, p. 87-94, 1988.

KRITSKY, V. E.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W.A. Neotropical Monogenea. 15. Dactylogyrids from the gills of Brazilian Cichlidae with proposal of *Sciadicleithrum* gen. n. (Dactylogyridae). **Proceedings of Helminthological Society of Washington**, v. 56, n. 2, p. 128-140, 1989.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; KAYTON, R. J. Neotropical Monogenoidea. 2. The Anacanthorinae Price, 1967, with the proposal of four new species of *Anacanthorus* Mizelle & Price, 1965, from Amazonian fishes. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 2, p. 355-361, 1979.

KUIKEN, T.; LEIGHTON, F. A.; WOBESER, G.; WAGNER, B. Causes of morbidity and mortality and their effect on reproductive success in double-crested cormorants from Saskatchewan. **Journal of Wildlife Disease**, v. 35, n. 2, p. 331-346, 1999.

KULLANDER, S. O.; FERREIRA, E. J. G. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine species Teleostei: Cichlidae. **Ichthyological Explorations of Freshwaters**, v. 17, n. 4, p. 289-398, 2006.

LEÃO, E. L. M.; LEITE, R. G.; CHAVES, P. T. C.; FERRAZ, E. Aspectos da reprodução, alimentação e parasitofauna de uma espécie rara de piranha, *Serrasalmus altuvei* Ramírez, 1965 (Pisces, Serrasalmidae) do baixo rio Negro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n. 3, p. 545-553, 1991.

LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology**: Developments in environmental modelling, 3. Amsterdam: Elsevier Scientific Publish. Co., 1983. 419 p.

LEMOS DE CASTRO, A. Sobre as espécies sul-americanas do gênero *Braga* Schioedte & Meinert, 1881 (Isopoda, Cymothoidea). **Arquivos do Museu Nacional**, v. XLIX, p.69-93, 1959.

LEMOS DE CASTRO, A.; LOYOLA E SILVA, J. **Manual de Identificação de Invertebrados Límnicos do Brasil. 33 Isopoda**. Brasília: CNPq, 1985. 20p.

LI, H. W.; MOYLE, P. B. Ecological analysis of species introductions into aquatic systems. **Transactions American Fish Society**, v. 110, p. 772-782, 1981.

LÓPEZ, C. M.; SAMPAIO, E. V. **A comunidade zooplanctônica no Reservatório de Três Marias e no trecho do São Francisco a jusante**, p. 93-104 In: In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). *Águas, Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUCMINAS, 2003.458p.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Ecology of cichlids in South American and African waters, excluding the African Great Lakes**, p. 60-85. In: KEENLEYSIDE, M. H. A. (Ed.). *Cichlid fishes: behaviour, ecology and evolution*. London: Chapman & Hall, 1991. 378p.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 536p.

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

MACHADO, P. M.; ALMEIDA, S. C.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Ecological aspects of endohelminths parasiting *Cichla monoculus* Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná river near Porto Rico, State of Paraná, Brazil. **Comparative Parasitology**, v. 67, n. 2, p. 210-217, 2000.

MACHADO, M. H.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 4, p. 441-448, 1996.

MACHADO, P. M.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Parasitology Research**, v. 97, p. 436-444, 2005.

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

MAGALHÃES, A. L. B.; SATO, Y.; RIZZO, E.; FERREIRA, R. M. A.; BAZZOLLI, N. Ciclo reprodutivo do tucunaré *Cichla ocellaris* (Schneider, 1801) na represa de Três Marias, MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, (Suplemento 1), p. 85-92, 1996.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey: Princenton University Press, 1988. 179p.

MALBERG, G. The excretory systems and the marginal hooks as a basis for the systematics of *Gyrodactylus* (Trematoda, Monogenea). **Archiv für Zoolog**, v. 23, p. 1-235, 1970.

MALTA, J. C. O. **Os crustáceos Branchiura e suas interrelações com os peixes do lago Janauacá, AM, Brasil (Crustácea: Argulidae)**. 1981. 88p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) – Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 1981.

MALTA, J. C. O. Os argulídeos (Crustacea: Argulidae) da Amazônia Brasileira. Aspectos da ecologia de *Dolops discoidalis* Bouvier, 1899 e *D. bidentata* Bouvier, 1899. **Acta Amazonica**, v. 12, n. 3, p.: 521-528, 1982a.

MALTA, J. C. O. Os argulídeos (Crustacea: Argulidae) da Amazônia Brasileira, 2. Aspectos da ecologia de *Dolops geayi* Bouvier, 1899 e *Argulus juparanaensis* Lemos de Castro, 1950. **Acta Amazonica**, v. 12, n. 4, p. 701-705, 1982b.

MALTA, J. C. O. Os argulídeos (Crustacea: Argulidae) da Amazônia Brasileira, 4. Aspectos da ecologia de *Argulus multicolor* Schuurmans Stekhoven, 1937 e *A. pestifer* Ringuelet, 1948. **Acta Amazonica**, v. 13, n. 2, p. 489-496, 1983.

MALTA, J. C. O. Os peixes de um alço de várzea da Amazônia Central (lago Janauacá, rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). **Acta Amazonica**, v. 14, n. 3-4, p. 355-372, 1984.

MALTA J.C.O. *Brasergasilus guaporensis* sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Leporinus fasciatus* (Bloch, 1890) (Characiformes: Anostomidae) da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 23, n. 4, p. 441-447, 1993.

MALTA, J. C. O. **Maxillopoda. Branchiura**. p. 67-74 (Série Livros n. 6). In: YOUNG, P. S. (ed.). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 1998.

MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. Os argulídeos (Crustacea: Argulidae) da Amazônia Brasileira. Aspectos da ecologia de *Dolops striata* Bouvier, 1899 e *Dolops carvalhoi* Castro, 1949. **Acta Amazonica**, v. 13, n. 2, p. 299-306, 1983.

MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. *Argulus chicomendesi* sp. n. (Crustacea: Argulidae) parasita de peixes da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 1, p. 481-498, 2000.

MARCOGLIESE, D. J.; CONE, D. K. Food webs: a plea for parasites. **Tree**, v. 12, n. 8, p. 320-325, 1997.

MARTINS, M. L.; FUJIMOTO, R. Y.; NASCIMENTO, A.; MORAES, F. R. Ocorrência de *Diplostomum* sp. Nordmann, 1832 (Digenea: Diplostomidae) em *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840, proveniente do Reservatório de Volta Grande, MG, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 21, p. 263-266, 1999.

- MARTINS, M. L.; ONAKA, E. M.; FENERICK Jr., J. Larval *Contraecaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 127, p. 51-59, 2005.
- MARTINS, M. L.; PAIVA, A. de M. e F. C.; FUJIMOTO, R. Y.; SCHALCH, S. H. C.; COLOMBANO, N. C. Prevalência, sazonalidade e intensidade de infecção por *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* Lutz, 1928 (Digenea: Diplostomidae) em peixes do Reservatório de Volta Grande, Estado de Minas Gerais, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, p. 469-474, 2002.
- MARTINS, M. L.; SANTOS, R. S.; TAKAHASKI, H. 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 *Contraecaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 73-78, 2003.
- 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.
- MENDOZA, J. M.; SARABIA, D. O.; LÓPEZ, R. C.; LÓPEZ, J. F. Helminths of the fish *Dormitator maculatus* (Osteichthyes: Eleotridae) from Alvarado, Veracruz, México. **Revista de Biología Tropical**, v. 52, n. 2, p. 393-396, 2004.
- MIZELLE, J. D.; KRITSKY, D. C. Studies on nonogenetic trematodes. XL. New species from marine and freshwater fishes. **American Midland Naturalist**, v. 82, p. 417-428, 1969.
- MIZELLE, J. D.; PRICE, C. E. Studies on monogenetic trematodes. XXVIII. Gill parasites of the piranha with proposal of *Anacanthorus* gen. n. **Journal of Parasitology**, v. 51, n. 1, p. 30-36, 1965.
- MOLINA, W. F.; GURGEL, H. C. B.; VIEIRA, L.; CANAN, B. Ação de um predador exógeno sobre um ecossistema aquático equilibrado. I. Extinções locais e medidas de conservação genética. **Revista Unimar**, v. 18, n. 2, p. 335-345, 1996.
- MONTEIRO, C. C. **Helminthofauna do biguá, *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) do Lago Guaíba, Guaíba, RS.** 2006. 205p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region.** Praha, Academy of Sciences of the Czech Republic, 464p. 1998.
- MORAVEC, F. **Dracunculoid and Anguillicoloid Nematodes. Parasitic in Vertebrates.** Praha, academy of Sciences of the Czech Republic, 634p. 2006.
- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. **Folia Parasitologica**, v. 40, p. 115-134, 1993a.

- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 3. Camallanoidea and Dracunculoidea. **Folia Parasitologica**, v. 40, p. 211-229, 1993b.
- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Two new species of the genus *Goezia*, *G. brasiliensis* sp. n. and *G. brevicaeca* sp. n. (Nematoda: Anisakidae), from freshwater fishes in Brazil. **Folia Parasitologica**, v. 41, p. 271-278, 1994.
- MORAVEC, F.; SANTOS, M. D.; BRASIL-SATO, M. C. Redescription of *Cystidicoloides fischeri* based on specimens from piranhas in Brazil, and erection of a new genus (Nematoda: Cystidicolidae). **Journal of Parasitology** (no prelo), 2008.
- MORAVEC, F. VIVAS-RODRÍGUEZ, C.; SCHOLZ, T.; VARGAS-VÁSQUEZ, J.; MENDOZA-FRANCO, E.; SCHMITTER-SOTO, J. J.; GONZÁLES-SOLÍS. Nematodes parasitic in fishes of cenotes (= sinkholes) of the Peninsula of Yucatán, Mexico. Part 2. Larvae. **Folia Parasitologica**, v. 42, p. 199-210, 1995.
- 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.
- NEE, S.; GREGORY, R. D.; MAY, R. M. Core and satellite species: Theory and artefacts. **Oikos**, v. 62, p. 83-87, 1991.
- NICO, L. G.; TAPHORN, D. C. Food habits of piranhas in the low llanos of Venezuela. **Biotropica**, v. 20, p. 311-321, 1988.
- NORRIS, D. E.; OVERSTREET, R. M. The public health implications of larval *Thynnascaris* nematodes from shellfish. **Journal of Milk and Food Technology**, v. 39, p. 47-54, 1976.
- NOVAES, J. L. C.; RAMOS, I. P.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. Metacercariae of *Diplostomum compactum* Lutz, 1928 (Trematoda, Diplostomidae) in the eyes of acará *Geophagus brasiliensis* Quoy & Gaimard, 1824 (Teleostei, Cichlidae) from Barra Bonita Reservoir – São Paulo, Brazil. **Arquivos de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 6, p. 1229-1231, 2006.
- 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.
- OSTROWSKI DE NÚÑEZ, M. The life histories of *Diplostomum* (*Austrodiplostomum*) *compactum* (Lutz, 1928) Dubois, 1970 and *D. (A.) mordax* (Szidat and Nani, 1951) n. comb. In South America. **Zoologischer Anzeiger**, v. 208, p. 393-404, 1982.

PAES, J. V. K.; SANTOS, K. R.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. Ocorrência de metacercária de *Diplostomum compactum* (Trematoda, Diplostomidae) parasitando *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) proveniente do Reservatório de Nova Avanhandava, Buritama, São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, p. 383-387, 2003.

PAIVA, M. P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982. 304p.

PAPERNA, I. **Parasites, infections and diseases of fishes in África – An update**. Rome: CIFA Technical Paper, 1996. 211p.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes**. 2ª ed. p. 104-105. Maringá: Eduem, 2002.

PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R. M. **Fauna helmíntica de peixes do Rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná**, p. 307-329. *In*: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds.). A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: Eduem, 1997. 460p.

PERET, A. M. **Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da represa de Três Marias (MG)**. 2004. 57p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PINKGUNI, M. **Pirañas: cuidados – criação – espécies**. Barcelona: Editorial Hispano Europea, 1997. 64p.

PINTO, R. M.; FABIO, S. P.; NORONHA, D.; ROLAS, F. T. Novas contribuições ao conhecimento do gênero *Procamallanus* (Nematoda, Camallanoidea). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 73, p. 183-191, 1975.

PINTO, R. M.; FABIO, S. P.; NORONHA, D.; ROLAS, F. T. Novas contribuições sobre os *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 74, p. 77-84, 1976.

PINTO, R. M.; NORONHA, D. Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica do município de Alfenas, Estado de Minas Gerais. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 70, p. 391-407, 1972a.

PINTO, R. M.; NORONHA, D. Redescrição de *Procamallanus inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Nematoda, Camallanoidea). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 15, p. 105-108, 1972b.

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. 323-339, 1976.

PLANVASF. **Plano diretor para o desenvolvimento do vale do São Francisco (1989-2000)**. Brasília: PLANVASF, 1989. 515 p.

- POI DE NEIFF, A.; CARRIGNAN, R. Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná river floodplain. **Hydrobiologia**, v. 345, p. 185-196, 1997.
- POMPEU, P. S. Dieta da pirambeba *Serrasalmus brandtii* Reinhardt, 1874 (Teleostei, Characidae) em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 166 (suplemento 2), p. 19-26, 1999.
- POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. **Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco**, p. 167-181. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 458p.
- POULIN, R. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. **International Journal for Parasitology**, v. 22, n. 6, p. 753-758, 1992.
- POULIN, R. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being male? **American Naturalist**, v. 147, n. 2, p. 287-295, 1996.
- POULIN, R. The evolution of monogenean diversity. **International Journal for Parasitology**, v. 32, n. 3, p. 245-254, 2002.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Washington: Smithsonian Books, 215p. 2004.
- REGO, A. A. Cestóides proteocefalídeos do Brasil. Reorganização taxonômica. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p. 203-212, 1987.
- REGO, A.A. **Order Proteocephalidea Mola, 1928**, p. 257- 293. In: KHALIL, L. F.; JONES, A.; BRAY, R. A. (Eds.). Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates. New York: CAB Internacional, 1994. 398p.
- REGO, A. A.; CHUBB, J. C.; PAVANELLI, G. C. Cestodes in South American freshwater teleost fishes: keys to genera and brief description of species. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 2, p. 299-367, 1999.
- REGO, A. A.; PAVANELLI, G. C. Checklist of the cestode order Proteocephalidea parasites from South American freshwater fishes. **Revista Unimar**, v. 14, p. 109-137, 1992.
- REGO, A. A.; VICENTE, J. J. Excursão científica à zona do pantanal, Estado do Mato Grosso, para coleta de helmintos. **Ciência e Cultura**, v. 40, p. 65-68, 1988.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. **Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 729p.
- RINGUELET, R. Revision de los Argúlidos Argentinos (Crustacea: Branchiura) com el catálogo de las especies neotropicales. **Revista del Museo de La Plata**, v. 3, n. 19, p. 43-100, 1943.
- RODRIGUES, W. C. **DivEs – Diversidade de espécies. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário**, 2005. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br>>. Acesso em: 16 ago. 2007.

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.

SALGADO-MALDONADO, G.; KENNEDY, C. R. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, México. **Parasitology**, v. 114, p. 581-590, 1997.

SAMPAIO, E. V.; LÓPEZ, C. M. **Limnologia física, química e biológica da represa de Três Marias e do São Francisco**, p. 71-92. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). Águas, peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 458p.

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

SANTOS, M. D.; 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, 931-938, 2006.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G. **Peixes da bacia amazônica**, p. 345-373. In: Lowe-McConnell. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: Edusp, 1999. 534p.

SANTOS, G. M.; JEGU, M.; MERONA, B. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins**. Manaus: Eletronorte/CNPq/INPA, 1984. 83p.

SANTOS, M. D.; THATCHER, V. E.; BRASIL-SATO, M. C. *Brasergasilus bifurcatus* sp. nov. (Copepoda, Ergasilidae, Abergasilinae) from the gills and nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. **Acta Parasitologica**, v.52, n. 3, p. 268-272, 2007.

SANTOS, E.; VICENTE, J. J.; JARDIM, C. R. Helminthos de peixes amazônicos da Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz. II. Nematoda. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 20, p. 11-19, 1979.

SANTOS, R. de S.; PIMENTA, F. D. A.; MARTINS, M. L.; TAKAHASHI, H. K.; MARENGONI, N. G. Metacercárias de *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* Lutz, 1928 (Digenea: Diplostomidae) em peixes do rio Paraná, Brasil. Prevalência, sazonalidade e intensidade de infecção. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, p. 475-480, 2002.

SARAIVA, A.; SILVA, F. A.; SILVA-SOUZA, A. T. Nematode parasites of the characid fish *Brycon hilarii* from the River Juba, Mato Grosso, Brazil. **Helminthologia**, v. 43, p. 3, p. 158-160, 2006.

SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M. B.; MIRANDA, M. O. T. **Impacto a jusante do Reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*)**, p. 327-345. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 458p.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. **Peixes da bacia do rio São Francisco**, p.401-413. In: LOWE-McCONNEL, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP, 1999. 535p.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Tucunará – um peixe exótico na represa de Três Marias, MG. In: **ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA DE MINAS GERAIS**. Coletânea de resumos dos encontros da Associação Mineira de Aquicultura; 1982/1987. CODEVASF, Brasília, 1988. p. 92-93.

SATO, Y.; SAMPAIO, E. V. **Ictiofauna na região do Alto São Francisco, com ênfase no Reservatório de Três Marias, Minas Gerais**. p. 251-274. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Eds.). Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos: RiMa, 2005. 458p.

SAZIMA, I.; MACHADO, F. A. Underwater observations of piranhas in western Brazil. **Environment Biology Fishes**, v. 28, p. 17-31, 1990.

SAZIMA, I.; POMBAL-JR, J. P. Mutilação de nadadeiras em acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 3, p. 477-483, 1988.

SCHOLZ, T.; CHAMBRIER, A.; PROUZA, A.; ROYERO, R. Redescription of *Proteocephalus macrophallus*, a parasite of *Cichla ocellaris* (Pisces: Cichlidae) from South America. **Folia Parasitologica**, v. 43, p. 287-291, 1996.

SCOTT, M. E. Reproductive potential of *Gyrodactylus bullatarudis* (Monogenea) on guppies (*Poecillia reticulata*). **Parasitology**, v. 85, p. 217-236, 1982.

SILVA-SOUZA, A. T. **Estudo do parasitismo de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) por *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Lutz, 1928) (Trematoda, Digenea) no rio Tibagi, PR**. 1998. 125 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, 1998.

STONE, J. E.; PENCE, D. B. Ecology of helminth parasitism in the bobcat from west texas. **Journal of Parasitology**, v. 64, p. 295-302, 1978.

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

SUNAGA, T.; VERANI, J. R. **The fish communities of four lakes**, p. 359-369. In: TUNDISI, J. G.; SAIJO, Y. (Eds.). Limnological studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil. São Paulo: Brazilian Academy of Sciences / University of São Paulo, 1997. 513p.

SZIDAT, L.; NANI, A. Diplostomiasis cerebralis del pejerrey. **Revista del Instituto Nacional de investigacion de las ciencias naturales**, v. 1, n.8, p. 324-378, 1951.

TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Proteocephalidean Cestodes in the Freshwater Fish *Cichla monoculus* from the Paraná River, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 31, p. 123-127, 1996.

TANAKA, L. K. Aspectos ecológicos dos parasitos de *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 e *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Characiformes, Serrasalmidae) do Rio Baía, Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, MS. 2000. 30p. + anexos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, 2000.

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.

THATCHER, V. E. Copepods and fishes in the Brazilian Amazon. **Journal of Marine Systems**, v. 15, n. 1, p. 97-112, 1998.

THATCHER, V. E. **Amazon fish Parasites (Second Edition)**. Pensoft Publ. Sofia, Bulgaria, 2006. 508p.

THATCHER, V.E.; BOEGER, W.A. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon. 5. *Brasergasilus* gen. nov. (Copepoda: Cyclopoidea), a “three-legged” ergasilid, with two new species and the proposal of Abergasilinae subfam. nov. **Acta Amazonica**, v. 31, p. 195-214, 1983.

THATCHER, V.E.; BOEGER, W.A. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon. 6. *Brasergasilus oramus* n. sp. (Copepoda: Cyclopoidea) from *Anodus elongatus* Spix. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, p. 395-401, 1984a.

THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon, 13. *Gamidactylus jaraquensis* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida: Vaigamidae) from the nasal fossae of *Semaprochilodus insignis* (Schomburgk). **Amazoniana**, v. 8, p. 421-426, 1984b.

THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon, 15. *Gamispatulus schizodontis* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida: Vaigamidae) from *Schizodon fasciatus* Agassiz. **Amazoniana**, v. 9, p. 119-126, 1984c.

THATCHER, V. E., BOEGER, W. A. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon. 14. *Gamispinus diabolicus* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida: Vaigamidae) from the nasal fossae of *Ageneiosus brevifilis* Valenciennes. **Amazoniana**, v. 8, p. 505-510, 1984d.

THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A.; VIANNA, R. T. **Capítulo 3 Monogenoidea**. p. 42-116. In: THATCHER, V. E. (Ed.). Amazon fish Parasites (Second Edition). Pensoft Publ. Sofia, Bulgaria, 508p. 2006.

THATCHER, V. E., ROBERTSON, B. A. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon, 11. Vaigamidae fam. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida) with males and females of *Vaigamus retrobarbatus* gen. et sp. nov. and *V. spinicephalus* sp. nov. from plankton. **Canadian Journal of Zoology**, v. 62, p. 716-729, 1984.

TORRES, P.; FRANJOLA, R.; MONTEFUSCO, A. Infección estacional por metacercarias de *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Szidat & Nani, 1951) y *Tylodelphis destructor* Szidat & nani, 1951 em el pejerrey chileno, *Basilichthys australis* Eigenmann, 1927 (Pisces: Atherinidae) en el lago Riñihue, Chile. **Boletín Chileno de Parasitología**, v. 51, p. 15-19, 1996.

TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C. Fauna helmintológica de peixes de água doce do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, 1: 5-68, 1928.

TRAVASSOS, L.; KOHN, A. Lista dos helmintos parasitos de peixes encontrados na Estação Experimental de Biologia e Piscicultura de Emas, Pirassununga, Estado de São Paulo. **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia do Estado de São Paulo**, v. 17, n. 5, p. 35-52, 1965.

TUNDISI, J. G. **Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos**, p. 21-38. In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de Reservatório: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp, 1999. 799p.

VAN EVERY, L. R.; KRITSKY, D. C. Neotropical Monogenoidea. 18. *Anacanthorus* Mizelle and Price, 1965 (Dactylogyridae, Anacanthorinae) of piranha (Characoidea, Serrasalminae) from the central Amazon, their phylogeny, and aspects of host-parasite coevolution. **Journal of Helminthological Society of Washington**, v. 59, p. 52-75, 1992.

VARELLA, A. *Gamidactylus bryconis* sp. n. (Copepoda, Poecilostomatoida, Vaigamidae) das fossas nasais de peixes, *Brycon pellegrini* Holly, 1929, e *B. melanopterus* (Cope, 1872) da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 24, p. 145-152, 1995.

VARELLA A. M. B., MALTA, J. C. O. *Gamidactylus hoplius* sp. n. (Copepoda, Poecilostomadoidea, Vaigamidae) das fossas nasais de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 3/4, p. 281-288, 1995.

VARELLA A. M. B., MALTA, J. C. O. *Brasergasilus mamorensis* sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) from the nasal cavities of *Hydrolycus pectoralis* (Guenther, 1866) (Characiformes: Cynodontidae) from the Brazilian Amazon, and considerations about Abergasilinae. **Acta Amazonica**, v. 30, p. 323-330, 2001.

VAZ, Z.; PEREIRA, C. Contribuição ao conhecimento dos nematóides de peixes fluviais do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 5, p. 87-103, 1934.

VIANNA, R. T. **Filogenia e biogeografia histórica dos Gyrodactylidae (Monogenoidea): morfologia, moléculas e evidência total**. 2007. 271p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, 2007.

VICENTE, J. J.; PINTO, R. M. Nematóides do Brasil. Nematóides de peixes Atualização: 1985-1998. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 3, p. 561-610, 1999.

VICENTE, J. J.; RODRIGUES, H. O.; GOMES, D. C. Nematóides do Brasil. 1ª parte: Nematóides de peixes. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 25, p. 1-75, 1985.

WEIBLEN, A. M; BRANDÃO, D. A. 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.

WILLIAMS, H. H.; MACKENZIE, K.; MCCARTHY, A. M. Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 2, p. 144-176, 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.

YAMAGUTI, S. **Synopsis of Digenetic Trematodes of Vertebrates**, vols I and II. Tokyo, Keigaku Publishing Co. Ltd, 1971. 1074p. + 349 plates.

ZAMAN, Z.; SENG, L. T.; The seasonal abundance of the parasite in *Clarias batrachus* and *C. macrocephalus* from two areas (Kedah and Perak) of Malaysia and its relationship to the maturity of the hosts. **Bangladesh Journal of Zoology**, v. 17, n. 1, p. 47-55, 1989.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1996. 662p.

ZARET, T. M. Life history and growth relationships of *Cichla ocellaris*, a predator South American Cichlid. **Biotropica**, v. 12, p. 144-157, 1980.

ZARET, T. M. The stability/diversity controversy; a test of hypotheses. **Ecology**, v. 63, p. 721-731, 1982.

ZARET, T. M.; PAINE, R. T. Species introduction in a tropical lake. **Science**, v. 182, p. 449-455, 1973.

ZELMER, D. A.; ARAI, H. P. The contributions of host age and size to the aggregated distribution of parasites in yellow perch, *Perca flavescens*, from Garner Lake, Alberta, Canada. **Journal of Parasitology**, v. 84, n. 1, p. 24-28, 1998.

ANEXO I

FORMULÁRIO PARA NECROPSIA DE PEIXES

Nome genérico	Nome específico	
Nome vulgar	Sexo	HOSPEDEIRO

Data da coleta:			
Local de coleta:			
Armazenagem: () sim () não		Refrigerador:	Congelador
Data do exame: / /		Fator de condição:	
Peso: g	Comprimento total: cm	Comprimento padrão: cm	
Modo de captura:			
Superfície do corpo:			
Boca:			
Opérculos:			
Narinas:			
Brânquias:			
Olhos:			
Esôfago:			
Estômago:			
Cecos intestinais:			
Intestino anterior-1º 1/3:			
Intestino médio-2º 1/3:			
Intestino posterior-3º 1/3:			
Reto:			
Rins:			
Fígado:			
Vesícula biliar:			
Ovários:			
Coração:			
Bexiga urinária:			
Vesícula gasosa:			
Cavidade celomática:			
Musculatura:			
Nadadeiras:			

ANEXO II

ARTIGO ACEITO PARA PUBLICAÇÃO (Journal of Parasitology)

Running Head: MORAVEC ET AL.- REDESCRIPTION OF *CYSTITICOLOIDES FISCHERI*

REDESCRIPTION OF *CYSTITICOLOIDES FISCHERI* BASED ON SPECIMENS FROM PIRANHAS IN BRAZIL, AND ERECTION OF A NEW GENUS (NEMATODA: CYSTITICOLIDAE)

František Moravec, Michelle D. Santos*, and Marília C. Brasil-Sato†

Institute of Parasitology, Biology Centre of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic. *e-mail: moravec@paru.cas.cz*

*Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

†Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Km 7 da Br 465, CP 74539, Seropédica, Rio de Janeiro, 23851-970, Brazil.

ABSTRACT: The cystidicolid nematode *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas and Pereira, 1928) is redescribed from specimens collected from the stomach of the San Francisco piranha *Pygocentrus piraya* (Cuvier) and the white piranha *Serrasalmus brandtii* (Lütken) (both Characidae, Characiformes) (new host records) from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. The morphology of this type species of *Cystidicoloides* Skinker, 1931, studied with both light and scanning electron microscopy, is characterized by some taxonomically important, previously unreported features, such as the presence of a cephalic cuticular collarete, subdorsal and subventral cephalic spikes, cuticular tooth-like elevations inside the prostom, deirids, area rugosa, and details in the structure of the cephalic end. *Heliconema izecksohni* Fabio, 1982 is transferred to *Cystidicoloides* as *C. izecksohni* (Fabio, 1982) n. comb. *Cystidicoloides uniseriata* Valovaya and Valter, 1988 is considered a species inquirenda with uncertain generic appurtenance. The presence of

subdorsal and subventral cephalic spikes and the collarette are characteristic of *Cystidicoloides*, comprising only species parasitizing Neotropical fishes. The species from salmonids in the Holarctic, hitherto reported mostly as *Cystidicoloides ephemeridarum* (Linstow, 1872), belongs to a different, newly erected genus, for which the name *Salmonema* n. gen. (type species *S. ephemeridarum*) is now proposed. *Cystidicoloides prevosti* (Choquette, 1951) is transferred to *Salmonema* as *S. prevosti* (Choquette, 1951) n. comb. *Sterliadochona ssavini* Skryabin, 1948 and *Sterliadochona* Skryabin, 1948 are considered as species inquirenda and a genus inquirendum, respectively. A key to species of *Cystidicoloides* is provided.

Travassos et al. (1928) described *Cystidicola fischeri* Travassos, Artigas and Pereira, 1928 from specimens collected in the stomach of the characid fish *Salminus maxillosus* (= *S. brasiliensis* [Cuvier]) in Brazil. Later, Skinker (1931) erected a new genus, *Cystidicoloides*, to which she had transferred *C. fischeri* and *Cystidicola harwoodi* Chandler, 1931, with the former as the type species. Unfortunately, the original description of *C. fischeri* is incomplete, particularly as to the cephalic structures, which are now considered important for the taxonomy of spirurine nematodes (Moravec, 2007). Rasheed (1965) re-defined the genus *Metabronema* Yorke and Maplestone, 1926 and, except for *Metabronema magnum* (Taylor, 1925), she transferred many nominal species of this genus to *Cystidicoloides*. She also synonymized *Sterliadochona* Skryabin, 1948 (incorrectly reported as 1946) with *Cystidicoloides*, which has been widely followed by subsequent authors (e.g., Moravec, 1967; Chabaud, 1975).

Maggenti and Paxman (1971) reexamined the type specimens of *C. fischeri* and re-erected *Sterliadochona* principally on the basis of the presence of “prominent cuticular extensions on the lateral labia” and the greater ratio than 1:10 of the muscular and the glandular esophagus in *C. fischeri*. However, as noted by Chabaud (1975), the characters used

by Maggenti and Paxman (1971) have no generic value for nematode parasites of vertebrates and, therefore, *Sterliadochona* has not been considered a valid genus by most authors (e.g., Alvarez-Pellitero, 1976; De and Moravec, 1979; Cone and Ryan, 1984).

Petter (1984) examined the cephalic end (only in lateral view) of a male specimen of *C. fischeri* from the type host, collected by Pereira in 1927, and she concluded that it was very different from that in *Cystidicoloides tenuissima* (= *C. ephemeridarum* [Linstow, 1872]); consequently, she again re-erected *Sterliadochona* for the latter species. Petter (1984) also described 2 new species of *Cystidicoloides*, i.e., *C. dlouhyi* Petter, 1984 and *C. vaucheri* Petter, 1984, from fishes in Paraguay. *Sterliadochona* as a valid genus was accepted by Shimazu (1996) but, generally, it is considered a synonym of *Cystidicoloides*. Valovaya and Valter (1988) inadequately described a new species, *Cystidicoloides uniseriata* Valovaya and Valter, 1988, from the White Sea cod, which should be taken for a species inquirenda with uncertain generic appurtenance. This confused situation in the taxonomy of *Cystidicoloides* and related genera can only be solved by a detailed morphological study (preferably using SEM) of the type species (Moravec 2007); unfortunately, the cephalic structures of *C. fischeri* were not previously studied in apical view and none of the 4 *Cystidicoloides* spp. from South American fishes was examined by SEM.

During recent investigations of helminth parasites of fishes in the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil, conspecific cystidicolid nematodes referable to *Cystidicoloides* Skinker, 1931, were collected from the stomach of 2 species of piranhas, the San Francisco piranha *Pygocentrus piraya* (Cuvier) and the white piranha *Serrasalmus brandtii* (Lütken) (both Characidae, Characiformes). Their detailed study using the light (LM) and scanning electron microscopy (SEM) have shown that they can be identified as *C. fischeri* (Travassos, Artigas and Pereira, 1928), the hitherto little-known type

species of the genus. Its redescription, including important, previously unreported taxonomic features are presented herein, along with erection of a new cystidicolid genus.

MATERIALS AND METHODS

Fishes were captured in the Três Marias Reservoir (18°12'59"S, 45°17'34"), Upper São Francisco River, in the municipality of Três Marias, Minas Gerais State, between January 2004 and August 2005. The nematodes recovered were washed in physiological saline and then fixed in 70% ethanol. For light microscopy (LM), the nematodes were cleared with glycerine. Drawings were made with the aid of a Zeiss drawing attachment. After the LM examination, 2 specimens were also used for scanning electron microscopy (SEM). The specimens were transferred to 4% formaldehyde solution and then post-fixed in 1% osmium tetroxide, dehydrated through a graded acetone series, critical point dried and sputter-coated with gold; they were examined using a JEOL JSM-6300 scanning electron microscope at an accelerating voltage of 15 kV. Specimens of "*Cystidicoloides*" *ephemeridarum* used for SEM were collected from the stomach of the brown trout *Salmo trutta fario* Linnaeus from the Homolský Brook, North Bohemia, Czech Republic in May 2000. Attempts to borrow the type specimens of *C. fischeri* and *Heliconema izecksohni* were unsuccessful. All measurements are in micrometers unless otherwise stated. The scientific names of fishes follow FishBase (Froese and Pauly, 2007).

DESCRIPTION

Family Cystidicolidae Skryabin, 1946

Cystidicoloides fischeri (Travassos, Artigas and Pereira, 1928) Skinker, 1931

(Figs. 1-4)

General: Small, whitish nematodes. Cuticle thick, with fine transverse striations distinctly visible particularly in middle part of body (Fig. 3A, B). Cuticle on cephalic end inflated to form distinct cephalic vesicle (collarette) (Figs. 1A-C, E, H, 3A, B, 4A), initiating approximately at level of end of prostom and gradually narrowing to about level of vestibule end; inflation present in all specimens examined but most developed in larger females. Cephalic end rounded, with 2 conspicuous conical pseudolabial terminal protrusions and pointed tips (Figs. 1A-D, 3A-D). Oral aperture oval, dorsoventrally elongate, somewhat narrowed equatorially (Figs. 1D, 3C, 4A). Pseudolabia lateral, rather large, each provided with conspicuous conical terminal protrusion; in apical view, inner parts of pseudolabia partly cover mouth (Figs. 1D, 3C). Submedian cephalic elevations (labia) 4, each in form of elongate mound, and 2 small conical elevations, 1 dorsal and 1 ventral. Submedian sublabia 4, modified each to form 1 conical, pointed sclerotized spike and narrow plate situated nearer to pseudolabium (Figs. 1D, 3C, D, 4A). Four submedian cephalic papillae and pair of lateral amphids present. Vestibule (stoma) long, with funnel-shaped anterior prostom visible in lateral view. Walls of posterior part of prostom lined with 2 narrow longitudinal, dorsal and ventral, not too distinct tooth-like elevations visible in lateral view (Figs. 1A, B). Glandular esophagus 10-13 times longer than muscular. Nerve ring encircles muscular esophagus approximately at border of its first and second thirds; excretory pore somewhat anterior to level of anterior end of glandular esophagus; deirids slightly asymmetrical, small, simple, claw-shaped, situated between nerve ring and anterior end of glandular esophagus (Figs. 1E, H, 4C).

Male (4 specimens): Body 7.40-9.68 mm long, maximum width 150-200. Cephalic protrusions 9 high. Vestibule including prostom 126-135 long; prostom 13-21 long and 15-27 wide. Muscular esophagus 240-273 long, maximum width 30-50; glandular esophagus 2.75-3.00 mm long, maximum width 90-138; length ratio of muscular and glandular parts of

esophagus 1:10-12. Entire esophagus and vestibule represent 34-41% of total body length. Nerve ring, excretory pore and deirids 213-240, 367-381 and 285-339, respectively, from anterior extremity. Posterior end of body spirally coiled, provided with narrow caudal alae. Preanal papillae: 4 pairs of subventral pedunculate papillae with first pair shifted somewhat laterally relative to following 3 (Figs. 2 B,C, 4 D). Postanal papillae: 6 pairs present (exceptionally 6 papillae on 1 side and 5 papillae on opposite side) (Figs. 2A-C, 4D). Phasmids notably smaller and posterior to distal-most caudal papillae (Figs. 2B, D, 4F). Ventral cuticular ridges (area rugosa) anterior to cloaca well developed, consisting of about 13 longitudinal rows of tessellated ornamentations (Figs. 2A, 4E). Spicules unequal. Large (left) spicule 662-870 long, with obtuse distal tip having large ventral membranous outgrowth (Figs. 2E, F), with shaft 261-351 long or 39-46% of spicule length. Small (right) spicule broad, 138-165 long, with rounded distal end provided with small cuticular membrane (Fig. 2G). Length ratio of spicules 1: 4.4-6.3. Tail conical, 171-245 long, with rounded tip (Figs. 4D ,F).

Female (3 gravid specimens; measurements of 1 nongravid specimen in parentheses): Body 12.47-14.77 (10.00) mm long, maximum width 231-245 (175). Cephalic protrusions 12 high. Vestibule including prostom 132-141 (138) long; prostom 24-27 (13) long and 24-30 (20) wide. Muscular esophagus 240-270 (285) long, maximum width 48-54 (40); glandular esophagus 3.05-3.20 (2.94) mm long, maximum width 114-122 (128); length ratio of muscular and glandular parts of esophagus 1: 12-13. Entire esophagus and vestibule represent 23-29% of total body length. Nerve ring, excretory pore and deirids 233-240 (250), 327-394 (428) and 264-312, respectively, from anterior extremity. Tail conical, short, 132-150 (123) long, sometimes with small terminal knob; pair of lateral phasmids situated near tail tip (Figs. 1I, 3E). Posterior lip of anus with distinct granular structure on surface (Fig. 3F). Vulva slightly post-equatorial, situated 6.96-8.43 (6.50) from anterior end of body, at 55-57 (65)%

of body length; vulval lips not elevated. Vagina directed anteriorly from vulva; ovejector present (Fig. 1G). Amphidelphic. Uterus filled with numerous eggs, occupies major part of body, reaching posteriorly level of anus. Eggs thick-walled, ellipsoidal when fully developed with larvae, $39-42 \times 21-24$; thickness of egg wall 4-5; no filaments present (Fig. 1J).

Taxonomic summary

Hosts: San Francisco piranha *Pygocentrus piraya* (Cuvier), local name “piranha”, and white piranha *Serrasalmus brandtii* (Lütken), local name “pirambeba” (both Characidae, Characiformes). Reported also from *Salminus brasiliensis* (Cuvier) (as *S. maxillosus*) (type host), *Galeocharax knerii* (Steindachner) and *Salminus hilarii* Valenciennes (all Characidae) (Travassos et al., 1928; Vicente et al., 1985; Moravec, 1998).

Site of infection: Stomach.

Locality: Três Marias Reservoir (Upper São Francisco River, São Francisco basin), Minas Gerais State, Brazil (collected by M. D. Santos). Previously reported from the Paraná River drainage system (Emas, Pirassununga) in Brazil (Travassos et al., 1928; Vicente et al., 1985).

Prevalence, intensity, and abundance: *P. piraya*: 10.2% (11 fish infected / 108 fish examined), intensity 1-3 (mean 2) specimens; mean abundance 0.24 ± 0.76 . *S. brandtii*: 0.6% (1/168), 1; 0.006 ± 0.08 .

Deposition of specimens: Helminthological collection of the Institute of Parasitology, Biology Centre, ASCR, České Budějovice, Czech Republic (Cat. No. N-883) and Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz, CHIOC, Rio de Janeiro State, Brazil (Cat. No. CHIOC 35529a-b).

DISCUSSION

Even though the original description of *Cystidicoloides fischeri* given by Travassos et al. (1928) is inadequate and later re-examinations of the cephalic end of the type specimens

by Maggenti and Paxman (1971) and Petter (1984) contributed little to knowledge of the morphology of this species, the morphology and biometry of specimens of the present material from piranhas are, more or less, in agreement with the existing data on this species; small biometrical differences, e.g., in the length of the large spicule, are probably due to intraspecific variability and small numbers of available specimens. Since the hosts also belong to the same fish family (Characidae) and both forms originated from nearby regions, the nematodes from piranhas are considered to belong to *C. fischeri*.

A remarkable feature of specimens from piranhas, not previously reported for *C. fischeri*, is the presence of a cephalic cuticular inflation forming a collarette (vesicle); this was present in all specimens examined, but was most developed in large females (Figs. 1B, 2A, B) and less developed in small males (Fig. 1A). Although Maggenti and Paxman (1971) did not mention this feature in *C. fischeri*, the collarette is visible on their photos (Figs. 2A, B) of the cephalic end of type specimens of this species. The cephalic cuticular inflation was also described and illustrated in 2 other species of *Cystidicoloides*, *C. dlouhyi* and *C. vaucheri* (see Petter, 1984), and this feature seems to be characteristic of this genus. The presence of a collarette is not exceptional within the Cystidicolidae and, in fact, it has been described in species of *Cyclozone* Dogiel, 1932, *Pseudoproleptus* Khera, 1953, and some species of *Ascarophis* van Beneden, 1871 (*A. cestus* Chitwood, 1934, *A. chalinurae* Johnston and Mawson, 1945 and *A. collaris* Petter, 1970).

Fabio (1982) described a new nematode species from the stomach of the trahira, *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Erythrinidae, Characiformes), in Brazil; probably because of the presence of a well-developed cephalic collarette, she named it *Heliconema izecksohni* Fabio, 1982. However, *Heliconema* Travassos, 1919 belongs to the Physalopteroidea, species of which are characterized by a little-sclerotized, poorly developed buccal cavity; *Heliconema* spp. are marine parasites of teleosts, particularly anguilliforms (Moravec et al., 2007). In

contrast, *H. izecksohni* is a freshwater parasite possessing a long, well-sclerotized vestibule (stoma) forming a funnel-shaped prostom, which is characteristic of habronematoid nematodes, such as the Cystidicolidae. Since this species has similar features as those of *Cystidicoloides* spp., it is transferred to this genus as *Cystidicoloides izecksohni* (Fabio, 1982) n. comb.

Some taxonomically important features, such as the presence of deirids, cephalic collarette, cuticular tooth-like elevations inside the posterior part of prostom, phasmids, area rugosa and details in the structure of the cephalic end, are reported for *C. fischeri* for the first time in this paper. The SEM study of the cephalic end has shown that its structure is very different from that in species of other cystidicolid genera studied by this method to date; a unique feature is the presence of 2 subdorsal and 2 subventral sclerotized spikes, probably derived from the so called sublabia in other cystidicolids. Similar spikes were reported by Petter (1984) in *C. vaucheri*, but she did not observe them in *C. dlouhyi*; the shape of the pseudolabia in these 2 species, as illustrated by Petter (1984), is very different from that in *C. fischeri*. However, Petter (1984) studied the cephalic structures of these nematodes by LM only, a difficult or almost impossible task for these tiny nematodes (Moravec, 2007), so her data may not be exact. In our opinion, the presence of subdorsal and subventral sclerotized spikes on the cephalic end is a generic feature in *Cystidicoloides*.

In having the subdorsal and subventral cephalic spikes and the cephalic cuticular inflation (collarette), as well as having some other features on the cephalic end, e.g., the shapes of the mouth and pseudolabia or the size of anterior pseudolabial protrusions, *C. fischeri* differs considerably from the widely distributed species parasitizing mainly salmonids in the Holarctic Region, usually reported as *Cystidicoloides* or *Sterliadochona ephemeridarum* (Linstow, 1872) (Fig. 5). It is apparent that these differences are intergeneric. Therefore, the last named species belongs to a genus different from *Cystidicoloides*;

the latter includes species from the Neotropical Region only (a key to species of *Cystidicoloides* is provided at the end of Discussion). The piranhas *Pygocentrus piraya* and *Serrasalmus brandtii* from the São Francisco River basin, Brazil represent new host and distribution records for *C. fischeri*.

It has been mentioned above that the cystidicolid species from the stomach of Holarctic salmonids has usually been listed in *Cystidicoloides*, with *Sterliadochona* being considered a junior synonym of this genus (for historical data see, e.g., Spasskiy and Roitman, 1959; Wierzbicki, 1962; Rasheed, 1965; Moravec, 1967, 1981). However, the type species of *Sterliadochona*, *S. ssavini* Skryabin, 1948, later considered a synonym of “*Cystidicoloides*” *ephemeridarum* (Linstow, 1872) (see Moravec, 1981), was not originally described from salmonids, but from *Acipenser ruthenus* Linnaeus in western Siberia, Russia (Skryabin, 1948). Its description is inadequate and it is almost sure that it was, in fact, a member of *Capillospirura* Skryabin, 1924, parasites of acipenserids. The species from salmonids is morphologically very similar to *Capillospirura* spp.; both nematode types can be reliably distinguished by details in the mouth visible by SEM and by the absence or the presence of egg filaments. However, the filaments, if present, may be visible only on the eggs dissected from the nematode or they are absent from incompletely developed eggs (Moravec, 1994). According to Skryabina (1974), the only record of *C. tenuissima* (= “*C.*” *ephemeridarum*) in acipenserids is that by Skryabin (1948) (incorrectly quoted as 1946).

It is necessary to remark that the authorities of both *Sterliadochona* and *S. ssavini* have generally been ascribed to Skryabin (1946) (see, e.g., Rasheed, 1966; Maggenti and Paxman, 1971; Skryabina, 1974; Moravec, 1994). However, in his 1946 paper, *Sterliadochona* was only mentioned in the text without being accompanied by a definition or the fixation of a type species (see Article 13.1 and 13.3 of the ICZN), so that this name is invalid. Both the genus and species were formally established only by Skryabin (1948).

Gvozdev (1950) reported *S. ssavini* as a common parasite mainly of salmonid fishes in Lake Markakul in Kazakhstan but, apparently, it was a misidentification of “*C.*” *ephemeridarum*. Later, Spasskiy and Roitman (1958, 1959) erroneously concluded that *S. ssavini* from salmonids in the former USSR was identical with *Ichthyobronema tenuissima* (Zeder, 1800) and renamed the species *Sterliadochona tenuissima*; however, Moravec (1981) indicated that *Fusaria tenuissima* Zeder, 1800 (species inquirenda) was an ascaridoid or a seuratoid nematode and that the valid name for nematodes from salmonids was *C. ephemeridarum* (Linstow, 1872).

Many years ago, the senior author of the present paper (F.M.) unsuccessfully attempted to obtain the type specimens of *S. ssavini* from K. I. Skryabin, but, apparently, these were not deposited. Because of the inadequate description of *S. ssavini*, which makes it impossible to assign it to a cystidicolid genus on the basis of present taxonomic criteria, the type of the host, and because its type specimens have not been maintained and cannot be re-examined, this species should be considered a species inquirenda. Since *S. ssavini* is the type species of the genus, *Sterliadochona* becomes a genus inquirendum. Therefore, the following new generic name is proposed for the species parasitizing mainly salmonids in the Holarctic.

DESCRIPTION

***Salmonema* n. gen.**

Diagnosis: Cystidicolidae. Medium-sized nematodes. Pseudolabia broad, flat; surface of each pseudolabium with small protuberance (pseudolabial protrusion). Oral aperture broad, somewhat dorsoventrally elongated, demarcated by four narrow, unlobed sclerotized plates (sublabia). Four submedian cephalic papillae present. Stoma (vestibule) elongated, dilated anteriorly (dorsoventrally) to form funnel-shaped prostom. Deirids simple, small. Male with ventral precloacal cuticular ridges (area rugosa). Caudal alae in male well developed,

supported by pedunculate papillae; 4 pairs of preanal papillae present. Spicules unequal and dissimilar. Female tail short. Uterus amphidelphic. Vulva in posterior half of body. Eggs elliptical, nonfilamented, containing fully formed larva. Parasites of digestive tract of freshwater fishes.

Type species: S. ephemeridarum (Linstow, 1872) n. comb.

Other species: S. prevosti (Choquette, 1951) n. comb.

Hosts and site of infection: Parasites of digestive tract of freshwater fishes.

Etymology: The generic name consists of 2 parts, *Salmo-* (derived from Salmonidae) and *-nema* (= nematode); neuter gender.

Remarks

The general morphology of this genus (structure of the cephalic end, stoma, male caudal end, etc.) is most similar to those of *Ascarophis* and *Comephoronema* Layman, 1933, differing from them principally by a large, broadly oval oral aperture, simple unlobed sublabia, and by large pseudolabia with highly reduced anterior projections. It differs from that of *Cystidicoloides* mainly in the absence of cephalic subdorsal and subventral spikes, in the shape and size of pseudolabia and sublabia, and in the absence of conspicuously large conical pseudolabial protrusions (Fig. 5).

Key to species of *Cystidicoloides*:

- 1 Length of female body 23 mm, that of male 32 mm. Esophagus measuring 5.5-7.3 mm. Spicules 430-490 μm and 120-130 μm . Vulva pre-equatorial. Size of eggs 65-72 \times 44-50 μm . Parasitic in Erythrinidae, Characiformes (*Hoplias*) *C. izecksohni*
- Length of female body at most 16 mm. Maximum length of esophagus 3.2 mm. Vulva equatorial or postequatorial. Eggs smaller, at most 48 \times 32 μm 2

- 2 Length of female body 16 mm; male unknown. Vulva equatorial. Parasitic in Siluriformes (*Oxydoras*) *C. vaucheri*
- Length of female body at most 15 mm. Vulva situated at posterior half of body. Parasitic in Characiformes or Gymnotiformes 3
- 3 Glandular esophagus 1.3-1.9 mm long. Length of larger spicule 590 μm . Female tail ventrally bent. Size of eggs $48 \times 25 \mu\text{m}$. Parasitic in Gymnotiformes (*Sternopygus*) ...
..... *C. dlouhyi*
- Glandular esophagus 3.1-4.0 mm long. Length of larger spicule 662-1000 μm . Female tail not ventrally bent. Size of eggs $39-44 \times 21-32 \mu\text{m}$. Parasitic in Characiformes (*Salminus*, *Galeocharax*, *Pygocentrus*, *Serrasalmus*) *C. fischeri*
-

ACKNOWLEDGMENTS

Our thanks are due to Dr. Yoshimi Sato, Leader of the Hydrobiology and Fish Culture Station of CODEVASF for the resources, to CEMIG/CODEVASF working arrangement and UFRRJ/IBAMA(MG) technical-scientific agreement co-operation for providing logistical and material support. Michelle D. Santos was supported by a student fellowship from CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico). We also wish to thank the staff of the Laboratory of Electron Microscopy, Institute of Parasitology, Biology Centre of the ASCR, in České Budějovice for technical assistance, and Irena Husáková, Department of Helminthology at the same Institute, for help with illustrations. This study was partly supported by the grant 524/06/0170 from the Grant Agency of the Czech Republic and by the research projects of the Institute of Parasitology, ASCR (Z60220518 and LC522).

LITERATURA CITED

- Alvarez-Pellitero, M. P. 1976. Variaciones estacionales de las infestaciones por *Cystidicoloides tenuissima* en truchas (*Salmo trutta* m. *fario*) de los ríos de la provincia de León. Anales de la Facultad de Veterinaria de León **22**: 155-180.
- Chabaud, A. G., 1975. Keys to genera of the order Spirurida, part 2: Spiruroidea, Habronematoidea and Acuarioidea. In CIH keys to the nematode parasites of vertebrates, No. 3, R. C. Anderson, A. G. Chabaud, and S. Willmott (eds.). Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, U.K., p. 29-58.
- Cone, D. K., and P. M. Ryan. 1984. Population sizes of metazoan parasites of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small Newfoundland lake. Canadian Journal of Zoology **62**: 130-133.
- De, N. C., and F. Moravec. 1979. Some new data on the morphology and development of the nematode *Cystidicoloides tenuissima* (Zeder, 1800). Folia Parasitologica **26**: 231-237.
- Fabio, S. P. de. 1982. Sobre alguns Nematoda parasitos de *Hoplías malabaricus*. Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro **5**: 179-186.
- Froese, R., and D. Pauly. 2007: FishBase. World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org, version 7/2007.
- Gvozdev, E. V. 1950. Materials on the parasite fauna of fishes of Lake Markakul. Izvesti AN KazSSR, Ser. Parazitol., **8**: 208-225.
- Maggenti, A. R., and G. A. Paxman. 1971. *Sterliadochona pedispicula* sp. n. (Nematoda: Spirurinae) from *Salmo gairdnerii* Richardson, and a discussion of the genera *Sterliadochona* Skrjabin, 1946 and *Cystidicoloides* Skinker, 1931. Proceedings of the Helminthological Society of Washington **38**: 210-214.
- Moravec, F. 1967. The systematic status of the genus *Sterliadochona* Skrjabin, 1946 (Nematoda: Rhabdochoniidae). Folia Parasitologica **14**: 371-376.
- _____. 1981. The systematic status of *Filaria ephemeridarum* Linstow, 1872. Folia Parasitologica **28**: 377-379.
- _____. 1994. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Academia and Kluwer Academic Publishers, Prague, The Czech Republic and Dordrecht, Holland, 473 p.
- _____. 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region. Academia, Prague, The Czech Republic, 464 p.

- _____. 2007. Some aspects of the taxonomy and biology of adult spirurine nematodes parasitic in fishes: a review. *Folia Parasitologica* **54**: 239-257.
- _____, H. Taraschewski, M. Thairungroj Anantaphruti, W. Maipanich, and T. Laoprasert. 2007. *Heliconema longissimum* (Ortlepp, 1923) (Nematoda: Physalopteridae) from *Pisodonophis boro* (Teleostei: Ophichthidae) in Thailand, with remarks on the taxonomy of the Proleptinae Schulz, 1927. *Systematic Parasitology* **66**: 73-80.
- Petter, A. J. 1984. Nematodes de poissons du Paraguay II. Habronematoidea (Spirurida). Description de 4 espèces nouvelles de la famille des Cystidicolidae. *Revue Suisse de Zoologie* **91**: 935-952.
- Rasheed, S. 1965. Observations on the spiruroid nematodes of fish with a revision of the genus *Metabronema* Yorke and Maplestone, 1926. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung* **3**: 359-387.
- Shimazu, T. 1996. Mayfly larvae, *Ephemera japonica*, as natural intermediate hosts of salmonid nematodes, *Sterliadochona ephemeridarum* and *Rhabdochona oncorhynchi*, in Japan. *Japanese Journal of Parasitology* **45**: 167-172.
- Skinker, M. S. 1931. A redescription of *Cystidicola stigmatura* (Leidy), a nematode parasitic in the swim bladder of salmonid fishes, and a description of a new nematode genus. *Transactions of the American Microscopical Society* **50**: 372-375.
- Skryabin, K. I. 1946. A new reconstruction of the systematics of the nematodes Spirurata parasitizing fishes. *Doklady AN SSSR* **54**: 751-752.
- _____, 1948. Two nematodes of the suborder Spirurata parasitizing fishes. *Trudy Gelmintologicheskoy Laboratorii AN SSSR (GELAN)* **1**: 136-140.
- Skryabina, E. S. 1974. Helminths of acipenserid fishes. Nauka, Moscow, Russia, 168 p.
- Spasskiy, A. A., and V. A. Roitman. 1958. Helminth fauna of fishes of the Pechora River. *Voprosy Ikhtiologii* **11**: 192-204.
- _____, and _____. 1959. On the nematode fauna of grayling. *Voprosy Ikhtiologii* **12**: 177-186.
- Travassos, L., P. Artigas, and C. Pereira. 1928. Fauna helminthologica dos peixes do agua doce do Brasil. *Arquivos do Instituto Biologico, São Paulo*, **1**: 5-68.
- Valovaya, M. A., and E. D. Valter. 1988. *Cystidicoloides uniseriata* sp. n. (Nematoda, Spirurata), a parasite of the White Sea cod. *Parazitologiya* **22**: 36-42.

- Vicente, J. J., H. O. Rodrigues, and D. C. Gomes. 1985. Nematóides do Brasil. 1^a. Parte: Nematóides de peixes. Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro **25**: 1-79.
- Wierzbicki, K. 1962. Présence du nématode *Sterliadochona tenuissima* (Zeder, 1800) dans le Nord de la Pologne. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée **37**: 314-324.

FIGURE 1. *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas et Pereira, 1928). (A, B) Cephalic end of male and female, lateral views. (C) Cephalic end of male, dorsoventral view. (D) Cephalic end of female, apical view (reconstructed from SEM micrograph). (E) Anterior end of male, lateral view. (F) Esophageal part of male body, lateral view. (G) Region of vulva, lateral view. (H) Anterior end of male, dorsoventral view. (I) Tail of female, lateral view. (J) Not fully mature egg. Bars = 50 μm (A-C), 10 μm (D), 100 μm (E, H, and I), 300 μm (F, and G), and 30 μm (J).

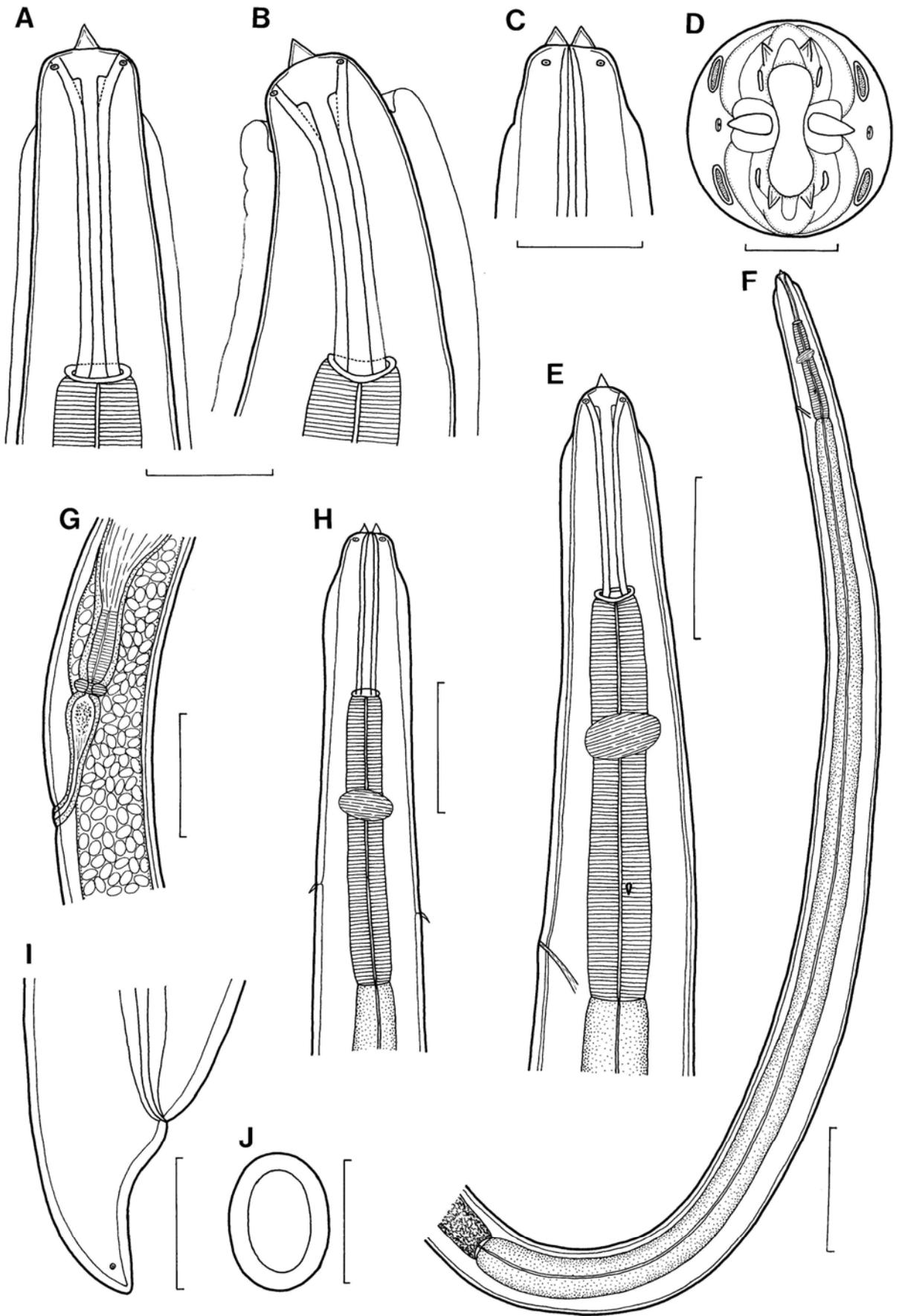


FIGURE 2. *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas et Pereira, 1928). (A) Posterior end of young male, ventral view. (B) Caudal end of young male, ventral view. (C) Posterior end of male, lateral view. (D) End of tail of young male, ventral view. (E, F) Distal end of large (left) spicule, lateral views (E, inside body; F, protruded out of body). (G) Small (right) spicule, lateral view. Bars = 200 μm (A), 100 μm (B, C), and 50 μm (D-G).

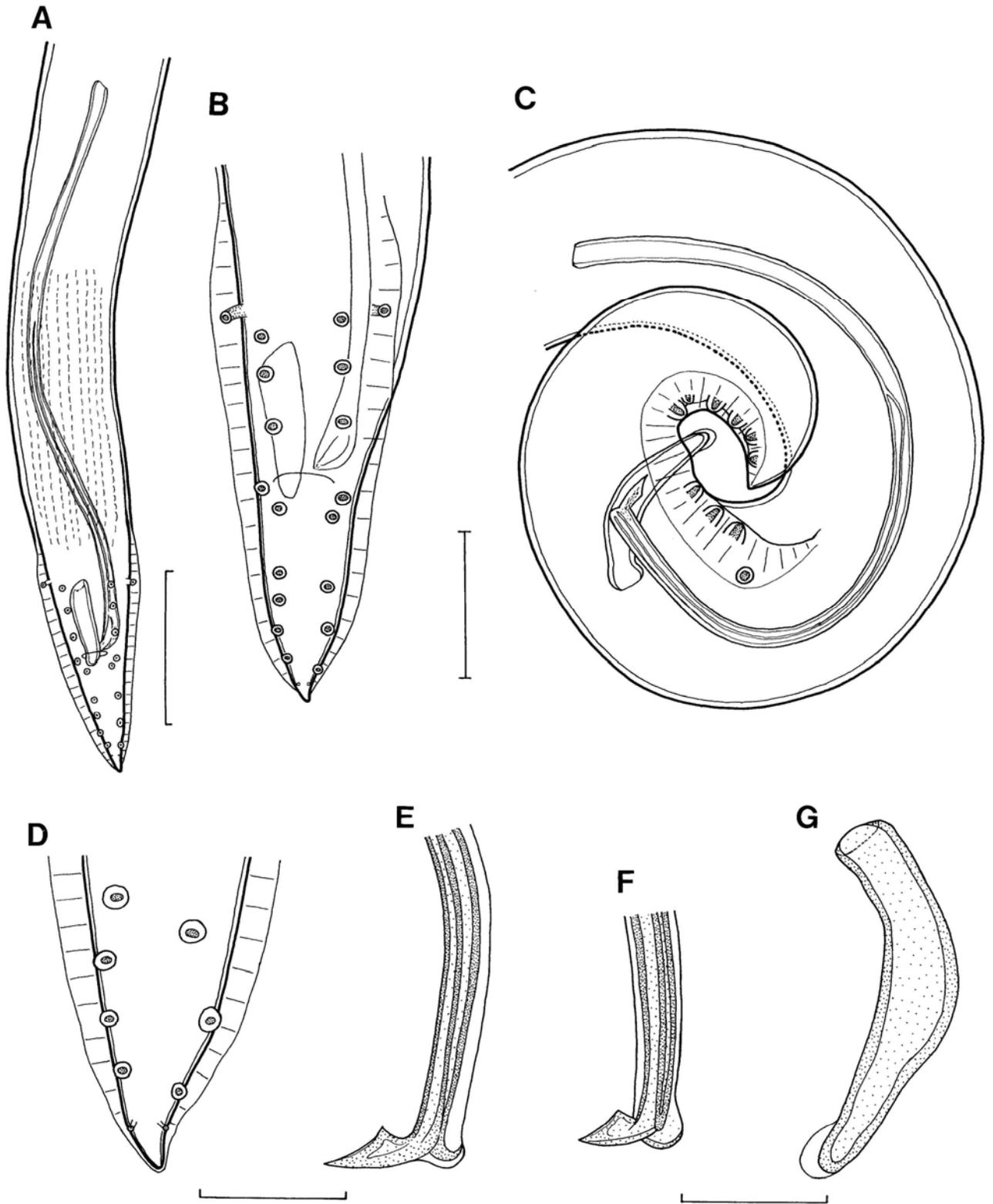


FIGURE 3. *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas et Pereira, 1928), SEM micrographs. (A, B) Anterior end of female, sublateral and dorsoventral views. (C) Cephalic end, apical and dorsoventral views (arrowheads show submedian cephalic plates). (D) Cephalic end, dorsoventral view (enlarged). (E) Tail of female, lateral view (arrowhead shows phasmid). (F) Anus of female. a = amphid; b = pseudolabial protrusion; c = cuticular collarette; e = cephalic papilla; p = pseudolabium; r = submedian cephalic elevation; s = dorsal (ventral) cephalic elevation; u = submedian cephalic spike; v = anus; z = granular area on posterior anal lip. All bars = 10 μ m.

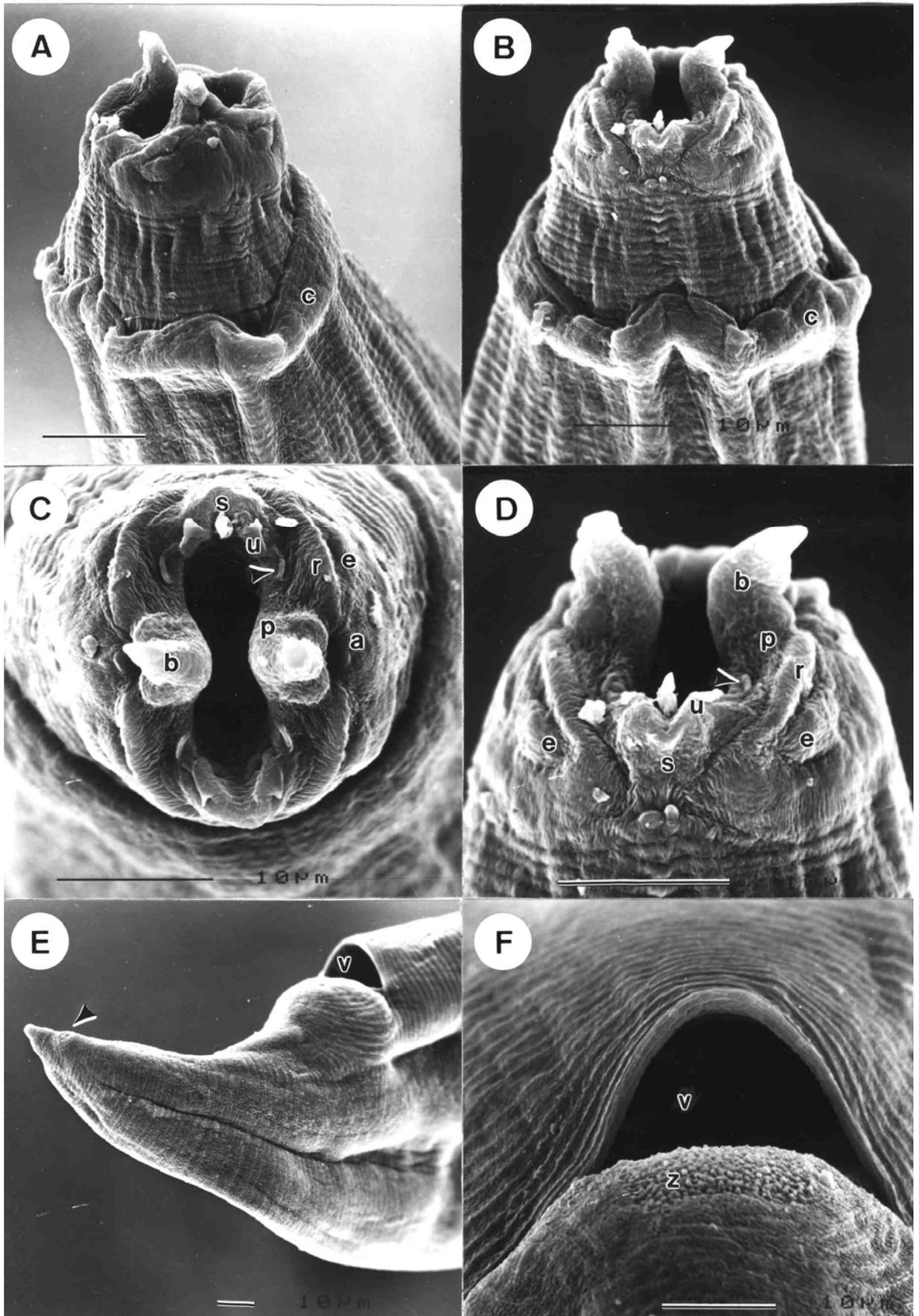


FIGURE 4. *Cystidicoloides fischeri* (Travassos, Artigas et Pereira, 1928), SEM micrographs. (A) Anterior end of female, apical view. (B) Tail of male, lateral view. (C) Deirid, lateral view. (D) Tail of male, sublateral view (arrowheads show postanal papillae). (E) Tessellated ventral precloacal cuticular ridges, subventral view. (F) Tip of male tail, subventral view (arrowhead shows phasmid). a = caudal ala of male; c = collarette; p = postanal papilla. Bars = 10 μm (A, B, D, and F), and 1 μm (C, and E).

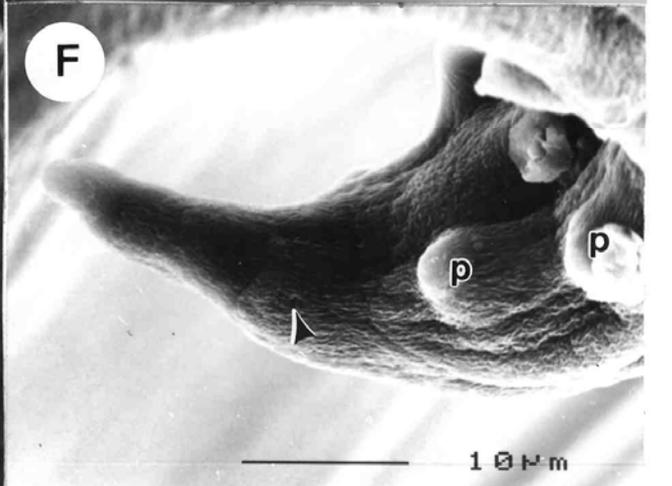
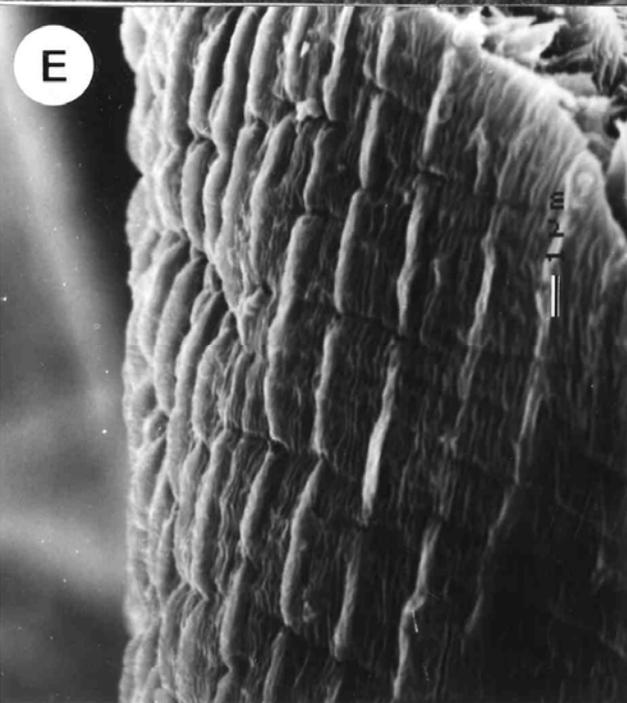
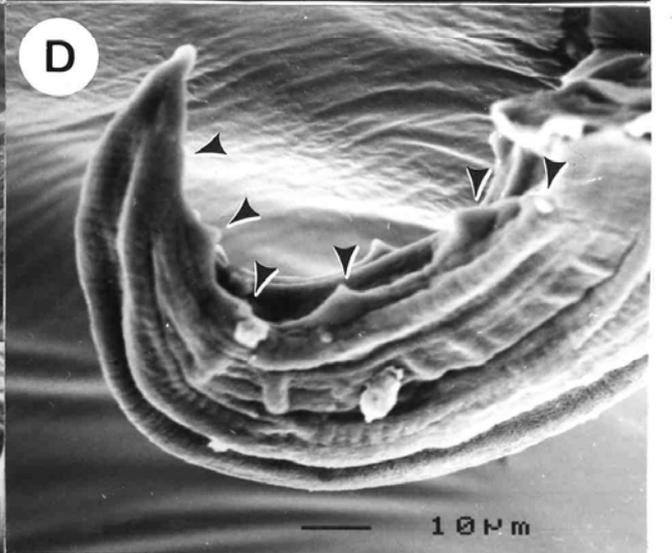
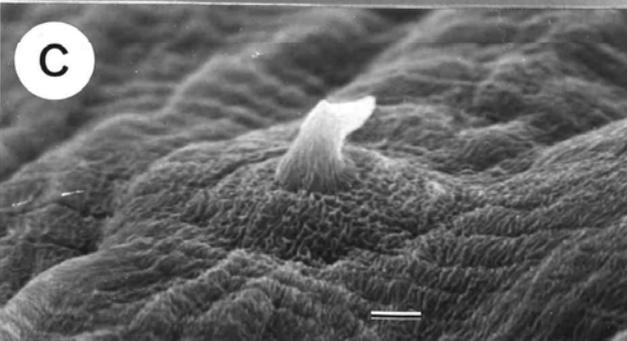
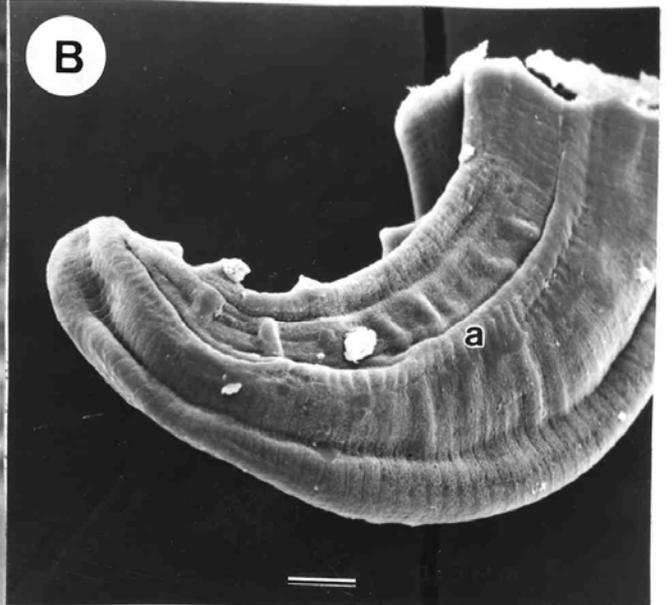
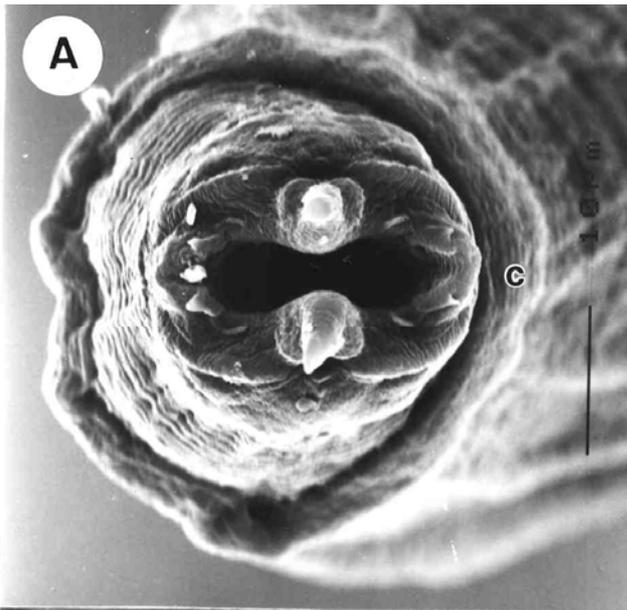


FIGURE 5. *Salmonema ephemeridarum* (Linstow, 1872) from *Salmo trutta fario*, SEM micrographs of cephalic end. **(A)** Apical view. **(B)** Dorsoventral view. a = amphid; c = cephalic papilla; p = pseudolabium; r = pseudolabial protrusion; s = sublabium. Scale bars = 10 μm .

