

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

**TESE**

**AVALIAÇÃO DA FAUNA PARASITÁRIA DE *Prochilodus argenteus*  
SPIX & AGASSIZ, CURIMATÃ-PACU (ACTYNOPTERYGII:  
PROCHILODONTIDAE) DO ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS  
GERAIS, BRASIL**

**CASSANDRA DE MORAES MONTEIRO**

**2011**



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

**AVALIAÇÃO DA FAUNA PARASITÁRIA DE *Prochilodus argenteus*  
SPIX & AGASSIZ, CURIMATÃ-PACU (ACTYNOPTERYGII:  
PROCHILODONTIDAE) DO ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS  
GERAIS, BRASIL**

**CASSANDRA DE MORAES MONTEIRO**

*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  
Fevereiro de 2011

639.313

M775a

T

Monteiro, Cassandra de Moraes, 1980-  
Avaliação da fauna parasitária de  
*Prochilodus argenteus* SPIX & Agassiz,  
Curimatã-Pacu (Actynopterygii:  
Prochilodontidae) do alto São Francisco,  
Minas Gerais, Brasil / Cassandra de Moraes  
Monteiro - 2011.  
265 f.; il.

Orientador: Marília de Carvalho Brasil  
Sato.

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

Bibliografia: f. 174-196


1. Peixe de água doce - Parasito -  
Teses. 2. Peixe de água doce - Parasito -  
São Francisco, Rio - Teses. I. Brasil  
Sato, Marília de Carvalho, 1964. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em  
Ciências Veterinárias. III. Título.

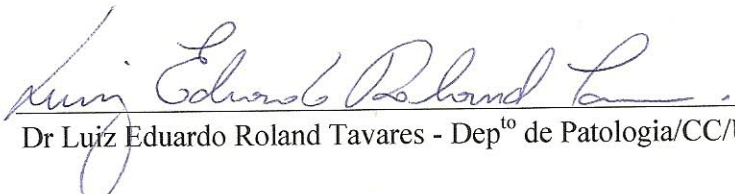
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE VETERINÁRIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

CASSANDRA DE MORAES MONTEIRO

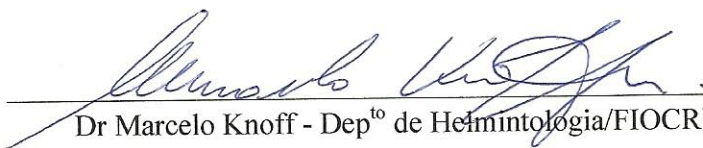
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Parasitologia Veterinária.

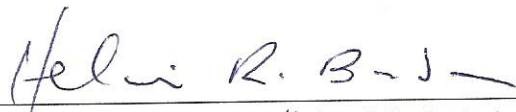
TESE APROVADA EM 22 / 02 / 2011.


  
Dr<sup>a</sup> Marília de Carvalho Brasil Sato - Dep<sup>to</sup> de Biologia Animal/IB/UFRRJ  
(Orientadora)

  
Dr Luiz Eduardo Roland Tavares - Dep<sup>to</sup> de Patologia/CC/UFMS

  
Dr Edson Vieira Sampaio – CIRPA, Três Marias/CODEVASF

  
Dr Marcelo Knoff - Dep<sup>to</sup> de Helmintologia/FIOCRUZ

  
Dr Hércio Resende Borba Dep<sup>to</sup> de Biologia Animal/IB/UFRRJ

  
Dr<sup>a</sup> Maria de Lurdes de Azevedo Rodrigues Dr<sup>a</sup> UFRRJ

**À minha família, aos meus amores,  
pela força, pelo carinho ... por  
acreditarem em mim.**

## AGRADECIMENTOS

Escrever os agradecimentos talvez tenha sido a parte mais árdua. Para um cientista muitas vezes é complicado deixar a razão de lado e falar com o coração.

Agradeço à minha orientadora, Marília de Carvalho Brasil Sato, por ter me aceito, sem me conhecer, por ter me estimulado e principalmente acreditado no meu potencial quando nem eu mesma acreditava. Por ter me permitido trabalhar no meu ritmo e do meu jeito. Esta pequena é um gigante! Determinada, compreensiva, humana e profissional, orientadora e mãe. Sabe compreender as dificuldades e limitações de cada um e mais importante, nos conduzir de forma suave a superá-las.

Ao meu orientador de mestrado Professor José Felipe Ribeiro Amato e à Professora Suzana Bencke Amato da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por terem me indicado a Professora Marília como orientadora. Os senhores tinham razão, além de excelente profissional, ela é um ser humano fantástico, daqueles que nos ensinam lições que devemos guardar para a vida toda. Além disto, gostaria de agradecê-los pelo apoio e incentivo mesmo a distância.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (CPGCV) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), representado pelo seu corpo docente e funcionários, por terem disponibilizado as condições necessárias para a elaboração desta tese.

Aos Professores da Área de Biologia, do Departamento de Biologia Animal, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Nedda Garcia R. Mizuguchi, Solange Viana P. Blanco-Brandolini, Hélcio R. Borba, Lenício Gonçalves e Roberto de Xerez, ao auxiliar-administrativo, Valmir Feitosa por terem me recebido de forma tão acolhedora, pelos sorrisos de cada manhã e pela convivência agradável.

Ao Professor Delane C. Kritsky, da Idaho State University, EUA, por ter me recebido em seu laboratório para um estágio de doutoramento. Obrigada pela atenção, pela paciência, em especial com o meu inglês, pelas dicas sobre desenho, pelos ensinamentos transmitidos, mas principalmente por ter me mostrado o quão belos, encantadores e surpreendentes são os pequenos monogénóideos. Os meses que passei na sua companhia foram de intenso aprendizado e muito prazerosos.

A equipe do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura (CIRPA) de Três Marias da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), MG, os pescadores, os motoristas e em especial os técnicos Edney Eduardo Ribeiro, e Wellington Albino da Silva, ambos contratados COHIDRO/CODEVASF, pelo auxílio, companhia, interesse demonstrado e pelo carinho durante a realização dos trabalhos em Três Marias.

Ao Dr Edson Vieira Sampaio da CIRPA/CODEVASF, Três Marias, MG, por dispor do seu tempo para me auxiliar na realização de algumas análises.

Ao Dr Yoshimi Sato da CIRPA/CODEVASF, Três Marias, MG, que mesmo com o seu silêncio muito me ensinou. Sua dedicação ao trabalho e amor ao que faz foram inspiradores. Que um dia eu conheça os parasitos como o senhor conhece os peixes e suas interações com o ambiente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, na concessão das bolsas de doutorado e “sandwich” através do PDEE.

Ao Convênio CEMIG GT/CODEVASF, pelo apoio financeiro e logístico que tornou a coleta dos hospedeiros possíveis.

À equipe do ICMBio de Três Marias, Minas Gerais, em especial aos Srs Albino Batista Gomes e Aristeu Nunes pelo suporte nas viagens, hospitalidade e amizade durante os períodos de coleta.

Às colegas do Laboratório de Ecologia e Biologia de Parasitos da UFRRJ, Amanda Martins, Cláudia São-Sabas, Danielle Costa, Flávia Guerra, Marcia Albuquerque e Michelle dos Santos. Não é só de boas risadas que se faz uma boa convivência. Neste tempo com vocês aprendi que pessoas muito diferentes podem conviver em harmonia, para isso basta apenas respeito. Obrigada pelas conversas, pelo carinho, pela ajuda e pelo incentivo nos momentos mais difíceis.

Aos ex-colegas do Laboratório de Helminologia da UFRGS hoje amigos, Samantha Seixas, Eliane Fraga, Luiz Daudt, Viviane Tavares e Cláudia Marques, que mesmo longe continuaram sendo pessoas muito importantes e participativas na minha caminhada.

Aos amigos que conquistei durante estes quatro anos aqui em Seropédica. Vocês são muitos e infelizmente não poderei nominar um a um. Vocês foram indispensáveis para a manutenção da minha sanidade mental durante este período. Viver longe de casa, da família e dos amigos nem sempre é uma tarefa fácil, mas a companhia de vocês tornou minha vida mais agradável e colorida. Vocês foram a minha família em “Serotexas” e mesmo quando eu estiver longe continuarão fazendo parte dela.

Ao “Saudi Club” amigos sauditas, que durante a minha estada nos Estados Unidos estavam presentes a cada momento, sempre preocupados com o meu bem estar. Além de terem me ajudado na minha atividade de pesquisa, sem entender nada de parasitologia, vocês tornaram divertidas as tarefas mais simples do dia-a-dia.

Ao Jorge Bernardes, que embora à distância esteve comigo incondicionalmente em todos os momentos, participando, opinando, incentivando. Obrigada por tudo, você sabe que muito desta dissertação eu devo a você.

A minha família, anjos-da-guarda, com os quais eu conversei todos os dias durante estes quatro anos de doutoramento. Vocês me apoiaram desde o momento que decidi continuar minha formação longe de casa e me deram força na caminhada em direção aos meus objetivos. O telefonema de todas as noites renovava minhas forças e me lembrava que pessoas especiais e iluminadas torciam, se preocupavam comigo. Cada ida para casa, mesmo que fosse por alguns dias, era uma injeção de ânimo e renovação do meu desejo de obter este título e para usá-lo como uma ferramenta de realização profissional e pessoal. Ao meu pai, Nelson, à minha mãe, Bete e a minha irmã, Fabíola o meu mais sincero muito obrigado por se preocuparem comigo como se eu estivesse em casa, por ouvir minhas histórias, por tentar me entender e por respeitar minha paixão pelos parasitos, mesmo que essa me levasse para longe de vocês.

**Muito obrigada**, quando lembrar deste período de doutoramento lembrarei de vocês com um imenso carinho.

## **BIOGRAFIA**

Cassandra de Moraes Monteiro, filha de Maria Elisabete Monteiro e Nelson José Santos Monteiro, nasceu no dia 27 de outubro de 1980, em São Miguel do Oeste, Santa Catarina. Iniciou o ensino fundamental na cidade onde nasceu e concluiu o ensino fundamental e médio no Instituto Educacional Marista Nossa Senhora das Graças, município de Viamão, Rio Grande do Sul.

Em abril de 1999 iniciou o curso de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde obteve o grau de bacharel em Ciências Biológicas em março de 2004.

Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e do Programa de Apoio à Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PROPESQ/UFRGS) participando de projetos sobre parasitologia de animais silvestres, especialmente, aves aquáticas no Laboratório de Helmintologia da UFRGS sob a orientação dos Professores José Felipe Ribeiro Amato e Suzana Bencke Amato.

Em março de 2004 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Departamento de Zoologia, UFRGS, nível mestrado, sob a orientação do Dr José Felipe Ribeiro Amato, na qual foi bolsista da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Defendeu sua dissertação de mestrado intitulada “Helmintofauna do biguá, *Phalacrocorax brasiliensis* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) do lago Guaíba, Guaíba, RS” em março de 2006.

Em março de 2007 ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Área de concentração em Parasitologia Animal, nível doutorado, sob a orientação da Professora Marília de Carvalho Brasil Sato e durante este período foi bolsista da CAPES. Durante o doutorado realizou estágio na Idaho State University, sob a orientação do Dr Delane C. Kritsky, com bolsa do Programa de Estágio no Exterior (PDEE) da CAPES.

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

## RESUMO

MONTEIRO, Cassandra de Moraes. **Avaliação da fauna parasitária de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu (Actynopterygii: Prochilodontidae) do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.** 2011. 196p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Parasitologia Animal). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Espécimes de *Prochilodus argenteus* (Actynopterygii: Prochilodontidae) foram coletados no alto rio São Francisco, à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco entre 2004 e 2008 durante os períodos de estiagem e chuvoso. Foram encontradas 34 espécies de parasitos: espécimes adultos de *Saccocoelioides nanii*; *Anacanthoroides* sp.; *Apedunculata discoidea*; *Telethecium* sp.; *Tereancistrum ornatus*; *Tereancistrum toksonum*; *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>, sp.<sub>2</sub>, sp.<sub>3</sub> e sp.<sub>4</sub>; *Rhinonastes* sp.; *Guyanema* sp.; *Philometra* sp.; *Philometrioides* sp.; *Spinitectus asperus*; *Neoechinorhynchus prochilodorum*; *Acusicola* sp.; *Argulus multicolor*; *Dolops nana*; *Gamidactylus* sp.; copépode não identificado e *Placobdella* sp. e espécimes larvais de *Henneguya* sp.; *Myxobolus franciscoi*; *Myxobolus* sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>; *Acanthostomum* sp.; *Austrodiplostomum* sp.; Metacestóide sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>; *Valipora* sp.; *Contracaecum* sp.; *Hysterothylacium* sp. e *Lernaea* sp.. Foi encontrada associação entre diversos pares de espécies, assim podemos inferir que a presença de uma espécie favoreceu a presença e o aumento da abundância das demais. Dentre os fatores bióticos, o sexo dos hospedeiros não influenciou a prevalência, a intensidade e a abundância, índices ecológicos das infrapopulações, nem a diversidade, a dominância e a equitabilidade, índices ecológicos das infracomunidades. O comprimento padrão e o peso corporal apresentaram correlação negativa fraca com alguns dos índices ecológicos e as comunidades dos hospedeiros menores e mais leves foram caracterizadas por maior riqueza e menor dominância. O fator de condição relativo e o coeficiente de crescimento quando comparados com os valores padrão da localidade de coleta não apresentaram alterações nos indivíduos parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias, mas estes mostraram-se diminuídos em peixes parasitados coletados à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté. Hospedeiros provenientes das duas localidades e períodos de coleta apresentaram diferentes índices parasitários, sendo aqueles coletados à jusante da barragem de Três Marias durante a estiagem os mais acometidos por este fenômeno. É provável que estas diferenças estejam ligadas a diferenças na composição da dieta dos hospedeiros nas diferentes localidades e períodos de coleta. Condições limnológicas distintas entre as duas localidades modularam a reprodução de *P. argenteus* e podem ser fatores relevantes na determinação de padrões de parasitismo. Estudos complementares a respeito das migrações realizadas pelas populações de *P. argenteus* são necessários para que seja possível compreender melhor o parasitismo e suas variações nesta região.

**Palavras-chave:** água doce, parasitos, rio São Francisco.

## ABSTRACT

MONTEIRO, Cassandra de Moraes. **Evaluation of parasitic fauna of *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, (Pisces, Prochilodontidae) of the Upper São Francisco, Minas Gerais, Brazil.** 2011. 196p. Thesis (Doctor in Veterinary Science, Veterinary Parasitology). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Specimens of *Prochilodus argenteus* (Actynopterygii: Prochilodontidae) were collected in the upper São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam and downstream of the confluence of the Abaeté River with the San Francisco between 2004 and 2008 during periods of dry and rain. We found 34 species of parasites: adult specimens of *Saccocoelioides nanii*; *Anacanthoroides* sp. *Apedunculata discoidea*; *Telethecium* sp; *Tereancistrum ornatus*; *Tereancistrum toksonum*; *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>, sp.<sub>2</sub>, sp.<sub>3</sub> and sp.<sub>4</sub>; *Rhinonastes* sp.; *Guyanema* sp.; *Philometra* sp.; *Philometrioides* sp.; *Spinitectus asperus*; *Neoechinorhynchus prochilodorum*; *Acusicola* sp.; *Argulus multicolor*; *Dolops nana*; *Gamidactylus* sp. *Placobdella* and unidentified copepod sp. and larval specimens of *Henneguya* sp. *Myxobolus franciscoi*; *Myxobolus* sp.<sub>1</sub> sp.<sub>2</sub>; *Acanthostomum* sp.; *Austrodiplostomum* sp.; metacestode sp.<sub>2</sub> and sp.<sub>1</sub>; *Valipora* sp.; *Contracaecum* sp.; *Hysterothylacium* sp. and *Lernaea* sp.. Associations were found between different pairs of species, thus were inferred that the presence of a species favored the presence and increased abundance of others. Among the biotic factors, sex of the hosts did not influence the prevalence, intensity and abundance indexes of ecological infrapopulations or diversity, dominance and evenness, ecological indexes infracommunity. The standard length and body weight showed a weak negative correlation with some indices and ecological communities of hosts smaller and lighter were characterized by greater richness and lower dominance. The relative condition factor and the coefficient of growth when compared with the default values of the collection site showed no changes in infected individuals collected downstream of the dam of Three Marias, but these proved to be decreased in infected fish collected downstream from the confluence of the river San Francisco with the Abaeté River. Hosts from the two locations and collection periods showed different parasitological indexes, and those collected downstream from the Três Marias dam during the dry period were most affected by this phenomenon. It is likely that these differences are linked to differences in the dist composition in different locations and collection periods. Limnological conditions different between the two sites and then modulate the reproduction of *P. argenteus* and may be relevant factors in determining patterns of parasitism. Additional studies about migration conducted by the populations of *P. argenteus* are necessary to better understand the parasitism and its variations in this region.

**Key words:** freshwater, parasites, São Francisco river.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Bacia do rio São Francisco e suas regiões fisiográficas. (Fonte: ANA, 2003). .....	14
<b>Figura 2.</b> <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais Brasil. Barra = 5 cm .....	16
<b>Figura 3.</b> Localidades de coleta de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, no alto rio São Francisco. 1 - Jusante da barragem de Três Marias; 2 - Jusante da confluência do rio Abaeté com a calha principal do São Francisco. (Fonte: SATO <i>et al.</i> , 2003). .....	17
<b>Figura 4.</b> Locais de armazenamento dos espécimes <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, para exame a fresco. 4a. Tanques externos. 4b. Pavilhão de Reprodução Artificial Rodolpho von Ihering; 4c. Tanques localizados no interior deste pavilhão. ....	19
<b>Figura 5.</b> Ficha de necropsia. ....	21
<b>Figura 6.</b> Peneiras de malha de aço com abertura de 154 µm usada durante a necropsia. Barra = 3 cm. ....	23
<b>Figura 7.</b> Esporos de <i>Henneguya</i> sp. das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Foco na cápsula. (b) Foco na cauda. Barra = 10 µm. ....	32
<b>Figura 8.</b> Esporos de <i>Myxobolus</i> sp. das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 10 µm. ....	35
<b>Figura 9.</b> <i>Myxobolus</i> sp., plasmódios nos rins de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 1 cm. ....	37
<b>Figura 10.</b> Metacercária de <i>Acanthostomum</i> sp. das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, seta indica fileira de espinhos ao redor da ventosa oral. Barra = 40 µm. ....	39
<b>Figura 11.</b> Metacercárias de <i>Austrodiplostomum</i> sp. parasitos <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais. (a) Olho infectado. (b) Espécime corado. Barra = 6 mm (a) e 100 µm (b). ....	42
<b>Figura 12.</b> <i>Saccocoelioides nanii</i> Ssidat, 1954, espécimes in vivo no intestino de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 500 µm. ....	45
<b>Figura 13.</b> <i>Saccocoelioides nanii</i> Szidat, 1954 do intestino de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 100 µm. ....	46
<b>Figura 14.</b> <i>Anacanthoroides</i> sp. das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, (a) Espécime inteiro em vista ventral. (b) Gancho. (c) Gancho central reduzido. (d) Complexo copulatório, vista ventral. Barra = 150 µm (a); 15 µm (b - d). ....	48
<b>Figura 15.</b> <i>Apedunculata discoidea</i> Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009 das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral. (b) Âncora dorsal. (c) Barra ventral. (d) Barra dorsal. (e) Barra ventral. (f) Complexo copulatório. (g) Gancho. Barra = 30 µm. ....	51
<b>Figura 16.</b> <i>Apedunculata discoidea</i> Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009 das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do	

alto rio São Francisco. (a) Haptor, vista ventral, gancho (G), âncora ventral (AV), âncora dorsal (AD), barra ventral (BV), barra dorsal (BD), barra = 25 µm. (b) Complexo copulatório, vista dorsal, barra = 10 µm. ....	52
<b>Figura 17.</b> <i>Tereancistrum ornatus</i> Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980, curimatã-pacu das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, do alto rio São Francisco, haptor em vista lateral, âncora ventral (AV), âncora dorsal (AD), barra ventral (BV), barra lateral (BL). Barra = 25 µm. ....	56
<b>Figura 18.</b> <i>Tereancistrum ornatus</i> Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral e esclerito acessório. (b) Barra ventral. (c) Âncora dorsal. (d) Barra dorsal. (e) Gancho. (f) Complexo copulatório. Barra = 25 µm. ....	57
<b>Figura 19.</b> <i>Tereancistrum toksonum</i> Lizama, Takemoto & Pavanelli, 2004 das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. Haptor em vista lateral: âncora ventral (AV); esclerito acessório (EA); âncora dorsal (AD); barra dorsal (BD) e barra ventral (BV). Barra = 25 µm. ....	59
<b>Figura 20.</b> <i>Tereancistrum toksonum</i> Lizama, Takemoto & Pavanelli, 2004 das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral e esclerito acessório. (b) âncora dorsal. (c) Barra dorsal. (d) Barra ventral. (e) Complexo copulatório. (f) Gancho. Barra = 15 µm. ....	60
<b>Figura 21.</b> <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub> parasito das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, do alto rio São Francisco. (a) Espécime inteiro, vista ventra. (b) Complexo copulatório. (c) Vagina. (d) Barra ventral. (e) Âncora ventral. (f) Barra dorsal. (g) Âncora dorsal. (h) Gancho par 1. (i) Gancho par 3. Barra = 100 µm (a) e 30 µm (b-i) ....	62
<b>Figura 22.</b> <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub> parasito das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral e esclerito acessório. (b) Barra ventral. Barra = 10 µm. ....	64
<b>Figura 23.</b> <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub> parasito das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral e esclerito acessório. (b) Barra ventral. (c) Barra dorsal. Barra = 10 µm. ....	66
<b>Figura 24.</b> <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub> parasito das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral e esclerito acessório. (b) Âncora dorsal. (c) Gancho. (d) Complexo copulatório, vista dorsal. Barra = 10 µm. ....	68
<b>Figura 25.</b> <i>Rhinonastes</i> sp. das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. (a) Barra ventral. (b) Âncora ventral. (c) Gancho. (d) Vagina. (e) Complexo copulatório = 25 µm. ....	70
<b>Figura 26.</b> Metacestóide sp. <sub>1</sub> do intestino de <i>Phochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Tecido parasitado fresco. (b) Tecido parasitado corado com carmim de Langeron. (c) Detalhe dos cistos com um plerocercóide (P1) e com dois plerocercóides (P2). Barra = 500 µm. (a-b) e 250 µm (c). ....	73
<b>Figura 27.</b> Metacestóide sp. <sub>2</sub> dos cecos intestinais de <i>Phochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a)	

Cisto* incicam plerocercóides. (b) Detalhe do plerocercóide, ventosa (v), rostelo (r). Barra = 500 µm. (a) e 50 µm (b). .....	75
<b>Figura 28.</b> <i>Guyanema</i> sp. parasita de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais. Extremidade posterior do macho: (a) vista ventral (b) vista lateral. (c) Bulbo glandular. (d) Larva. (e) Extremidade posterior da fêmea, vista lateral. Barra = 50 µm (a); 100 µm (b, d, f); 25 µm (c) e 300 µm (f). .....	82
<b>Figura 29.</b> <i>Guyanema</i> sp. parasita de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais. (a) Detalhe da extremidade anterior. (b) Detalhe da junção do esôfago muscular (EM) com o esôfago glandular (EG), entre eles, bulbo esofágico (B). Barras = 50 µm .....	83
<b>Figura 30.</b> Fêmeas de <i>Philometra</i> sp. parasita de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais. (a) Detalhe da extremidade anterior. (b) Detalhe da região cefálica. (c) Junção do esôfago muscular com o esôfago glandular. (d) Extremidade posterior. (e) Larvas no interior do corpo da fêmea. Barras = 500 µm (a, c) e 100 µm (b, d, e) .....	86
<b>Figura 31.</b> <i>Philometroides</i> sp. de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior. (b) Detalhe mostrando bossas cuticulares (BC). Barra = 100 µm .....	88
<b>Figura 32.</b> <i>Spinitectus asperus</i> Travassos, Pereira & Artigas, 1928 do estômago e esôfago de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã- pacu do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior. (b) Extremidade anterior, seta indica anel de espinhos interrompidos. (c) Extremidade posterior da fêmea, seta indica último anel de espinhos. (d) Extremidade posterior do macho, setas indicam espículo maior e espículo menor. Barra = 50 µm (a, b), 200 µm (c), 100 µm (d). .....	91
<b>Figura 33.</b> <i>Argulus multicolor</i> Stekhoven, 1937 das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto São Francisco. (a) Vista dorsal. (b) Vista ventral. Barra = 1 mm. ....	99
<b>Figura 34.</b> <i>Dolops bidentata</i> (Bouvier, 1899) das brânquias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto São Francisco. Barra = 1 mm. ....	101
<b>Figura 35.</b> Abundância de ectoparasitos e endoparasitos larvais e adultos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	105
<b>Figura 36.</b> Riqueza dos ectoparasitos e endoparasitos, larvais ou adultos na fauna parasitária de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã- pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	106
<b>Figura 37.</b> Riqueza dos diferentes dos grupos de parasitos de <i>Prochilodus</i> <i>argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	106
<b>Figura 38.</b> Representatividade dos diferentes dos grupos de parasitos no número total de espécimes de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	107
<b>Figura 39.</b> Riqueza total, das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	108

<b>Figura 40.</b> Riqueza total das infracomunidades parasitárias de machos e fêmeas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	116
<b>Figura 41.</b> Riqueza das infracomunidades endoparasitária de machos e fêmeas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	116
<b>Figura 42.</b> Riqueza das infracomunidades ectoparasitárias de machos e fêmeas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	117
<b>Figura 43.</b> Riqueza total das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté (JA), Minas Gerais, Brasil. ....	134
<b>Figura 44.</b> Riqueza endoparasitária das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté (JA), Minas Gerais, Brasil. ....	134
<b>Figura 45.</b> Riqueza ectoparasitária das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté (JA), Minas Gerais, Brasil. ....	135
<b>Figura 46.</b> Riqueza total das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem (PE) e o período chuvoso (PC) no alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	135
<b>Figura 47.</b> Riqueza endoparasitária das infracomunidades de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem (PE) e o período chuvoso (PC) no alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	136
<b>Figura 48.</b> Riqueza ectoparasitária das infracomunidades de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem (PE) e o período chuvoso (PC) no alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	136
<b>Figura 49.</b> Relação entre o peso corporal e o comprimento total de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. ....	140
<b>Figura 50.</b> Relação entre o peso corporal e o comprimento total de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante rio Abaeté, Minas Gerais, Brasil. ....	141
<b>Figura 51.</b> Distribuição dos valores coeficiente de alometria (B) x comprimento total de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante barragem de Três Marias (JB) e à jusante rio Abaeté (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	141
<b>Figura 52.</b> Distribuição dos valores do valor de condição relativo ( <i>kn</i> ) e comprimento total de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante barragem de Três Marias (JB) e à jusante rio Abaeté (JA), Minas Gerais, Brasil. ....	142
<b>Figura 53.</b> Valores de correlação dos eixos I e II das espécies parasitas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spiz & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros limnológicos obtidos. AD - <i>Apedunculata</i>	

*discoidea*; GU – *Guyanema* sp.; HN - *Henneguya* sp.; M1 – metacestóde sp.<sub>1</sub>; M2 – metacestóde sp.<sub>2</sub>; MY - *Myxobolus* sp.; PL – *Placodbella* sp.; TL - *Telethecium* sp.; TO – *Tereancistrum ornatus*; TT – *Tereancistrum toksonum*; T1 – *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>; RI – *Rhinonastes* sp.; SA – *Spinitectus asperus*; SN – *Saccococoelioides nanii*; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica. .... 155

**Figura 54.** Valores de correlação dos eixos I e III das espécies parasitas de *Prochilodus argenteus* Spiz & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros limnológicos obtidos. AD - *Apedunculata discoidea*; GU – *Guyanema* sp.; HN - *Henneguya* sp.; M1 – metacestóde sp.<sub>1</sub>; M2 – metacestóde sp.<sub>2</sub>; MY - *Myxobolus* sp.; PL – *Placodbella* sp.; TL - *Telethecium* sp.; TO – *Tereancistrum ornatus*; TT – *Tereancistrum toksonum*; T1 – *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>; RI – *Rhinonastes* sp.; SA – *Spinitectus asperus*; SN – *Saccococoelioides nanii*; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica. .... 156

**Figura 55.** Valores de correlação dos eixos II e III das espécies parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros limnológicos obtidos. AD - *Apedunculata discoidea*; GU – *Guyanema* sp.; HN - *Henneguya* sp.; M1 – metacestóde sp.<sub>1</sub>; M2 – metacestóde sp.<sub>2</sub>; MY - *Myxobolus* sp.; PL – *Placodbella* sp.; TL - *Telethecium* sp.; TO – *Tereancistrum ornatus*; TT – *Tereancistrum toksonum*; T1 – *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>; RI – *Rhinonastes* sp.; SA – *Spinitectus asperus*; SN – *Saccococoelioides nanii*; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica. .... 157

**Figura 56.** Plotagem dos valores de correlação dos eixos I e II dos grupos de parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros limnológicos obtidos. A – Acanthocephala ; C – Cestoda; Cr – Crustacea; D – Digenea; H – Hirudinea; Mo – Monogenoidea; My – Myxozoa; N =Nematoda; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica. .... 161

**Figura 57.** Valores de correlação dos eixos I e III dos grupos de parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros limnológicos obtidos. A – Acanthocephala ; C – Cestoda; Cr – Crustacea; D – Digenea; H – Hirudinea; Mo – Monogenoidea; My – Myxozoa; N =Nematoda; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica. .... 162

**Figura 58.** Valores de correlação dos eixos II e III dos grupos de parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros limnológicos obtidos. A – Acanthocephala ; C – Cestoda; Cr – Crustacea; D – Digenea; H – Hirudinea; Mo – Monogenoidea; My – Myxozoa; N =Nematoda; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica. .... 163

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela I.</b> Dados morfométricos dos espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados em duas localidades do alto rio São Francisco. ....	23
<b>Tabela II.</b> Prevalência, intensidade média, abundância média, amplitude, local de infecção/infestação e valor de importância dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	104
<b>Tabela III.</b> Análise dos descritores das espécies co-ocorrentes em <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	109
<b>Tabela IV</b> Dados morfométricos dos espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	110
<b>Tabela V.</b> Prevalência, intensidade media, abundância média, amplitude de infecção / infestação dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> , Spix & Agassiz, curimatã-pacu, de diferentes sexos, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	111
<b>Tabela VI.</b> Correlação entre o peso (machos e fêmeas separadamente) e o comprimento padrão com a intensidade de infecção/infestação das espécies parasitas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	113
<b>Tabela VII.</b> Correlação entre o peso (machos e fêmeas separadamente) e o comprimento padrão de espécimes machos e fêmeas com a abundância das espécies parasitas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	114
<b>Tabela VIII.</b> Correlação entre o peso (machos e fêmeas separadamente) e o comprimento padrão de espécimes machos e fêmeas e com a prevalência das espécies parasitas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	115
<b>Tabela IX.</b> Análise da possível influência dos índices parasitários pelo sexo de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio são Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	116
<b>Tabela X.</b> Características das infracomunidades dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	118
<b>Tabela XI.</b> Comparação entre a riqueza total, ectoparasitária e endoparasitária das infracomunidades de parasitos de machos e de fêmeas de <i>Prochilodus argenteus</i> , Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	118
<b>Tabela XII.</b> Comparação dos índices de diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos entre machos e fêmeas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	118
<b>Tabela XIII.</b> Correlação entre o peso e o comprimento padrão de <i>Prochilodus argenteus</i> , Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais Brasil com os índices de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias. ....	119
<b>Tabela XIV.</b> Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu	

coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco como rio Abaeté (JA), alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil .....	120
<b>Tabela XV.</b> Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu coletados no período de estiagem (PE) e no período chuvoso (PC) no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	122
<b>Tabela XVI.</b> Influência do local de coleta dos espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais sobre os índices parasitários. ....	123
<b>Tabela XVII.</b> Influência do período de coleta dos espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais sobre os índices parasitários. ....	123
<b>Tabela XVIII.</b> Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu coletados à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais no período de estiagem (PE) e no período chuvoso (PC), no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	125
<b>Tabela XIX.</b> Influência do período de coleta de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais sobre os índices parasitários. ....	128
<b>Tabela XX.</b> Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais no período de estiagem (PE) e no período chuvoso (PC), no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	129
<b>Tabela XXI.</b> Influência do período de coleta de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829, curimatã-pacu, coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais sobre os índices parasitários. ....	131
<b>Tabela XXII.</b> Características das infracomunidades dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	132
<b>Tabela XXIII.</b> Características das infracomunidades dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e período chuvoso no alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	133
<b>Tabela XXIV.</b> Comparação entre a riqueza total, ectoparasitária e endoparasitária das infracomunidades de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> , Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	137
<b>Tabela XXV.</b> Comparação entre a riqueza total, ectoparasitária e endoparasitária das infracomunidades de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e o período chuvoso no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	137

<b>Tabela XXVI.</b> Comparação os índices de diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	138
<b>Tabela XXVII.</b> Comparação os índices de diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> , curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e chuvoso no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	138
<b>Tabela XXVIII.</b> Comparação os índices de diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> , curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e chuvoso à jusante da barragem de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	138
<b>Tabela XXIX.</b> Comparação os índices de diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> , curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e chuvoso à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	139
<b>Tabela XXX.</b> Coeficiente de alometria ( <i>b</i> ) e fator de condição relativo ( <i>kn</i> ) de espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	142
<b>Tabela XXXI.</b> Comparação do fator de condição relativo ( <i>kn</i> ) e do coeficiente de alometria ( <i>b</i> ) de espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco com o rio Abaeté, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. ....	143
<b>Tabela XXXII.</b> Parâmetros limnológicos durante as coletas de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio São Francisco como rio Abaeté (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais. ....	144
<b>Tabela XXXIII.</b> Abundância média dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, nas diferentes coletas. ....	145
<b>Tabela XXXIV.</b> Abundância média dos diferentes grupos de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, nas diferentes coletas. ....	146
<b>Tabela XXXV.</b> Correlação entre os valores de abundância média dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu e os parâmetros limnológicos. ....	148
<b>Tabela XXXVI.</b> Correlação entre os valores de abundância média dos grupos de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu e os parâmetros limnológicos. ....	150

<b>Tabela XXXVII.</b> Correlação entre os valores de abundância média dos grupos de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu e os parâmetros límnicos do alto rio São Francisco. ....	151
<b>Tabela XXXVIII.</b> Autovalores, variações totais e variações acumuladas dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, e dos parâmetros limnológicos do alto São Francisco, Minas Gerais Brasil. ....	153
<b>Tabela XXXIX.</b> Coeficientes de correlação das abundâncias dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais e dos parâmetros limnológicos com os três primeiros eixos da Análise dos Componentes Principais. ....	154
<b>Tabela XL.</b> Autovalores, variações totais e variações acumuladas dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, e dos parâmetros limnológicos do alto São Francisco, Minas Gerais Brasil. ....	159
<b>Tabela XLI.</b> Coeficientes de correlação das abundâncias dos grupos de parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais e dos parâmetros limnológicos com os três primeiros eixos da Análise dos Componentes Principais. ....	160

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. Bacia do rio São Francisco	1
1.2. Fauna ictífica da bacia do rio São Francisco	2
1.3. Família Prochilodontidae	2
1.4. <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz	3
1.5. O parasitismo e a ictioparasitologia de <i>Prochilodus</i> spp.	3
1.5.1. Myxozoa	4
1.5.2. Digenea	6
1.5.3. Monogenoidea	6
1.5.4. Eucestoda	8
1.5.5. Nematoda	8
1.5.6. Acanthocephala	8
1.5.7. Crustacea	9
1.5.8. Hirudinea	9
1.6. Aspectos ecológicos da fauna parasitária de <i>Prochilodus argenteus</i>	9
<b>2. OBJETIVOS</b>	11
<b>3. JUSTIFICATIVAS</b>	12
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	13
4.1. Caracterização da área de coleta	13
4.2. Parâmetros límnicos nos locais de coleta	18
4.3. Hospedeiros	18
4.3.1. Pesca, identificação e classificação dos peixes	18
4.3.2. Procedimentos para exame dos peixes	20
4.3.3. Caracterização da amostra de hospedeiros	22
4.4. Parasitos	24
4.4.1. Coleta, fixação, armazenamento e obtenção de lâminas permanentes e temporárias dos parasitos	24
4.4.2. Classificação e identificação dos parasitos	25
4.4.3. Medidas	26
4.5. Obtenção das imagens – desenhos e fotografias	26
4.6. Depósito dos espécimes representativos	26
4.7. Análise dos dados	26
4.7.1. Descritores ecológicos das infrapopulações	27
4.7.2. Descritores ecológicos das infracomunidades	27
4.7.3. Influência do sexo, do comprimento padrão e do peso corporal dos hospedeiros sobre as infrapopulações e infracomunidades parasitárias	28
4.7.4. Influência da localidade e do período de coleta sobre as infrapopulações e as infracomunidades parasitárias	28
4.7.5. Influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo ( <i>kn</i> ) e o coeficiente de alometria ( <i>b</i> ) dos hospedeiros	28
4.7.6. Influência dos parâmetros límnicos sobre a fauna parasitária	29
<b>5. RESULTADOS</b>	30
5.1. Classificação e taxonomia dos metazoários parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> do alto rio São Francisco, Minas Gerais	30
<i>Henneguya</i> sp.	30
<i>Myxobolus franciscoi</i> Eiras, Monteiro & Brasil-Sato, 2010	33
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	34

<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub> .....	36
<i>Acanthostomum</i> sp. ....	38
<i>Austrodiplostomum</i> sp. ....	40
<i>Saccocoelioides nanii</i> Szidat, 1954 .....	43
<i>Anacanthoroides</i> sp. ....	47
<i>Apedunculata discoidea</i> Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009 .....	49
<i>Telethecium</i> sp. ....	53
<i>Tereancistrum ornatus</i> Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 .....	54
<i>Tereancistrum toksonum</i> Lizama, Takemoto & Pavanelli, 2004 .....	58
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub> .....	61
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub> .....	63
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub> .....	64
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub> .....	67
<i>Rhinonastes</i> sp. ....	69
Metacestóide sp. <sub>1</sub> .....	71
Metacestóide sp. <sub>2</sub> .....	74
<i>Valipora</i> sp. ....	76
<i>Contracaecum</i> sp. ....	77
<i>Hysterothylacium</i> sp. ....	79
<i>Guyanema</i> sp. ....	80
<i>Philometra</i> sp. ....	84
<i>Philometroides</i> sp. ....	87
<i>Spinitectus asperus</i> Travassos, Pereira & Artigas, 1928 .....	89
<i>Neoechinorhynchus prochilodorum</i> Nickol & Thatcher, 1971 .....	92
<i>Acusicola</i> sp. ....	94
<i>Gamidactylus</i> sp. ....	95
Copépodo espécie não determinada .....	96
<i>Lerneae</i> sp. ....	97
<i>Argulus multicolor</i> Stekhoven, 1937 .....	98
<i>Dolops nana</i> Lemos de Castro, 1950 .....	100
<i>Placobdella</i> sp. ....	102
5.2. Estrutura das infrapopulações parasitárias .....	103
5.3. Estrutura das comunidades componentes parasitárias .....	104
5.4. Influência do sexo, do comprimento padrão e do peso corporal dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das populações e das comunidades .....	110
5.4.1. Infrapopulações parasitárias .....	110
5.4.2. Infracomunidades parasitárias .....	115
5.5. Influência das localidades e dos períodos de coleta dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das infrapopulações e das infracomunidades parasitárias .....	119
5.5.1. Infrapopulações parasitárias .....	119
5.5.2. Infracomunidades parasitárias .....	131
5.6. Influência do parasitismo sobre o fator de condição relatino ( <i>kn</i> ) e crescimento de espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais .....	139
5.7. Influência das condições limnológicas sobre os índices ecológicos dos parasitos de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais .....	144
5.7.1 Análise dos componentes principais (PCA) .....	152
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	164

6.1. Influência dos fatores bióticos sobre infrapopulações e infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais .....	166
6.2. Influência dos fatores abióticos sobre infrapopulações e infracomunidades parasitárias de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais .....	167
6.3. Influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo ( $kn$ ) e o coeficiente de crescimento de espécimes de <i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais .....	170
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	173
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	174
<b>ANEXOS</b>	

## 1.1. INTRODUÇÃO

No Brasil, são encontradas 14% das espécies de animais conhecidas em todo o mundo (LEWINSOHN; PRADO, 2002). Dentre os vertebrados, os peixes constituem o grupo mais antigo e numeroso, sendo conhecidas mais de 20.000 espécies, destas, 8.500 vivem em ambientes de água doce (LOWE-McCONNELL, 1999). Estima-se que a fauna ictíica Neotropical seja composta por mais de 6.000 espécies, distribuídas em mais de 30 famílias, sendo Characidae, Loricariidae, Cichlidae, Rivulidae e Poeciliidae as mais numerosas (REIS et al., 2003). A fauna ictíica Neotropical de água doce é composta por aproximadamente 2.400 espécies sendo a mais rica e diversa do mundo. O Brasil é o país que apresenta maior diversidade de peixes, e juntamente com o México apresenta o maior número de espécies endêmicas (POULIN; MORAND, 2004). A grande diversidade ictíica brasileira está diretamente relacionada à região fitogeográfica onde este país está localizado e à quantidade de águas continentais nele presente (POULIN; MORAND, 2004).

### 1.1. Bacia do rio São Francisco

As principais drenagens da América do Sul adquiriram sua conformação atual após vários eventos tectônicos que se iniciaram à aproximadamente 89 milhões de anos (m.a.) e culminaram com a formação da cordilheira dos Andes à aproximadamente 10 m.a. (SIVASUNDAR et al., 2001). A bacia do rio São Francisco compreende uma área de drenagem de aproximadamente 634.781 km<sup>2</sup>, equivalente a 8% do território brasileiro. O rio São Francisco nasce no Parque Nacional da Serra da Canastra, no estado de Minas Gerais. Ao longo de sua trajetória este rio percorre sete unidades federativas: Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal; 503 municípios e alcança o oceano Atlântico entre os estados de Sergipe e de Alagoas (BRASIL, 2006; 2007). O rio São Francisco detém 17% de todo o potencial hidrelétrico do país (PINTO, 2002), sendo a estimativa de 25.795 MW para a bacia, dos quais, 10.395 MW estão distribuídos em seis unidades de geração de energia: Três Marias, Queimado, Sobradinho, Itaparica, Complexo Paulo Afonso e Xingó.

O reservatório de Três Marias, planejado por Juscelino Kubitschek, foi construído com o objetivo principal de controlar o fluxo de água no alto rio São Francisco. A construção da barragem de Três Marias foi concluída em 1960, porém a geração de energia foi iniciada somente dois anos após. Quando na sua cota máxima, o reservatório de Três Marias atinge 21 bilhões de metros cúbicos e ocupa uma área territorial de aproximadamente 100 mil hectares (BRITSKI et al., 1988). Ele é estratificado durante o verão (novembro a fevereiro) e nesta época sua porção mais profunda (hipolímnio), alcança uma temperatura variável entre 22,5 a 23,5 °C (ESTEVES et al., 1985).

A construção de barragens altera o regime hidrológico dos rios, atenua e retarda os picos de cheias, torna as condições térmicas e hidrológicas das regiões subseqüentes dos rios bastante instáveis (AGOSTINHO et al., 1992). A construção de barragens em cascatas ao longo rio São Francisco, além de alterar a dinâmica de cheia e do rio, impede a inundação de algumas lagoas marginais, consideradas berçários e deste modo dificulta a migração reprodutiva de algumas espécies em direção à nascente do rio. Além das barragens distribuídas ao longo da calha principal do rio São Francisco, outros fatores afetam o equilíbrio ambiental da região, como por exemplo, a poluição oriunda de esgotos domésticos, da atividade agrícola e a degradação das matas ciliares (GODINHO; GODINHO, 2003).

## 1.2. Fauna ictíica da bacia do rio São Francisco

A fauna ictíica da bacia do rio São Francisco é composta por 158 espécies, excluindo as espécies diádromas (GODINHO; GODINHO, 2003), que se encontram distribuídas em 25 famílias (FROESE; PAULY, 2010). Deste total, sete espécies de grande importância econômica foram consideradas migradoras de longa distância: *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu; *Prochilodus costatus* Valenciennes, curimatã-pioa; *Salminus brasiliensis* (Cuvier) (= *Salminus franciscanus* Lima & Britski), dourado; *Brycon orthotaenia* Günther, matrinhã; *Leporinus obtusidens* (Valenciennes), piauí-verdadeiro; *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes), pirá e *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz), surubim. Muitas espécies foram introduzidas nesta bacia, com diferentes intuitos, e hoje representam populações estabelecidas. Entre elas, as mais numerosas são as de tucunarés, *Cichla* spp.; de corvinas, *Pachyurus squamipennis* Agassiz; de carpas, *Cyprinus carpio* Linnaeus; de bagres-africanos, *Clarias gariepinus* (Burchell); de tambaquis, *Colossoma macropomum* (Cuvier) e de tilápias, *Oreochromis* sp. e *Tilapia* sp. (SATO; GODINHO, 1999).

Entende-se como espécie ameaçada, aquela sujeita a significativo risco de extinção no futuro, devido a fatores estocásticos ou determinísticos que afetam suas populações, ou pela virtude inerente de sua raridade (WCMC, 1992). Dezoito das 32 espécies de peixes provavelmente ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais ocorrem no rio São Francisco (LINS et al., 1997). Entre essas, destacam-se: cascudo-preto, *Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz; pirá, *C. conirostris*; surubim, *P. corruscans*; matrinhã, *B. orthotaenia* e dourado, *S. brasiliensis*. A fauna de peixes migradores da bacia rio São Francisco apresenta diferentes status de conservação ao longo de sua extensão, podendo ser considerada bem conservada no trecho compreendido entre a foz do rio Abaeté e a entrada da represa de Sobradinho, incluindo os rios Urucuia, Carinhanha, Corrente e Grande e vulnerável à montante da represa de Três Marias, e nos rios Abaeté, Paracatu e Pandeiros. A fauna ictíica se encontra ameaçada também nos rios Pará, Paraopeba, das Velhas, Verde Grande e no trecho do baixo São Francisco, localizado à jusante da barragem de Xingó. Seu status de conservação é crítico no reservatório de Três Marias e no segmento do rio limitado pelos represamentos de Sobradinho e Xingó (SATO et al., 2003).

## 1.3. Família Prochilodontidae

Peixes prochilodontídeos estão entre os mais conspicuos, abundantes e melhor distribuídos nos rios da América Latina que fluem em direção ao oceano Atlântico (SIVASUNDAR et al., 2001). Esta família agrupa 46 espécies nominais das quais 21 são consideradas válidas e estão distribuídas em três gêneros: *Ichthioelephas* Posada, *Semaprochilodus* Fowler e *Prochilodus* Spix & Agassiz (CASTRO; VARI, 2003). As espécies de *Prochilodus* apresentam duas fileiras de pequenos dentes falciformes ou espatuliformes em seus lábios protusíveis (REIS et al., 2003). Sua distribuição é limitada à América Latina: ao oeste dos Andes, é encontrada até o lago Macaibo na bacia da Colômbia, na Venezuela e nos rios do sudoeste do Equador; a leste dos Andes ocorre nas bacias dos rios Orinoco, Amazonas, Tocantins, La Plata, São Francisco, em outros rios costeiros do Brasil e das Guianas e na porção setentrional da laguna dos Patos (CASTRO; VARI, 2004). Compreendem espécies detritívoras (BOWEN et al., 1984) e como consequência de seus hábitos alimentares variados e grandes populações, as espécies alocadas em Prochilodontidae têm relevante participação no fluxo de energia nos ambientes onde estão presentes (WINEMILLER, 1996), sendo consideradas dominantes (FLECKER, 1996). Devido ao seu porte, que varia de moderado a grande, e ao tamanho populacional, os prochilodontídeos são considerados elementos importantes nos ecossistemas que habitam, merecendo destaque pela

sua contribuição na pesca comercial e na pesca de subsistência. *Prochilodus lineatus* Valenciennes representa aproximadamente 60% da biomassa presente na porção inferior do rio Paraná (BOWEN et al., 1984) onde corresponde a 40% do pescado (SVERLIJ et al., 1993). Esta espécie também é peça chave na pesca comercial de outros rios, como por exemplo, o rio La Plata e o rio Uruguai, onde corresponde respectivamente a 86% e a 95% do pescado obtido (SVERLIJ et al., 1993). No baixo rio Negro, duas espécies de *Semaprochilodus* perfazem 90% da biomassa retirada das águas (GOULDING et al., 1988).

O gênero *Prochilodus* compreende 13 espécies consideradas válidas (CASTRO; VARI, 2003) estas são encontradas em rios da América Latina que drenam em direção ao oceano Atlântico (WELCOMME, 1979). Estes peixes se movem por grandes distâncias em direção a cabeceira dos rios durante a estação reprodutiva, o que ocorre na chuvosa, devido ao aumento do volume de água e vazão dos rios, juntamente com as demais alterações limnológicas causadas pela chuva que são consideradas o gatilho para o início da migração reprodutiva (SIVASUNDAR et al., 2001). Na maioria das bacias hidrográficas, *Prochilodus* é representado por uma única espécie (SIVASUNDAR et al., 2001). Uma exceção é a bacia do rio São Francisco, onde são conhecidas três espécies nativas, *P. argenteus*, *P. costatus* e *Prochilodus vimboides* Kner, sendo a última considerada endêmica desta bacia (FROESE; PAULY, 2010).

#### **1.4. *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz**

*Prochilodus argenteus*, espécie tipo de Prochilodontidae, conhecida popularmente como curimatã-pacu ou curimatá-pacú, é a espécie de maior porte da família, podendo atingir até 15 kg e cerca de 50 cm de comprimento (BRITSKI et al., 1988). Possui hábito alimentar detritívoro (ALVIM; PERET, 2004) e sua vulnerabilidade é considerada de moderada a alta, nos diferentes trechos do rio São Francisco (FROESE; PAULY, 2010). Esta espécie, nativa da bacia do rio São Francisco, foi introduzida em alguns rios da região nordeste do Brasil (FROESE; PAULY, 2010). É a espécie de piracema mais abundante na bacia do rio São Francisco, e possui grande importância econômica, tanto na pesca comercial como na pesca de subsistência, perfazendo aproximadamente 50% do pescado obtido na região de Três Marias (SATO et al., 2003).

A reprodução de peixes teleósteos é controlada por fatores endógenos (hormonais) e exógenos (ambientais). Em populações naturais está relacionada às condições ambientais, sendo a temperatura da água considerada a variável mais importante. Para espécies migratórias, a percepção de alterações nos níveis de precipitação e de temperatura são os sinais para o início ao processo da migração reprodutiva, já o sucesso deste evento está diretamente ligado ao aumento do volume de água e a elevação da temperatura do rio (PARKINSON et al., 1999). A reprodução de *P. argenteus* ocorre entre os meses de novembro a janeiro, durante a estação chuvosa, período que corresponde à época de maior vazão no rio, temperaturas mais elevadas e fotoperíodos mais longos (SATO et al., 1996). Diversos aspectos da biologia reprodutiva de *P. argenteus* foram abordados. Sato et al. (2003) avaliaram a influência do reservatório de Três Marias sobre as populações de *P. argenteus* à jusante e analisaram os parâmetros reprodutivos de *P. argenteus* em dois pontos com características limnológicas distintas. O primeiro no trecho localizado imediatamente à jusante da barragem de Três Marias, e diretamente influenciado pelos picos de vazão e pelas águas frias provenientes do reservatório. O segundo ponto adiante 30 km do primeiro, localizado após a confluência do rio a Abaeté com o rio São Francisco, no qual não foram observadas alterações limnológicas decorrentes da instalação da barragem de Três Marias. Sato et al. (2003) registraram que *P. argenteus* teve sua reprodução influenciada pela barragem de Três Marias. No primeiro ponto de coleta, houve predomínio de fêmeas em

repouso (82%) e machos em atividade reprodutiva (69%), enquanto no trecho localizado à jusante do rio Abaeté, houve dominância de peixes em atividade reprodutiva (99% dos machos e 97% das fêmeas). Segundo esses autores, a temperatura da água abaixo de 24 °C, a vazão constante, a transparência elevada da água, e a menor taxa de oxigênio dissolvido registrados à jusante da barragem de Três Marias alteraram as condições fisiológicas dos espécimes de *P. argenteus*, principalmente das fêmeas, fazendo com que estas não alcançassem o mesmo sucesso reprodutivo em relação aos indivíduos habitantes do trecho do rio São Francisco localizado à jusante do rio Abaeté. Os resultados publicados por Sato et al. (2003) a respeito da biologia reprodutiva de *P. argenteus* à jusante da barragem de Três Marias foram confirmados e complementados por Sato et al. (2005) que mostraram a importância de um tributário não regulado (rio Abaeté) para minimizar o impacto na comunidade de peixes à jusante da barragem (Três Marias). Hatanaka & Galetti Jr. (2003) avaliaram a variação genética de *P. argenteus* sobre a área de influência da barragem de Três Marias e observaram através do uso de marcadores RAPD (“Random Amplification of Polymorphic DNA”) que os espécimes coletados imediatamente à jusante da barragem de Três Marias tiveram um coeficiente de similaridade mais elevado entre si do que com os peixes coletados nos demais trechos do rio. Através destes resultados, os autores sugeriram uma estratificação nas populações de *P. argenteus* e comentaram as implicações destes resultados para a variabilidade genética dos estoques naturais desta espécie. Hatanaka et al. (2006) avaliaram a subestrutura populacional de *P. argenteus* no rio São Francisco e observaram a existência de grande número de alelos exclusivos e de maior variabilidade genética nos espécimes coletados à jusante da junção das águas do rio Abaeté com as águas do rio São Francisco, reforçando a hipótese da existência de diferentes unidades reprodutivas. Arantes et al. (2010) avaliaram a influência da barragem de Três Marias sobre a reprodução de *P. argenteus* avaliando o perfil de esteróides sexuais, fecundidade e desova de espécimes coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da junção do rio Abaeté com o rio São Francisco. Como resultado, os autores observaram deficiências endócrinas e de fecundidade nos espécimes coletados à jusante da barragem de Três Marias e atribuíram estas alterações à temperatura e à concentração de oxigênio dissolvido, ambas mais baixas nesta localidade de coleta.

### **1.5. O parasitismo e a ictioparasitologia de *Prochilodus* spp.**

O termo simbiose foi utilizado pelo botânico alemão Anton deBary em 1873, como convivência de tipos muito diferentes de organismos (LYNN, 2001). Recentemente foram reconhecidos quatro tipos de relações simbióticas: forese, mutualismo, comensalismo e parasitismo (ROBERTS; JANOBY Jr, 2005). Simbiose foi definida como uma interação íntima entre organismos diferentes, na qual, pelo menos uma das partes envolvidas é obrigatoriamente dependente desta relação (LEUNG; POULIN, 2008). O parasitismo, relação onde um dos participantes, o parasito, é danoso ou vive à custa do outro organismo envolvido, chamado hospedeiro (ROBERTS; JANOBY Jr, 2005) é o conceito utilizado nesse estudo, embora existam outros na literatura. O fenômeno parasitismo ocorre, nos mais diversos ambientes, desde as condições polares até as condições tropicais e desérticas (LEWIS et al., 2003).

Parasitos são indicativos de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, entre os quais podem ser incluídos a migração, o recrutamento e a filogenia (WILLIAMS et al., 1992) assim como podem ser usados como indicadores de qualidade ambiental (SURES, 2004; MARCOGLIESE; CONE, 1997). Em ambientes aquáticos, parasitos, principalmente aqueles cujos ciclos de vida são complexos, fornecem informações a respeito das propriedades biológicas dos diferentes ecossistemas onde estão presentes. Muitas vezes, sua presença nos

hospedeiros definitivos é prova da ocorrência simultânea de todos os organismos envolvidos neste ciclo biológico (CONE et al., 1993). Segundo Galli et al. (2001) parasitos podem ser considerados uma “impressão digital” da qualidade ambiental do corpo d’água onde completam seu ciclo de vida, embora muitas vezes o nível de conhecimento atual não nos permita interpretar estes sinais (KENNEDY, 1997).

Segundo Luque & Poulin (2007) os primeiros estudos parasitológicos na América Latina e no Caribe datam do século XIX e foram resultado, na maioria, de expedições de naturalistas estrangeiros como, por exemplo: Diesing, Kroyer, Heller, Bouvier, entre muitos outros. Após um longo período de estudos taxonômicos, nas últimas décadas é crescente o número de listagens e de livros abordando os diversos grupos de parasitos em regiões distintas (MORAVEC, 1998; KOHN; COHEN, 1998; KOHN; PAIVA, 2000; SALGADO-MALDONADO et al., 2000; RODRÍGUEZ-ORTIZ et al., 2004; THATCHER, 2006; KOHN et al., 2006; KOHN et al., 2007; LUQUE; TAVARES, 2007; COHEN; KOHN, 2008; SANTOS et al., 2008; SALGADO-MALDONADO, 2008; LACERDA et al., 2008; LIRA-GUERRERO et al., 2008 entre muitos outros). Concomitantemente às publicações que agrupam as informações para diferentes regiões biogeográficas, ocorreu um aumento nos trabalhos relacionadas à macro ecologia (por exemplo, TIMI & POULIN, 2003; VIDAL-MARTINEZ & POULIN, 2003).

Ictioparasitologia é o campo da parasitologia que estuda os parasitos de peixes. Esta ciência tem como objetivo auxiliar no entendimento das interações entre os seres vivos de uma maneira geral, uma vez que, as relações entre parasito e hospedeiro (neste caso peixes), influenciam e são influenciadas direta e indiretamente pelos demais elementos que constituem a biosfera, em especial a comunidade aquática. Segundo Poulin & Morand (2004) os parasitos contribuem com uma porção significativa na diversidade global, no entanto, é o grupo menos estudado. Parasitos podem atuar como reguladores das populações de hospedeiros, marcadores biológicos, indicadores ambientais, e ainda têm importância para as populações humanas, uma vez que podem ser agentes de zoonoses.

No Brasil, os ictioparasitos, alvos de muitos estudos de cunho taxonômico (VARELLA, 1995; FEHLAUER; BOEGER, 2005; SILVA-BUENO; BOEGER, 2009; VIANNA et al., 2007; 2008, entre outros), têm também um número crescente de estudos de ecologia parasitária, que abordam a influência de fatores bióticos e abióticos (KNOFF et al., 1997; PARAGUASSÚ et al., 2002; CAMPOS et al., 2009, entre inúmeros outros artigos) sobre a fauna parasitária.

Embora seja visível a mudança dos tópicos de pesquisa em ictioparasitologia ao longo do tempo, a maioria das espécies de peixes nunca foi alvo de estudos parasitológicos completos. O inventariamento da fauna parasitária destes hospedeiros contribui com o aumento da riqueza de parasitos conhecidos na região Neotropical e poderá ser usada em estudos mais complexos como, por exemplo, a filogenia das espécies de parasitos, sua correlação com a filogenia do grupo hospedeiro, o estabelecimento de padrões ecológicos para parasitos da região neotropical e a compreensão das relações parasito-hospedeiro, entre muitos outros.

A identificação e a compreensão das relações entre peixes e seus parasitos é de grande valia para diferentes áreas da ciência. Por exemplo, se pensarmos em aquicultura e que, pelo menos 40 espécies de água doce são cultivadas no Brasil (GODINHO, 2007), os estudos ictioparasitológicos podem ser usados na redução de taxas de parasitismo em ambientes de confinamento e conseqüente aumento da produção.

Diferentes grupos de animais podem ser encontrados parasitando peixes nos mais diversos ambientes e locais de infecção/infestação. Dentre os metazoários foram encontrados representantes dos seguintes grupos: Myxozoa Grassé, 1970; Digenea Carus, 1863;

Eucestoda Southwell, 1930; Monogenoidea Bychowsky, 1937; Acanthocephala Kohl Reuther, 1771; Nematoda (Rudolphi, 1808) Lankester, 1877; Hirudinea Lamarck, 1818 e Crustacea Pennant, 1977 parasitando espécies de *Prochilodus*.

### 1.5.1. Myxozoa

Os myxozoários compreendem um diverso grupo de endoparasitos que por mais de 20 anos foram considerados integrantes do Reino Protozoa (Goldfuss, 1818) Owen, 1858. Siddall et Martins (1995) após a análise das características morfológicas ultra-estruturais e das sequências de DNA da subunidade menor do ribossomo (18S) consideraram os myxozoários como cnidários altamente derivados e suas cápsulas polares, nematocistos típicos. Outra hipótese corrente a respeito da posição filogenética de Myxozoa é que estes organismos seriam próximos à Bilateria. Evans et al. (2010) através da análise do DNA das subunidades 18S e 28S do ribossomo destes organismos corroboraram a hipótese de que Myxozoa seria um clado que divergiu de Bilateria no início da história evolutiva do grupo. Sendo assim, o que se pode afirmar atualmente é que estes organismos não são protozoários, mas ainda não foi possível afirmar com certeza se estão relacionados à Bilateria ou à Cnidaria. Myxozoários ocorrem geralmente em tecidos e órgãos da cavidade corpórea de peixes marinhos, de água doce ou de ambientes eurialinos, no entanto são raras as espécies registradas em outros organismos aquáticos como, anfíbios, répteis e invertebrados (LOM; DYKOVÁ, 1995). As infecções causadas por estes organismos são mais severas em ambientes confinados, assim como ocorre com a maioria dos parasitos, deste modo os estudos sobre estes organismos enfocam sua patogenia e sua importância como patógenos em hospedeiros cultivados e de vida livre.

Três espécies de Myxozoa (*Myxosporea* Bütschli, 1881) foram registradas parasitando espécies de *Prochilodus*: *Myxobolus porofilus* Adriano, Arana, Ceccarelli & Cordeiro, 2002 foi descrita a partir de espécimes coletados na cavidade visceral de *P. lineatus* cultivados no estado de São Paulo (ADRIANO et al., 2002); *Henneguya paranaensis* Eiras, Takemoto & Pavanelli, 2004 foi descrita a partir de espécimes coletados em *P. lineatus* da planície de inundação do rio Paraná (EIRAS et al., 2004) e *Myxobolus franciscoi* Eiras, Monteiro & Brasil-Sato, 2010 foi descrita a partir de esporos coletados nas nadadeiras de *P. argenteus* do alto rio São Francisco, estado de Minas Gerais (EIRAS et al., 2010).

### 1.5.2. Digenea

Os digenéticos constituem um dos três maiores grupos dentro de Platyhelminthes (juntamente com monogenóides e cestóides). São parasitos de ciclo heteroxeno e a maioria habita o corpo de hospedeiros vertebrados quando adultos. Peixes além de participarem dos ciclos biológicos como hospedeiros definitivos, abrigando parasitos adultos, podem abrigar metacercárias de diversas espécies, funcionando assim como hospedeiros intermediários ou paratênicos. Digenéticos parasitos de peixes podem ser usados no monitoramento da migração de seus hospedeiros (LESTER; ROUBAL 1995), como indicadores de qualidade ambiental (SURES, 2004), entre outros. A riqueza da fauna de digenéticos em determinado local ou hospedeiro reflete as condições ambientais e a presença dos diferentes organismos que fazem parte de seus ciclos biológicos complexos. Assim, a poluição e as alterações ambientais podem dificultar o desenvolvimento e até mesmo impedir a presença dos digenéticos em determinado local (PAPERNA, 1995).

Dentre as espécies de *Prochilodus*, sem dúvida *P. lineatus* foi a que teve sua fauna parasitária mais estudada. Szidat (1954) descreveu *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954 de *P. lineatus* da Argentina. Posteriormente, *Saccocoelioides* sp. e *Sanguinicola argentinensis* Szidat, 1951 foram registradas por Kohn et al. (1985) e Fernandes; Kohn (1994) no intestino

e no sistema circulatório, respectivamente, de *P. lineatus* na mesma localidade. Lizama et al. (2005; 2006a, b) registraram 13 espécies de digenéticos em *P. lineatus* provenientes da bacia de inundação do rio Paraná: *Megacoelium* sp., *Colocladorchis* sp., *Lecithobotrioides* sp. (sinônimo júnior de *Saccocoelioides* Szidat, 1954), *Sphincterodiplostomum* sp., *Tylodelphis* sp. (metacercárias), *Saccocoelioides magnorchis* Thatcher, 1978, *S. nanii* Szidat, 1954, *Saccocoelioides saccodontisi* Thatcher, 1976, (sinônimo sênior de *Saccocoelioides leporinodus* Thatcher, 1978), *S. leporinus*, *Saccocoelioides* sp., *Unicoelium prochilodorum* Thatcher & Dossman, 1975 e metacercárias de duas espécies não identificadas.

Em *Prochilodus reticulatus* Valenciennes foram registradas três espécies de digenéticos: *Lecithobotrioides medicanoensis* Thatcher & Dossman, 1974 (sinônimo júnior de *Saccocoelioides elongatus* Szidat, 1954) (THATCHER; DOSSMAN, 1974), *U. prochilodorum* (THATCHER; DOSSMAN, 1975) e *Colocladorchis ventrastomis* descrita por Thatcher (1978) de hospedeiros da Colômbia.

São conhecidas duas espécies de digenéticos parasitas de *Prochilodus platensis* Holmberg: *S. argentinensis* no sistema circulatório (SZIDAT, 1951) e *S. elongatus* no intestino (SZIDAT, 1954), ambas registradas na Argentina.

Duas espécies de digenéticos foram registradas em *P. argenteus* do alto rio São Francisco, Minas Gerais: *S. nanii* no intestino (MONTEIRO et al., 2009; MONTEIRO; BRASIL-SATO, 2010) e metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. no humor vítreo (BRASIL-SATO, 2003).

### 1.5.3. Monogenoidea

Os monogenóideos são parasitos primariamente de peixes dos mais diferentes grupos e a maioria deles é reconhecida como específica ao hospedeiro e ao local de infecção/infestação. A patogenicidade é algo incomum entre os monogenóideos, que em ambientes naturais causam pouco ou nenhum dano ao hospedeiro, no entanto em ambientes de confinamento este fenômeno é favorecido (CONE, 1995). Os representantes de Capsalidae, Dactylogyridae, Microbothriidae e Gyrodactylidae são os economicamente mais importantes, por estarem comumente relacionados à patogenicidade (CONE, 1995).

Algumas espécies de monogenóideos foram descritos a partir de espécimes coletados em espécies de *Prochilodus*. *Rhinonastes pseudocapsaloideum* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1988 foi descrita a partir de espécimes coletados na cavidade nasal de *P. nigricans* do estado do Paraná (KRITSKY et al., 1988). Das brânquias de *P. reticulatus* da Colômbia foram coletados e descritos espécimes de *Anacanthoroides mizellei* Kritsky & Thatcher, 1976 (KRITSKY; THATCHER, 1976) e *Tereancistrum ornatus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 (KRITSKY et al., 1980).

*Prochilodus lineatus* é o hospedeiro tipo de seis espécies de monogenóideos na bacia do Paraná: *Tereancistrum toksonum* Lizama, Takenoto, Pavanelli, 2004, *Tereancistrum curimba* Lizama, Takenoto, Pavanelli, 2004 (LIZAMA et al., 2004) e *Apedunculata discoidea* Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009 nas brânquias (CUGLIANA et al., 2009); *Kritskyia boegeri* Takemoto, Lizama & Pavanelli, 2002 da bexiga urinária (TAKEMOTO et al., 2002); *Protorhinoxenus prochilodi* Domingues & Boeger, 2005 e *Rhinoxenus curimbatae* Domingues & Boeger, 2005 das narinas (DOMINGUES; BOEGER, 2005). Além das descrições de monogenóideos, Lizama et al. (2005) registraram *R. pseudocapsaloideum* e *Gyrodactylus* sp. das narinas, *K. boegeri* da bexiga urinária, *T. curimba*, *T. toksonum*, *Tereancistrum* sp., *Anacanthoroides* sp. e uma espécie indeterminada alocada em Ancyrocephalidae, nas brânquias deste hospedeiro.

#### 1.5.4. Eucestoda

Cestóides e peixes constituem um importante “dueto” biológico. Historicamente, a maioria dos estudos de cestóides enfocou ciclos de vida, sobrevivência e dinâmica de populações. Estes organismos são encontrados em ambientes aquáticos, terrestres e de transição. Os adultos parasitam uma ampla gama de hospedeiros vertebrados enquanto os estágios larvais são encontrados em invertebrados, principalmente artrópodes e vertebrados como peixes (DICK; CHOUDHURY, 1995a). Infecções intensas, causadas por larvas ou adultos têm sido registradas em diferentes órgãos e tecidos de diferentes espécies de peixes.

Foram registradas poucas espécies de cestóides em peixes do gênero *Prochilodus*. LIZAMA et al. (2005) registraram a presença de plerocercóides de proteocefalídeos encistados no intestino, e metacestóides de *Valipora campylancristrota* (Wedl, 1855) livres na vesícula biliar de *P. lineatus* da planície de inundação do rio Paraná, respectivamente. MONTEIRO et al. (2009) registraram a presença de metacestóides cujo gênero e espécies nominais não foram identificados no intestino e metacestóides de *Valipora* sp., na vesícula biliar de *P. argenteus*.

#### 1.5.5. Nematoda

Segundo Anderson (1992), quatorze famílias de nematóides parasitam peixes e destas, cinco são encontradas exclusivamente neste grupo de hospedeiros. Os locais mais comumente infectados por estes parasitos são a musculatura, a superfície das vísceras, o interior da cavidade corporal, o intestino e mais raramente são encontrados abaixo do tegumento (DICK; CHOUDHURY, 1995b).

*Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 foi registrado em *P. reticulatus* (como *Spinitectus jamundensis* Thatcher & Padilha, 1977) na Colômbia (THATCHER; PADILHA, 1977), em *P. lineatus* no Chile (RAMALLO et al., 2000) e em *P. scrofa* e *P. argenteus* no Brasil (TRAVASSOS et al., 1928; MONTEIRO et al., 2009, respectivamente). Em *P. lineatus* foram registradas larvas de *Procamallanus* sp. e de *Contracaecum* sp., no estado de São Paulo e no alto do rio Paraná, por Kohn et al. (1985) e Moravec et al. (1993), respectivamente e espécimes adultos de *Raphidascaris* sp., da planície de inundação do rio Paraná (LIZAMA et al., 2005).

#### 1.5.6. Acanthocephala

Os representantes do filo Acanthocephala quando adultos, assim como os cestóides, são encontrados unicamente parasitando o intestino de vertebrados. Esta restrição quando ao local de infecção deve-se a ausência de sistema digestório, assim, estes animais absorvem os nutrientes previamente digeridos pelos seus hospedeiros, e por isso a maioria deles é encontrada parasitando as porções anteriores do intestino de vertebrados, onde a concentração destas substâncias é mais elevada. Este grupo compreende mais de 1000 espécies, das quais 1/3 são parasitos de peixes, no entanto, poucas espécies são conhecidas em agnathas e elasmobrânquios (NICKOL, 1995).

Algumas espécies de acantocéfalos foram registradas parasitando a porção anterior do intestino de espécies de *Prochilodus*. Espécimes adultos de *Echinorhynchus gomesi* Machado-Filho, 1948 e de *Neoechinorhynchus* sp., foram registrados em *P. nigricans* por Machado-Filho (1948) Mato Grosso do Sul, Brasil e por Tantaleón et al. (2005) no Peru, respectivamente. Lizama et al. (2005) registraram a presença de *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 e *Quadrigyus* sp., em *P. lineatus* proveniente da planície de inundação do rio Paraná. Segundo Santos et al. (2008) foi registrada a presença de *Gracilisentis variabilis* (Diesing, 1851) em *P. lineatus*. *Neoechinorhynchus prochilodorum* Nickol & Thatcher, 1971

também foi encontrado parasitando *P. argenteus* do alto rio São Francisco (MONTEIRO et al., 2009).

#### 1.5.7. Crustacea

Aristóteles, no século IV a.C., foi o primeiro a identificar um artrópode como parasito de peixe, reconhecendo a presença de um copépode da família Pennellidae em peixe espada. Atualmente, mais de duas mil espécies são conhecidas parasitando este grupo de hospedeiros (LESTER; ROUBAL, 1995). Artrópodes, i.e., alguns crustáceos alocados em distintas ordens, são reconhecidos como ictioparasitos: Copepoda Milne-Edwards, 1840; Branchiura Latreille, 1802; Isopoda Latreille, 1802 e Cirripedia Burmeister, 1834. Os copépodes são os crustáceos ictioparasitos mais numerosos. Dentre eles merece destaque *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 uma espécie de distribuição mundial que parasita de ciprinídeos principalmente, mas que também pode ser encontrada parasitando peixes de outras ordens.

Lizama et al. (2005) registraram cinco espécies de crustáceos parasitas em *P. lineatus* da planície de inundação do rio Paraná. Quatro espécies foram os copépodes, *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher & Boeger, 1984 e *Gamidactylus* sp., encontrados na cavidade nasal e *Amplexibranchius* sp. e *Ergasilus* sp., nas brânquias. A quinta espécie, *Dolops* sp. (Branchiura), foi registrada das brânquias e da pele dos hospedeiros. Segundo Luque & Tavares (2007), outras espécies de crustáceos parasitas de prochilodontídeos no Brasil são: *L. cyprinacea* em *Prochilodus brevis* Steindachner e *Ergasilus urupaensis* Malta, 1993 em *P. nigricans*.

#### 1.5.8. Hirudinea

Os representantes de Hirudinea parasitos de peixes são conhecidos popularmente como sanguessugas. Estes animais espoliam o sangue do hospedeiro para a obtenção de alimento. Durante este processo, podem atuar como vetores de diversos tipos de parasitos hemoflagelados e hemogregarinas intracelulares e podem participar como segundo hospedeiro intermediário do ciclo biológico dos digenéticos (BURRESON, 1995).

Lizama et al. (2005) registraram uma espécie indeterminada de Hirudinea na pele de *P. lineatus* do alto da planície de inundação do rio Paraná.

### 1.6. Aspectos ecológicos da fauna parasitária de *Prochilodus argenteus*

A maior parte dos artigos publicados sobre parasitos de espécies de *Prochilodus* consiste de descrição e/ou registro de uma espécie de parasito. Apenas Lizama et al. (2005, 2006a, b) e Monteiro et al. (2009) avaliaram aspectos ecológicos da fauna parasitária destes hospedeiros, na bacia do Paraná e na bacia rio São Francisco, respectivamente. Lizama et al. (2005) avaliaram a influência do sexo e da idade dos hospedeiros sobre as 33 espécies que compõem a fauna de parasitos metazoários de *P. lineatus* do trecho superior da planície de inundação do rio Paraná e Lizama et al. (2006a) avaliaram a influência dos padrões sazonais do ambiente e dos reprodutivos de *P. lineatus* sobre a sua fauna de parasitos metazoários. Os resultados variaram entre as diferentes espécies de parasitos, mas algumas destas não tiveram seus índices ecológicos influenciados pelos fatores avaliados. Lizama et al. (2006b) apresentaram a influência do parasitismo sobre a relação hepatossômica, assim como sobre a relação comprimento peso e sobre o fator de condição relativo (Kn) de *P. lineatus* oriundos da porção superior da planície de inundação do rio Paraná. Observaram que os peixes parasitados apresentaram fator de condição relativo médio superior ao dos peixes não parasitados e que nenhuma das espécies parasitas apresentou correlação positiva de sua abundância com a relação esplenossômica. Monteiro et al. (2009) avaliaram a influência do sexo e do comprimento de *P. argenteus* sobre *S. nanii*, *Valipora* sp. e uma espécie

indeterminada de metacestóide; *S. asperus* e *N. prokilodorum*. As autoras constataram que o comprimento total do hospedeiro apresentou correlação negativa com a abundância de *S. nanii* e com a prevalência dos metacestóides.

## 2. OBJETIVOS

- 2.1. Contribuir com o conhecimento sobre a fauna de parasitos de peixes do rio São Francisco através do estudo da fauna parasitária de *P. argenteus*, espécie endêmica da bacia do rio São Francisco, a qual nunca foi alvo de um estudo parasitológico completo.
- 2.2. Contribuir com informações sobre a morfologia das espécies parasitas de *P. argenteus*.
- 2.3. Identificar, entre as espécies parasitas de *P. argenteus*, aquelas que possuem potencial zoonótico.
- 2.4. Avaliar qualitativa- e quantitativamente a fauna parasitária de *P. argenteus*, indicando prevalência, intensidade de infecção, intensidade média de infecção, abundância e abundância média e local de infecção de cada uma das espécies.
- 2.5. Avaliar a influência do sexo, do peso, do comprimento dos hospedeiros e da época de coleta sobre a fauna parasitária (infrapopulações, infracomunidades e comunidades componentes) de *P. argenteus*.
- 2.6. Avaliar a influência das condições límnicas, nas duas localidades e no período chuvoso e de estiagem, sobre a fauna parasitária de *P. argenteus*.

### 3. JUSTIFICATIVAS

**3.1.** A fauna da bacia do rio São Francisco apresenta um grande número de endemismos. A avaliação da fauna parasitária de *P. argenteus* contribuirá com o conhecimento da diversidade desta área e também poderá resultar na descrição de novas espécies para a ciência.

**3.2.** A parasitologia de prochilodontídeos do rio São Francisco é incipiente. As informações obtidas através deste estudo poderão ser comparadas com algumas apresentadas para espécies de *Prochilodus* de outras localidades e poderão ser utilizadas em análises que auxiliem a compreensão dos eventos evolutivos tanto das espécies hospedeiras como das parasitas.

**3.3.** Espécimes de *P. argenteus* provenientes de dois locais de coleta com características límnicas distintas foram escolhidos como alvo neste estudo. É sabido que as características límnicas destes dois pontos de coleta interferem no amadurecimento gonadal e na reprodução de *P. argenteus* e de algum modo as alterações causadas pela barragem estão influenciando a variabilidade genética e levando as populações de *P. argenteus* a uma subestruturação. Sendo assim, a comparação entre os dados parasitológicos obtidos nas duas localidades de coleta proporcionará subsídios para a compreensão da influência das condições do ambiente sobre a fauna parasitológica.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Caracterização da área de coleta**

A bacia do rio São Francisco, de acordo com suas características é subdividida em quatro regiões fisiográficas: alto, médio, submédio e baixo São Francisco (Fig. 1), conforme descrições abaixo (IGAM, 2003).

A primeira região fisiográfica da bacia do São Francisco, o alto São Francisco, compreende o trecho localizado entre a nascente e o município de Pirapora, MG. Durante este percurso, o rio passa por terrenos de relevo acidentado, é marcado por corredeiras e recebe águas de vários afluentes. Sua área corresponde a 99.387 km<sup>2</sup> ou 15,6% da área total da bacia. A precipitação anual varia de 1.110 a 2.000 mm, sendo a média mensal de 1.372 mm. A altitude máxima desta região é de 1.600 m, o clima varia de tropical úmido a temperado de altitude e a temperatura média é de 23 °C.

O segundo trecho da bacia, chamado de médio São Francisco, cruza a Caatinga, o Cerrado e algumas regiões de Savanas, encerrando seu curso no município de Remanso, BA. É a maior das regiões fisiográficas da bacia do rio São Francisco com 401.559 km<sup>2</sup> ou 63,1% da área total da bacia. É caracterizada por clima semi-árido a semi-árido seco, temperatura média de 23 °C, precipitação entre 600 a 1.400 mm, sendo a média mensal 1.052 mm e altitude varia de 500 a 1.400 m.

O trecho submédio do rio São Francisco, ou terceira porção, estende-se até o município de Paulo Afonso, BA, compreendendo a região mais seca da bacia do São Francisco, de clima árido a semi-árido e temperaturas altas (média anual em torno de 27 °C). Esta região corresponde a 18,2% da área total da bacia ou 115.987 km<sup>2</sup>, possui altitude variando entre 200 e 800 m e precipitação variando entre 350 e 800 mm com média mensal de 623 mm.

A última região fisiográfica do rio São Francisco, também chamada de baixo São Francisco, é caracterizado por clima tropical semi-úmido, vegetação de Caatinga nas regiões altas e mata Atlântica nas regiões mais baixas. Abrange o trecho que vai de Paulo Afonso, BA,

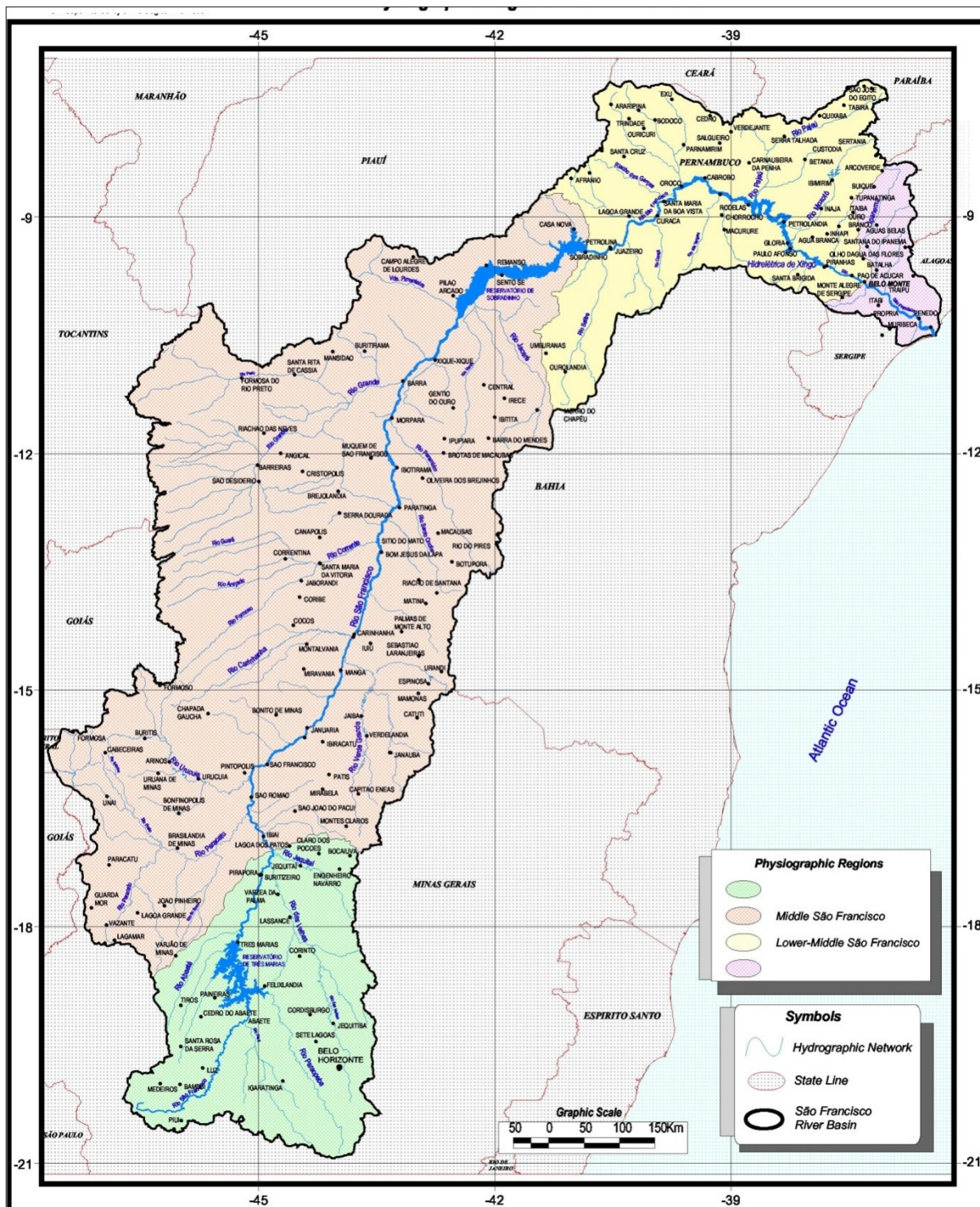
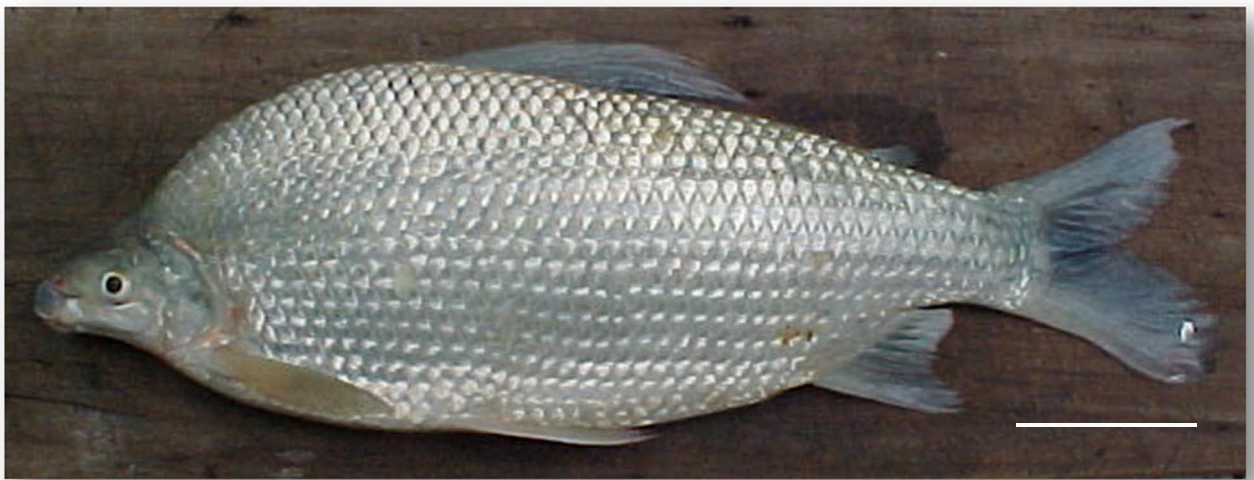


Figura 1. Bacia do rio São Francisco e suas regiões fisiográficas. (Fonte: ANA, 2003)

até a sua foz no oceano Atlântico, localizada no município de Piabaçu, AL (FERREIRA, 2002; BRASIL, 2007).

Dentre estas regiões, a do alto São Francisco é a mais populosa, composta por 187 municípios onde são encontrados mais de seis milhões de habitantes, sendo que 93% encontram-se em regiões urbanizadas onde as principais atividades econômicas são a mineração, a indústria, a pecuária e a geração de energia (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003). De acordo com o Censo Demográfico do IBGE do ano de 2002 (IBGE, 2010), a população total da Bacia (13.297.955 habitantes) se encontra distribuída de forma heterogênea nas diferentes regiões fisiográficas. No alto São Francisco se encontra 48,8% da população residente na bacia, enquanto nos trechos médio, submédio e baixo São Francisco são encontradas 23,5%, 15,2% e 10,7% da população, respectivamente. A população é predominantemente urbana, sendo que 50% do total de habitantes está localizado em 14 municípios nos seguintes estados: Minas Gerais (Belo Horizonte, Contagem, Betim, Montes Claros, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, Sete Lagoas, Divinópolis, Ibirité e Sabará); Bahia (Juazeiro e Barreiras), Alagoas (Arapiraca) e Pernambuco (Petrópolis). A bacia do rio São Francisco possui acentuado contraste socioeconômico, abrangendo áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica com a população bastante dispersa.

Espécimes de *P. argenteus* (Fig. 2) foram coletados em duas localidades do alto rio São Francisco, à jusante da barragem de Três Marias, município de Três Marias, estado de Minas Gerais (Fig. 3). A primeira localidade de coleta está situada imediatamente à jusante da barragem de Três Marias (18° 12'32"S, 45°, 15'41"W). Essa área está a 34 km de distância do segundo local de coleta, à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (18°01'59"S, 45°11'25"W) (Fig. 3). Quando se compara as duas localidades, observa-se que a temperatura, o oxigênio dissolvido e a vazão apresentam valores mais altos e a transparência valor mais baixo à jusante o rio Abaeté do que à jusante da barragem de Três Marias (Sato et al., 2003; 2005). O ponto localizado à jusante a confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco recebe efluentes da antiga Companhia Mineira de Metais atual Votorantim Metais Zinco S.A., que iniciou sua operação na região no final da década de 60 (OLIVEIRA; HORN, 2006). Greenpeace (2002) apontou a contaminação pelos elementos zinco (Zn), cádmio (Cd), cobre (Cu) e chumbo (Pb) na região à jusante da barragem de Três Marias devido à deposição de resíduos da metalurgia.



**Figura 2.** *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimata-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais Brasil. Barra = 5 cm.



## **4.2. Parâmetros límnicos nos locais de coleta**

A equipe de Limnologia do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CIRPA, Três Marias/CODEVASF), realizou avaliações trimestrais das condições limnológicas de diversos trechos do rio São Francisco. Devido a este monitoramento constante da água no ambiente, foi possível obter os dados de potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), saturação de oxigênio dissolvido (OD%), temperatura (°C) e condutividade elétrica (μS/cm) das duas localidades de coleta em todo o período em que foram realizadas as amostragens dos hospedeiros.

## **4.3. Hospedeiros**

### **4.3.1. Pesca, identificação e classificação dos peixes**

Trezentos e doze espécimes de *P. argenteus*, curimatã-pacu, foram coletados por pescadores profissionais da CIRPA, Três Marias, entre janeiro de 2004 e janeiro de 2008. As pescas foram realizadas utilizando barco de duralumínio, motor de popa, redes de emalhar (malhas 7 a 16 cm) e tarrafas (malhas de 6 a 12 cm), durante o período de estiagem (maio a setembro) e o período chuvoso (outubro a abril), à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do Rio São Francisco com o rio Abaeté.

Após as coletas, os peixes foram transportados em recipientes contendo água do rio São Francisco até a CIRPA, Três Marias, onde foram mantidos em tanques externos (Fig. 4a) e alimentados com ração ou no Pavilhão de Reprodução Artificial Rodolpho von Ihering (Fig. 4b) em tanques cobertos (Fig. 4c), contendo água do rio São Francisco até o momento da necropsia.

Os espécimes de *P. argenteus* foram identificados e classificados de acordo com Castro & Vari (2003).



**Figura 4.** Locais de armazenamento dos espécimes *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, para exame a fresco. **4a.** Tanques externos. **4b.** Pavilhão de Reprodução Artificial Rodolpho von Ihering; **4c.** Tanques localizados no interior deste pavilhão.

#### **4.3.2. Procedimentos para exame dos peixes**

Para a necropsia, cada peixe foi sacrificado com a transecção da coluna vertebral. Todos os hospedeiros tiveram seu peso corporal, comprimento total e comprimento padrão aferidos. Estas informações de cada peixe juntamente com a data e a localidade de sua coleta, foram anotadas em etiqueta individualizada que acompanhou o respectivo peixe até o momento da necropsia. O sexo foi identificado e anotado posteriormente na etiqueta após a visualização das gônadas durante as necropsias.

A necropsia dos hospedeiros frescos foi realizada no laboratório de Ictiologia da CIRPA, Três Marias. Os demais foram fixados para exame posterior. Para isso, cabeça e vísceras foram acondicionadas em frascos distintos contendo formalina 10% e cuidadosamente etiquetadas. Nestas etiquetas constavam dados referentes à data e ao local de coleta, sexo do hospedeiro, peso corporal, comprimento total e comprimento padrão. Os espécimes fixados foram transportados por funcionários do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), unidade de Três Marias, MG, até o Laboratório de Biologia e Ecologia Parasitária (LABEPAR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde foram examinados. Para a investigação parasitária dos peixes, foi utilizado o estereomicroscópio Olympus SZ40.

Para cada um dos hospedeiros, no momento do exame, foi preenchida uma ficha de necropsia conforme os protocolos de Amato et al. (1991), com as respectivas informações biométricas (sexo, comprimento total, comprimento padrão e peso corporal) e posteriormente com as informações dos parasitos encontrados (Fig. 5).

Os seguintes órgãos e estruturas foram examinados individualmente: olhos, cavidade ocular, brânquias, cavidade nasal, cavidade bucal, esôfago, estômago, cecos, intestino (dividido nas porções anterior, média e posterior), bexiga urinária, rins, vesícula gasosa, fígado, baço, pâncreas, coração, gônadas e cavidade corporal.

Cada órgão foi individualizado em placa de Petri contendo solução salina fisiológica 0,65% (SSF) e examinado. Os olhos foram retirados e dissecados em placa de Petri, o humor vítreo e o humor aquoso foram extravasados. As cavidades oculares e bucais foram lavadas com jatos de SSF e esta solução foi examinada. As cavidades nasais foram abertas, lavadas com jatos água quente (nos hospedeiros frescos) ou com jatos de SSF (nos hospedeiros fixados) e raspadas com pinça reta de ponta fina. Todo o líquido proveniente destas lavagens também foi examinado.

### FORMULÁRIO PARA NECROPSIA DE PEIXES

Nome genérico	Nome específico	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> HOSPEDEIRO
Nome vulgar	Sexo	

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:

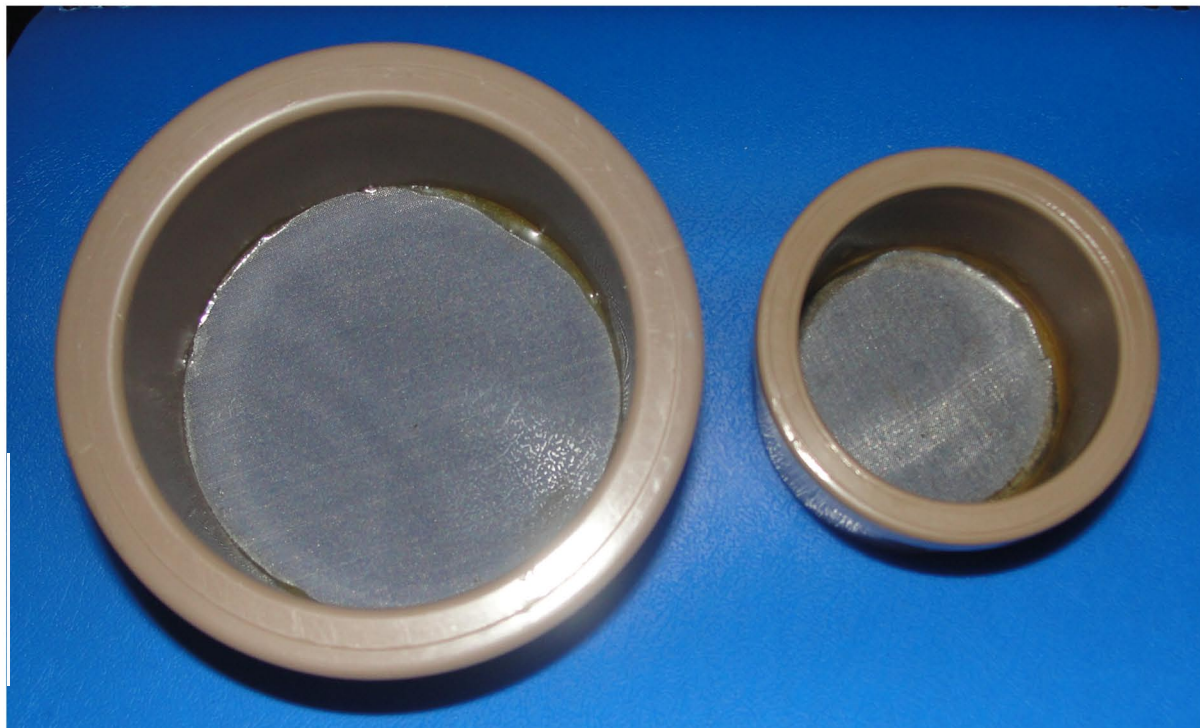
Nadadeiras:

**Figura 5 .** Ficha de necropsia.

As brânquias foram retiradas da cavidade, os arcos branquiais individualizados e colocados em frascos contendo formalina 1:4000 (1 ml de formol 37% e 4000 ml de água destilada) ou água a 60 °C. Quando colocadas em frascos com solução de formalina 1:4000, as brânquias foram agitadas vigorosamente por 60 vezes e após uma hora, foi adicionada formalina até a solução final atingir a concentração de 5%. Quando as brânquias foram colocadas em frascos contendo água quente, a formalina foi adicionada após poucos minutos. A separação do intestino nas três porções, intestino anterior, médio e posterior, foi possível considerando as características morfológicas do tegumento visualizadas. O intestino e os demais órgãos tubulares, esôfago, cecos e estômago, foram cuidadosamente dissecados com tesoura reta de ponta fina sob microscópio estereoscópico, os parasitos visíveis foram imediatamente coletados e os órgãos juntamente com o líquido da dissecação foram lavados em peneira com tela de aço com abertura de 154 µm (Fig. 6) em água corrente. A bexiga urinária, a vesícula gasosa, o coração e os órgãos cavitários foram cuidadosamente cortados no eixo longitudinal com o auxílio de pinça e tesoura reta de ponta fina e examinados, em placas de Petri contendo SSF. O fígado, os rins, o baço, o pâncreas e as gônadas tiveram suas superfícies observadas e posteriormente seus parênquimas, tecidos conjuntivos e de preenchimento, bem como seus ductos, foram todos dissecados ou expostos com estiletes e todo esse conteúdo em SSF foi examinado e em seguida lavado em água corrente e retido em peneira para um exame final. A serosa associada aos órgãos foi examinada antes destes serem abertos. A cavidade corpórea após a remoção de todos os órgãos foi lavada em água corrente e seu conteúdo retido na peneira, foi transferido para placa de Petri e analisado.

#### **4.3.3. Caracterização da amostra de hospedeiros**

Dos 312 espécimes coletados no alto rio São Francisco, 159 foram coletados à jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Três Marias e 153 foram coletados à jusante da confluência do rio Abaeté. A média e o desvio padrão dos valores de peso corporal, de comprimento total e de comprimento padrão para cada local de coleta e para toda a amostra são apresentadas na tabela I, seguidos, entre parênteses, pela amplitude.



**Figura 6.** Peneiras de malha de aço com abertura de 154  $\mu\text{m}$  usadas durante a necropsia.  
Barra = 3 cm.

**Tabela I.** Dados morfométricos dos espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados em duas localidades do alto rio São Francisco, Minas Gerais.

Localidade	Período	Peso corporal (g) X ± DP (A)	CT (cm) X ± DP (A)	CP (cm) X ± DP (A)
Jusante Três Marias	Estiagem (n = 78)	462 ± 180,16 (217 – 1.120)	32,23 ± 4,30 (25,1 – 44)	27,34 ± 3,35 (21,6 – 37)
	Chuvoso (n = 81)	628,43 ± 259,66 (305 – 1.530)	35,18 ± 4,48 (29 – 47,5)	30,13 ± 3,99 (22,5 – 40,5)
	Geral (n = 159)	547,16 ± 238,45 (217 – 1.530)	33,73 ± 4,62 (25,1 – 47,5)	28,76 ± 3,94 (21,6 – 40,5)
Jusante Abaeté	Estiagem (n = 55)	555,83 ± 217,72 (270 – 1.060)	33,89 ± 4,20 (26,5 – 45)	28,64 ± 3,91 (22,5 – 37,5)
	Chuvoso (n = 98)	963,49 ± 578,41 (244 – 3.597)	39,67 ± 7,75 (26 – 65)	33,35 ± 6,10 (22,5 – 51,5)
	Geral (n = 153)	816,95 ± 518,51 (244 – 3.597)	33,73 ± 4,62 (25,1 – 47,5))	28,76 ± 3,94 (21,6 – 40,5)
<b>Geral</b> (n = 312)		679,46 ± 422,53 (217 – 3.597)	35,63 ± 6,34 (25,1 – 65)	30,18 ± 5,17 (21,6 – 51,6)

CT – comprimento total; CP – comprimento padrão; X = média; DP = desvio padrão; A = amplitude.

#### 4.4. Parasitos

##### 4.4.1. Coleta, fixação, armazenamento e obtenção de lâminas permanentes e temporárias dos parasitos

Espécimes de myxozoários, digenéticos, monogenóideos, eucestóides, nematóides, acantocéfalos, hirudíneos e crustáceos coletados e foram processados segundo Amato et al. (1991), Eiras et al. (2000) e Thatcher (2006).

Com exceção do grupo de metacestóides sp.1, composto por pelo menos duas espécies, encontrado no intestino, todos os outros parasitos visualizados foram coletados e contados. A intensidade de infecção dos metacestóides sp.1 foi apenas estimada, pois a intensidade de infecção foi muito elevada e a contagem não foi possível. Nos hospedeiros necropsiados frescos, foi adotado o procedimento padrão para coleta e fixação dos espécimes de cada grupo de parasito.

Os myxozoários tiveram alguns de seus plasmódios rompidos e colocados em SSF entre lâmina e lamínula, para observação da forma e obtenção de dados morfométricos dos esporos a fresco. Alguns esporos de plasmódios rompidos foram espalhados em lâminas, fixados com metanol, e posteriormente cobertos com uma camada fina de bálsamo do Canadá e lamínula. Os demais plasmódios foram fixados e armazenados em formalina 5% ou em álcool absoluto.

Os digenéticos foram fixados em AFA (álcool comercial– 93 partes, formalina – 5 partes e ácido acético – 2 partes) (HUMASON, 1972) sob leve compressão por alguns minutos, mantidos nesta solução por 48 horas e transferidos para frascos contendo álcool 70 °GL. Alguns espécimes foram corados com hematoxilina de Delafield ou carmim de Mayer (segundo HUMASON, 1972), diafanizados em óleo de cedro e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

Alguns espécimes de monogenóideos coletados nas brânquias ou nas cavidades nasais foram montados entre lâmina e lamínula no meio temporário de Grey & Wess (HUMASON, 1972) e foram utilizados para a morfometria de estruturas esclerotizadas (barras, âncoras, ganchos, peça acessória, cirro, entre outras). Outros espécimes foram corados com Tricrômico de Gomori (HUMASON, 1972), diafanizados em creosoto de faia e montados entre lâmina e lamínula com bálsamo do Canadá, como meio permanente, para estudo da anatomia interna. Os demais espécimes foram mantidos em formalina 5% ou em álcool 70 °GL.

Os eucestóides foram fixados em AFA por 48 horas e armazenados em álcool 70 °C. Alguns espécimes foram corados em hematoxilina de Delafield ou em carmin de Mayer, diafanizados em óleo de cedro e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

Os nematóides foram mortos com AFA ou formalina 5% a 65 °C, mantidos nesta solução por 48 horas, transferidos para frascos contendo formalina 5%, álcool 70 °GL, ou álcool 70 °GL com 5% de glicerina, nesse caso, utilizado para espécimes muito finos e delicados seguindo a metodologia indicada por Moravec (1998). Para estudo da morfologia e medições de caracteres, alguns espécimes foram clarificados em lactofenol de Amann (HUMASON, 1972) ou glicerina e montados temporariamente no mesmo meio entre lâmina e lamínula. Alguns nematóides foram clarificados em lactofenol de Amann (HUMASON, 1972) ou em fenol 5%, desidratados, diafanizados em creosoto de faia e permanentemente montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

Os acantocéfalos coletados vivos foram imersos em água destilada a 4 °C por 24 horas, para everção da probóscide e da bolsa copuladora (espécimes machos). Após este período foram perfurados com alfinetes entomológicos e comprimidos em AFA entre lâmina e lamínula por 30 minutos e mantidos em AFA por 48 horas. Posteriormente, alguns espécimes foram corados com hematoxilina de Delafield, diafanizados em creosoto de faia e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

As hirudíneas foram mortas em AFA ou formalina 5% a 65 °C, sendo que alguns espécimes foram mantidos sob compressão por 24 horas e posteriormente transferidos para frascos contendo álcool 70 °GL. Os espécimes comprimidos foram corados em hematoxilina de Delafield ou carmin de Mayer, ou só diafanizados em creosoto de faia e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá.

Os crustáceos quando coletados em hospedeiros frescos tiveram sua coloração observada. Em seguida, foram fixados em AFA e para o estudo de sua morfologia, alguns foram desidratados por série alcoólica, diafanizados em fenol e montados temporariamente entre lâmina e lamínula em fenol. Para obtenção de lâminas permanentes, foi adicionado lentamente bálsamo do Canadá ao fenol até sua total substituição pelo bálsamo.

#### **4.4.2. Classificação e identificação dos parasitos**

A classificação dos parasitos nos níveis mais elevados seguiu o Sistema de informação da Biodiversidade “Systema Naturae 2000” (BRANDS, 2010), com exceção do táxon Monogenoidea que foi utilizado seguindo as recomendações de Boeger & Kritsky (1993). Os demais níveis seguiram literatura específica.

Os myxozoários foram classificados e identificados até o nível genérico de acordo com Lom & Dyková (2006) e Thatcher (2006). Os digenéticos foram classificados e identificados até o nível genérico com o auxílio das chaves propostas por Gibson et al. (2002) e Jones et al. (2005). As metacercárias de digenéticos encontradas foram identificadas com o auxílio de Yamaguti (1975) e artigos científicos. Os monogenóideos foram identificados durante o período de estágio na ‘Idaho State University’ com o Dr Delane C. Kritsky. As larvas de eucestóides foram classificadas de acordo com Rego et al. (1999) e Chervy (2002). A classificação dos nematóides seguiu Anderson et al. (1974-1983) e Moravec (1998). A

identificação até os níveis genérico e específico foi feita de acordo com Moravec (1998; 2006) e artigos publicados. Os acantocéfalos foram classificados até o nível de família de acordo com Amin (1987) e a identificação até o nível genérico seguiu Thatcher (2006). As hirudíneas (Hirudinea) foram classificadas e identificadas de acordo com Lopretto (1995) e Thatcher (2006). Os crustáceos foram classificados de acordo com Kabata (1979) e Thatcher (2006).

Para aqueles grupos de parasitos sem chaves recentes para a determinação dos gêneros, foi realizado levantamento bibliográfico de todos os gêneros propostos visando a identificação segura neste nível. A identificação dos parasitos até o nível específico, independente do grupo taxonômico a qual os parasitos pertencem, foi feita através da comparação dos caracteres e dos dados morfométricos obtidos dos espécimes parasitos de *P. argenteus* com as informações disponíveis publicadas em artigos científicos.

#### **4.4.3. Medidas**

Os dados biométricos de algumas espécies de parasitos de *P. argenteus* foram obtidos com o auxílio de micrômetro ocular acoplado à lente ocular de microscópio Nikon Alphaphot 2. Estas informações foram importantes para a determinação de algumas das espécies.

#### **4.5. Obtenção das imagens – desenhos e fotografias**

Fotografias dos locais de coleta, dos hospedeiros, do procedimento e dos materiais utilizados nas necropsias foram obtidas com câmera Sony H10. Fotomicrografias dos parasitos foram obtidas com o auxílio de câmera fotográfica digital acoplada a microscópio Olympus BX41 com filtro de Nomarski e de contraste de fase acoplados. Os desenhos dos parasitos foram realizados através de fotomicrografias ou através de tubo de desenho acoplado a microscópio. Os esboços preliminares foram finalizados em papel vegetal e tinta nanquim. Posteriormente, as imagens, tanto desenhos como fotografias ou fotomicrografias foram editadas no programa Adobe Photoshop CS2, onde as pranchas foram montadas.

#### **4.6. Depósito dos espécimes representativos**

Espécimes representativos dos hospedeiros foram depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil sob o número MZUSP 95167. Espécimes representativos dos parasitos coletados em *P. argenteus* foram depositados em pelo menos uma das seguintes coleções: Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, Brasil; Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil; Coleção do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, Brasil; “The United States National Parasite Collection” (USNPC), Beltsville, Maryland, EUA e/ou “The Natural History Museum” (BMNH), Londres, UK REINO UNIDO.

#### **4.7. Análise dos dados**

As informações referentes aos hospedeiros, a data e ao local de coleta, ao sexo, ao comprimento total, ao comprimento padrão e ao peso corporal de cada um dos hospedeiros foram tabulados no programa SPSS<sup>®</sup> versão 13 assim como dados referentes à intensidade e à abundância de infecção/infestação dos parasitos. Esta matriz de dados foi utilizada para a realização dos testes estatísticos descritos a seguir.

Os testes estatísticos referidos seguiram Zar (1984) e o nível de significância de 0,05 foi considerado. As espécies que apresentaram prevalência maior ou igual a 10% foram usadas na análise das infrapopulações e das infracomunidades parasitárias seguindo as recomendações de Bush et al. (1990).

#### 4.7.1. Descritores ecológicos das infrapopulações

O conjunto de espécimes de uma espécie de parasito encontrada em um hospedeiro examinado foi considerada uma infrapopulação parasitária. Este termo foi proposto por Margolis et al. (1982) e revisado por Bush et al. (1997). O tamanho das infrapopulações foi registrado para cada uma das espécies de helmintos encontradas.

Para cada uma das espécies de parasitos encontradas na amostra de *P. argenteus* foram calculados os seguintes índices:

- **Prevalência (P):** número de hospedeiros infectados/infestados com um ou mais indivíduos de uma determinada espécie de parasito (expresso em porcentagem).

- **Intensidade (I):** número de indivíduos de uma determinada espécie de parasito encontrada em um único hospedeiro infectado/infestado.

- **Intensidade média (IM):** média das intensidades de infecção de uma determinada espécie de parasito entre os indivíduos infectados/infestados por esta espécie.

- **Abundância (A):** números de indivíduos de uma determinada espécie de parasito em um hospedeiro.

- **Abundância média (AM):** número total de indivíduos de uma determinada espécie de parasito, presente em uma amostra de hospedeiro dividido pelo número total de hospedeiros examinados (parasitados ou não-parasitados).

Além disto, para cada uma das espécies parasitas, também foram feitas observações sobre o local de infecção/infestação.

As espécies encontradas foram classificadas de acordo como seu valor de importância em centrais (prevalência  $\geq 66,6\%$ ), secundárias (prevalência entre  $33,3\%$  e  $66,6\%$ ) e satélites (prevalência  $\leq 33,3\%$ ) de acordo com Bush & Holmes (1986).

A interação entre as espécies co-ocorrentes em hospedeiros foi avaliada através do teste Qui-quadrado ' $\chi^2$ ' com correção de Yates e Tabela de contingência 2x2.

#### 4.7.2. Descritores ecológicos das infracomunidades

Segundo Bush et al. (1997), infracomunidades são comunidades de infrapopulações de parasitos presentes simultaneamente em um único hospedeiro. Aqui as comunidades parasitárias foram abordadas neste nível.

As infracomunidades e as comunidades componentes de ectoparasitos, endoparasitos e total (ectoparasitos + endoparasitos) foram descritas através dos seguintes índices:

- **Riqueza de espécies (S)** – número de espécies presentes em cada um dos hospedeiros examinados.

- **Diversidade de Brillouin (HD)** – foi escolhido para mensurar a diversidade uma vez que a amostra não foi obtida de forma aleatória e todos os indivíduos nela contida foram contados.

- **Dominância de Simpson (D)** – considera o número de espécies (S) e o total de números de indivíduos coletados, mas também a proporção do total de ocorrência de cada espécie. É considerado mais sensível à abundância das espécies mais comuns do que à riqueza e é baseado na probabilidade de dois indivíduos quaisquer coletados aleatoriamente serem de espécies diferentes.

- **Equitabilidade de Shannon-Winner (J)** – este índice refere-se à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional a dominância. É influenciado pela riqueza das espécies e pouco sensível as abundâncias parasitárias.

- **Equitabilidade de Hill modificado (E)** – este índice refere-se à distribuição da abundância das espécies (se as espécies contidas na amostra são igualmente abundantes).

Os índices acima seguiram Magurran (1988) e Rodrigues (2007), são baseados na abundância proporcional das espécies e foram calculados com o auxílio do programa DIVES

(RODRIGUES, 2005). Segundo Magurran (1988) são considerados índices de heterogeneidade por levar em consideração tanto a equitabilidade quanto a riqueza de espécies.

#### **4.7.3. Influência do sexo, do comprimento padrão e do peso corporal dos hospedeiros sobre as infrapopulações e infracomunidades parasitárias**

A influência do sexo dos hospedeiros sobre a intensidade e a abundância parasitária foi analisada através do teste ' $U$ ' de Mann-Whitney. A comparação da prevalência das espécies entre hospedeiros machos e fêmeas foi feita através do teste exato de Fisher com tabela de contingência 2x2. As correlações entre o comprimento padrão e o peso corporal dos hospedeiros com a intensidade e a abundância parasitárias foram avaliadas pelo coeficiente de correlação por postos de Spearman ' $r_s$ '. A comparação entre a riqueza, os índices de diversidade, de dominância e de equitabilidade das infracomunidades de endoparasitos, ectoparasitos e total de machos e de fêmeas foi realizada através do teste ' $t$ ' de Student. A análise da provável correlação entre os índices de diversidade, equitabilidade e dominância e com o comprimento padrão e o peso corporal em hospedeiros machos e em fêmeas foi realizada através do da correlação de Spearman ' $r_s$ '.

#### **4.7.4. Influência da localidade e do período de coleta sobre as infrapopulações e as infracomunidades parasitárias**

A influência da localidade e do período de coleta dos hospedeiros sobre a intensidade e a abundância parasitárias foi analisada através do teste ' $U$ ' de Mann-Whitney. A comparação dos valores de prevalência das espécies que ocorreram entre hospedeiros coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco e entre o período de estiagem e chuvoso, foi realizada através do teste exato de Fisher com tabela de contingência 2x2.

A comparação da riqueza, dos índices de diversidade, de dominância e de equitabilidade das infracomunidades e das comunidades componentes de endoparasitos, de ectoparasitos e total dos hospedeiros coletados entre as duas localidades e os dois períodos de coleta, foi realizada através do teste ' $t$ ' de Student.

#### **4.7.5. Influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo ( $kn$ ) e o coeficiente de alometria ( $b$ ) dos hospedeiros**

Para a avaliação da possível diferença no bem estar dos peixes parasitados e não parasitados, aplicou-se o fator de condição relativo ( $kn$ ) (LeCREN, 1951). Foi utilizada a expressão matemática da curva de ajuste da relação entre o peso corporal (PC) em gramas e o comprimento total (CT) em centímetros,  $PC = a.CT^b$ . Nesta equação,  $a$  (fator de condição) mede o grau de engorda do animal e  $b$  (coeficiente de alometria) é aproximadamente constante, variando ao redor de 3 (LeCREN, 1951). Os valores de  $a$  e  $b$  foram obtidos através do método dos mínimos quadrados da equação:  $\ln PC = \ln A + \ln CT$ , onde  $a = e^A$  e  $b = B$ . O teste  $t$  de student foi utilizado para averiguar se os valores obtidos do parâmetro  $b$  diferiram significativamente de 3 (SOKAL; ROHLF; 1999). Segundo a proposta de LeCren (1951), quando os valores de  $b$  são próximos a 3, significa que o peixe está sob desenvolvimento ideal, mantendo sua forma durante o seu crescimento. Quando os valores de  $b$  não diferem significativamente de 3 o crescimento é dito isométrico, quando os valores estão significativamente mais abaixo do que 3, o ganho é dito alométrico negativo ( $<3$ ) e o peixe apresenta forma mais longilínea e quando os valores estão significativamente mais altos que 3, o crescimento é dito alométrico positivo ( $>3$ ) e os indivíduos apresentam forma mais arredondada (SANTOS, 1978). O valor do fator de condição relativo ( $kn = PC/PE$ ) (LeCREN, 1951) foi obtido utilizando o valor do peso corporal (PC) e do comprimento total

(CT), a curva de relação  $PC = a.CT^b$  ajustada e da estimativa dos valores de  $a$  e  $b$  que foram utilizados no cálculo dos valores teoricamente esperados de peso (PE),  $PE = a.CT^b$ .

Foram utilizados todos os dados de peso e de comprimento de *P. argenteus* coletados no alto São Francisco disponíveis nos arquivos do LABEPAR e a partir destes foram estipulados os valores de  $b$  e de  $kn$ , para os hospedeiros coletados no rio São Francisco reunidos nos seguintes grupos de acordo com a localidade de coleta. Os valores obtidos foram considerados com valor padrão do grupo em questão, uma vez que esta informação não está disponível na literatura publicada.

Algumas espécies de parasitos representantes de ecto e endoparasitos da fauna parasitária de *P. argenteus* encontradas nesse estudo foram escolhidas para avaliação da possível influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo dos hospedeiros infectados. Foram escolhidas espécies com prevalência superior a 10% e que contemplassem todos os grupos de parasitos.

A avaliação da influência do parasitismo sobre o  $b$  e o  $kn$  foi feita comparando os valores destes índices obtidos nos hospedeiros parasitados pela espécie de interesse nas diferentes localidades com o valor padrão previamente obtido para localidade. Os valores de  $kn$  e de  $b$  dos indivíduos parasitados pelo diferentes parasitos foi comparado com os valores previamente estabelecidos como padrão através do teste 't' Student. Também foi verificada a possível correlação entre  $b$  e  $kn$  com as abundâncias parasitárias através do coeficiente de correlação por postos de Spearman ' $r_s$ '.

#### **4.7.6. Influência dos parâmetros límnicos sobre a fauna parasitária**

Para a análise da influência dos parâmetros límnicos sobre a fauna parasitária de *P. argenteus*, os hospedeiros foram agrupados de acordo com a localidade e o período de coleta, totalizando oito grupos. Para cada um destes grupos foram obtidos os valores médios de abundância das espécies de parasitos cuja prevalência foi igual ou maior a 10%. Esse índice também foi obtidos para os parasitos agrupados taxonomicamente (Myxozoa, Digenea, Monogenoidea, Eucestoda, Nematoda, Acanthocephala, Hirudinea e Crustacea). Os valores dos índices das espécies de parasitos e dos grupos taxonômicos de parasitos foram correlacionados através do coeficiente de correlação por postos de Spearman ' $r_s$ ', com os valores de potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade da localidade e do período de coleta correspondentes.

Posteriormente, foi realizada a Análise dos Componentes Principais (PCA) através do programa NTSYS-pc versão 1.5, com o intuito de constatar os valores de correlação entre as variáveis. Foram realizadas duas análises independentes. Na primeira delas foi verificada a correlação das espécies de parasitos com as variáveis ambientais. Os valores dos eixos I, II e III foram analisados dois a dois e analisados. A segunda análise foi feita com os parasitos agrupados de acordo com os grupos taxonômicos e as variáveis ambientais.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Classificação e taxonomia dos metazoários parasitos de *Prochilodus argenteus* do alto rio São Francisco, Minas Gerais

Domínio Eukaryota Chatton, 1925  
Reino Animalia Linnaeus, 1758  
Filo Myxozoa Grassé, 1970  
Classe Myxosporea Bütschli, 1881  
Ordem Bivalvulida Shulman, 1959  
Subordem Platysporina Kudo, 1919  
Família Myxobolidae Thélohan, 1892  
*Henneguya* Thélohan, 1892  
***Henneguya* sp.**  
(Fig. 7)

**Descrição** (baseada em 10 plasmódios e 10 esporos examinados a fresco). Plasmódio localizado no epitélio que recobre a porção cartilaginosa das brânquias de forma elíptica a alongada. Interior dos plasmódios preenchido por esporos em diferentes estágios de maturação. Esporos de tamanho diminuto, forma elíptica a alongada arredondada, medindo 4 a 8 µm de largura e 42 a 51 µm de comprimento, cauda bifurcada correspondendo a aproximadamente 3/5 do comprimento total dos esporos.

#### **Comentários**

*Henneguya paranaensis* foi registrada em *P. lineatus* da bacia de inundação do rio Paraná (EIRAS et al. 2004) e após, nenhuma outra espécie foi encontrada parasitando peixes deste gênero. O registro dessa espécie de *Henneguya* Thélohan, 1892 foi incluído na publicação de Eiras et al. (2010), onde é descrita uma nova espécie de *Myxobolus* Bütschli, 1882. Este constitui o primeiro registro de parasitos deste gênero em prochilodontídeos da bacia do rio São Francisco.

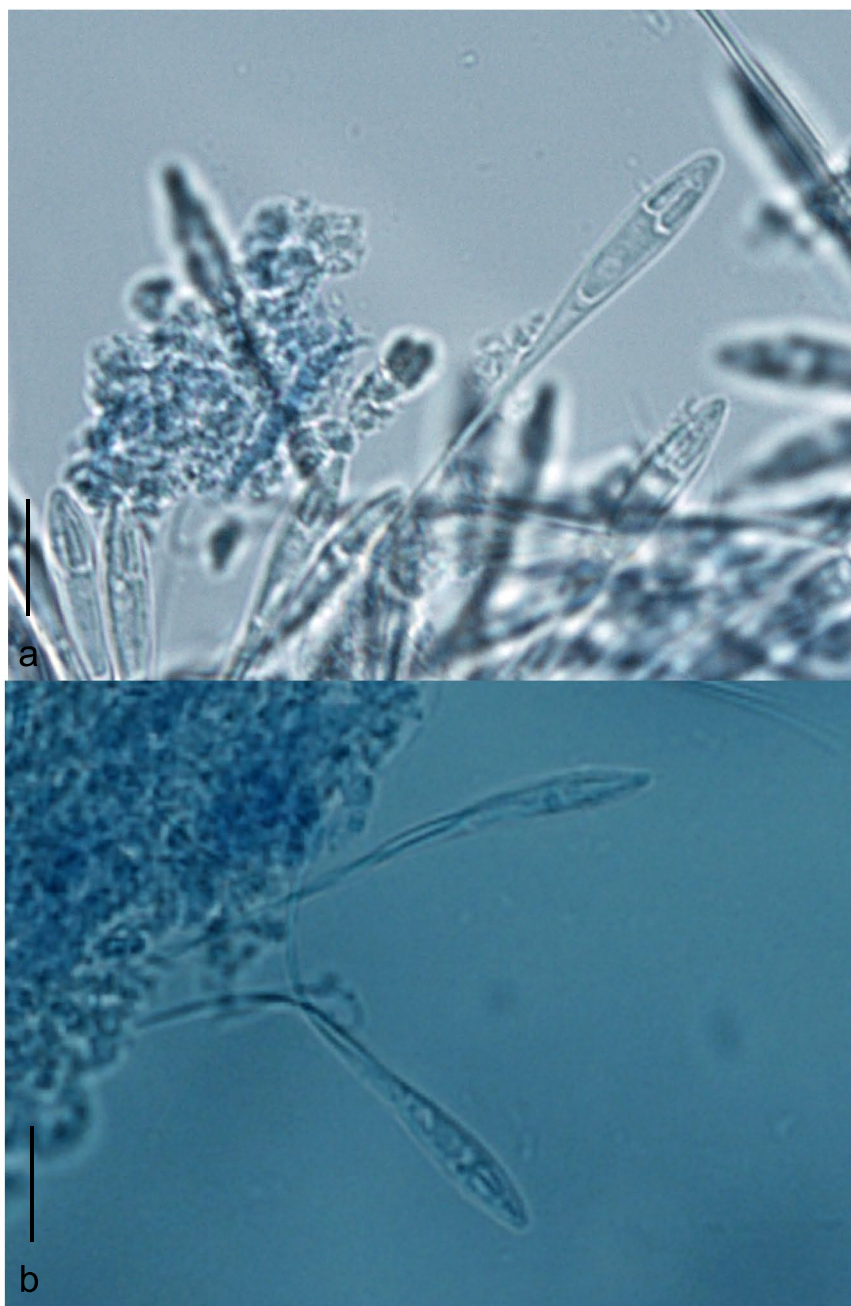
#### **Resenha ecológica**

Prevalência: 25%

Intensidade média: 27,47 plasmódios/hospedeiro

Abundância média: 6,89 plasmódios/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 7.** Esporos de *Henneguya* sp. das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Foco na cápsula. (b) Foco na cauda. Barra = 10  $\mu$ m.

*Myxobolus* Bütschli, 1882  
***Myxobolus franciscoi* Eiras, Monteiro & Brasil-Sato, 2010**

Esta espécie foi encontrada nas brânquias e descrita a partir de quarenta espécimes de *P. argenteus* examinados durante a execução desta tese de doutorado. As informações taxonômicas e biogeográficas foram agrupadas em Eiras et al. (2010).

**Resenha ecológica**

Prevalência: 1,60%

Intensidade média: 0,24 plasmódios/hospedeiro

Abundância média: 14,80 plasmódios/hospedeiro

Local de infecção: nadadeiras

Número de depósito: Sintipos depositados na Coleção do Museu de Zoologia da UNICAMP.

***Myxobolus* sp.<sub>1</sub>**  
(Fig. 8)

**Descrição** (baseada em 10 plasmódios e 10 esporos examinados a fresco). Plasmódios arredondados a elípticos localizados no interior da porção cartilaginosa dos filamentos branquiais. Interior dos plasmódios preenchido por esporos em diferentes estágios de maturação. Esporos de tamanho diminuto, arredondados a elípticos em vista frontal, medindo 11 a 13  $\mu\text{m}$  (11,7  $\mu\text{m}$ ) de comprimento. Cápsulas polares de tamanho ligeiramente diferentes correspondendo a aproximadamente 2/5 do comprimento do plasmódio.

**Comentários.**

Segundo Eiras et al. (2005a) são conhecidas 744 espécies de *Myxobolus*. Posteriormente, diversas espécies foram descritas e incluídas neste gênero, dentre elas algumas foram descritas a partir de espécimes coletados no Brasil (ADRIANO et al., 2002, 2006, 2009a, b; AZEVEDO et al. 2009; TAJDARI et al. 2005; EIRAS et al. 2005b, 2007, 2010; CASAL et al. 2006; MARTINS & ONAKA, 2006). Gioia & Cordeiro (1996) listaram as espécies de myxozoários coletadas no Brasil. Eiras et al. (2005a) incluíram as espécies de *Myxobolus* em uma sinopse das espécies de Myxozoa. Eiras et al. (2010) listaram todas as espécies de *Myxobolus* descritas a partir de espécies coletados em peixes no continente latino americano.

Em *Prochilodus* foi encontrada *M. porofilus* da cavidade visceral de *P. lineatus* (ADRIANO et al. 2002) e *M. franciscoi* do tecido conectivo das nadadeiras de *P. argenteus* (EIRAS et al. 2010). As duas espécies diferem da encontrada na porção cartilaginosa dos filamentos branquiais de *P. argenteus* principalmente pelo tamanho dos esporos, que é de aproximadamente 5,7  $\mu\text{m}$  em *M. porofilus* e de 6,4  $\mu\text{m}$  em *M. franciscoi* enquanto na espécie aqui registrada o diâmetro médio dos esporos é de 11,7  $\mu\text{m}$ . As espécies conhecidas de *Myxobolus* com dimensões aproximadas da encontrada em *P. argenteus* são *Myxobolus colossomatis* Molnár & Békési, 1993 de *C. macropomum*; *Myxobolus macroplamodialis* Molnár, Ranzani-Paiva, Eiras & Rodrigues, 1998 de *Salminus maxillosus* [= *Salminus brasiliensis* (Cuvier)]; *Myxobolus magellanicus* (Szidat, 1953) de *Galaxias maculatus* (Jenyns); *Myxobolus metynnis* Casal, Matos & Azevedo, 1996 de *Metynnis argenteus* Ahl e *Myxobolus platanus* Eiras, Abreu, Robaldo & Pereira Jr, 2007 de *Mugil platanus* Günther. Estas espécies são encontradas em hospedeiros diferentes e possuem morfologia distinta da encontrada em *Myxobolus* sp.<sub>1</sub> de *P. argenteus*. Assim estudos complementares são necessários para descrição da espécie encontrada em *P. argenteus*.

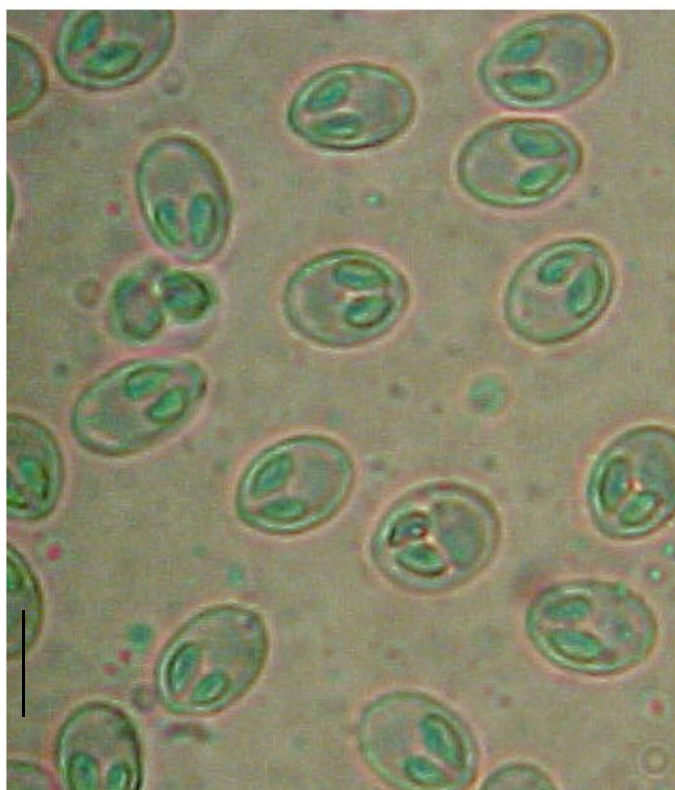
**Resenha ecológica**

Prevalência: 24,68%

Intensidade média: 17,74 plasmódios/hospedeiro

Abundância média: 4,38 plasmódios/hospedeiro

Local de infecção: porção cartilaginosa dos filamentos branquiais



**Figura 8.** Esporos de *Myxobolus* sp.1 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 10  $\mu$ m.

***Myxobolus* sp.2**  
(Fig. 9)

**Descrição** (Baseada em seis plasmódios e 10 esporos examinados a fresco). Plasmódios encontrados no tecido conjuntivo dos rins apresentaram forma arredondada a elíptica, com diâmetro máximo variando entre 4 e 6 mm. O interior destes é preenchido por esporos em diferentes estágios de maturação. Esporos de tamanho diminuto, de forma elíptica, medindo de 9 a 12 µm no seu maior diâmetro.

**Comentários.**

Esta espécie apresenta plasmódios de tamanho intermediário aos de *M. franciscoi* e *Myxobolus* sp.<sub>1</sub> encontrado no tecido conjuntivo das nadadeiras e cartilagem do filamento branquial de *P. argenteus*, respectivamente. Por este motivo provavelmente constitui a terceira espécie deste gênero encontrada no hospedeiro em questão. Das 29 espécies de *Myxobolus* listadas para a América Latina (EIRAS et al. 2010), somente duas, *Myxobolus associatus* Nemeček, 1926 de *Leporinus mormyrops* Steindachner e *Myxobolus maculatus* Casal, Garcia e Azevedo, 2002 de *Metynnis maculatus* Kner foram encontradas nos rins, porém os esporos da espécie encontrada são consideravelmente menores do que o das acima citadas. A presença de *Myxobolus* sp.2 nos rins de *P. argenteus* é o primeiro registro para peixes deste gênero neste local de infecção. Um estudo posterior mais aprofundado será necessário para a identificação até o nível específico ou para a descrição de uma nova espécie.

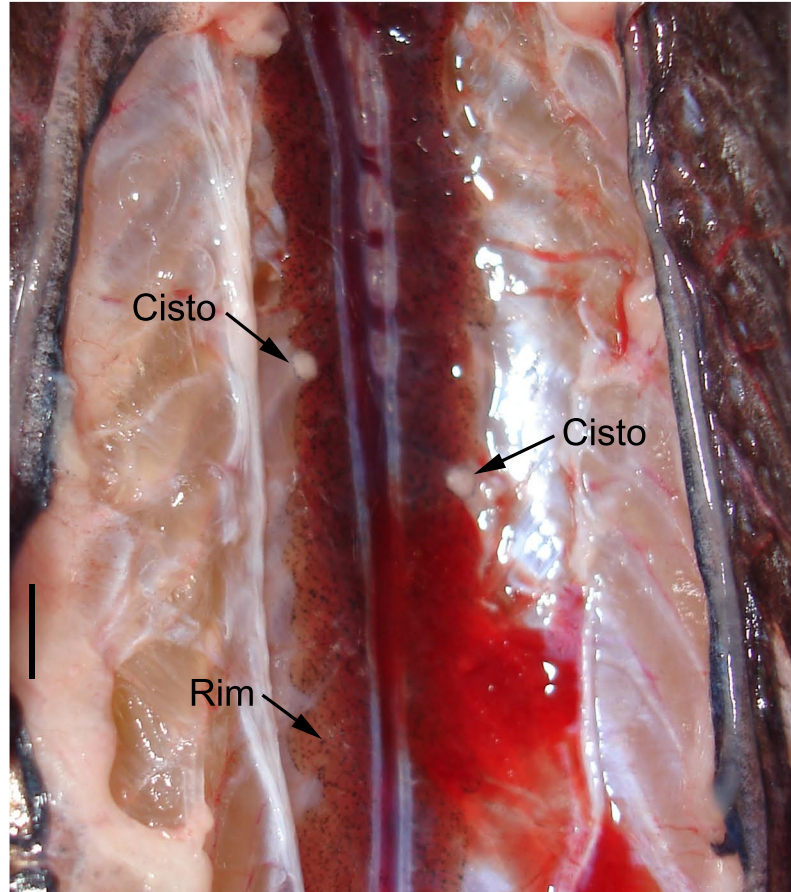
**Resenha ecológica**

Prevalência: 2,24%

Intensidade média: 1,43 plasmódios/hospedeiro

Abundância média: 0,03 plasmódios/hospedeiro

Local de infecção: tecido conjuntivo dos rins



**Figura 9.** *Myxobolus* sp.2, plasmódios nos rins de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz., curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 1 cm.

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859  
Classe Trematoda Rudolphi, 1808  
Subclasse Digenea Carus, 1863  
Superfamília Opisthorchioidea Looss  
(Sinônimos: Opisthorchioidea Faust, 1929;  
Heterophyoidea Faust, 1929; Opisthorchordea  
Witenberg, 1929)  
Família Cryptogonimidae Ward, 1917  
*Acanthostomum* Looss, 1899  
***Acanthostomum* sp.**  
(Fig. 10)

**Descrição.** Metacercárias de coloração branca quase transparente, 150 a 200 µm de diâmetro máximo, 27 espinhos dispostos em fileira única ao redor da ventosa oral. Metacercárias encistados individualmente, cisto muito fino, translúcido, provavelmente produzido pelo próprio parasito.

### **Comentários**

Esse constitui o primeiro registro de metacercárias de uma espécie de *Acanthostomum* em uma espécie de *Prochilodus* da bacia do rio São Francisco. Anteriormente, espécies deste gênero foram registradas em *P. corruscans* por Brasil-Sato (2003) e Corrêa & Brasil-Sato (2008). Espécimes adultos de *Acanthostomum gnerii* (Szidat, 1958) e de *Acanthostomum* sp., foram registrados parasitando intestino médio e posterior de *P. corruscans* com prevalência de 8,3% e 5,3%, respectivamente, tendo uma participação de 77,54% e 6,77%, respectivamente, do total de espécimes de digenéticos registrados nesse hospedeiro (CORRÊA; BRASIL-SATO, 2008). O registro destes parasitos na sua forma adulta em hospedeiros essencialmente piscívoros pode ser indicativo que outras espécies de peixes, além de *P. argenteus* estejam participando do ciclo desses digenéticos como organismos transporte ou hospedeiros intermediários/paratênicos garantindo a transmissão aos carnívoros de topo, hospedeiros definitivos no ambiente aquático. Além disso, as metacercárias encontradas em *P. argenteus* nesse estudo podem ser relacionadas à espécie não identificada de *Acanthostomum* encontrada em *P. corruscans* por Corrêa e Brasil-Sato (2008).

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 5,45%

Intensidade média: 2,82 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,15 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade branquial



**Figura 10.** Metacercária de *Acanthostomum* sp. das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, seta indica fileira de espinhos ao redor da ventosa oral. Barra = 40  $\mu$ m.

Família Diplostomidae Poirier, 1886  
Subfamília Diplostominae Poirier, 1886  
*Austrodiplostomum* Szidat & Nani, 1951  
***Austrodiplostomum* sp.**  
(Fig. 11)

**Morfologia e morfometria.** (Baseada em oito espécimes montados *in toto*.) Corpo foliáceo, com projeção cônica posterior reduzida, divisão entre a porção anterior e posterior não evidente, 812 a 937  $\mu\text{m}$  (895  $\mu\text{m}$ ) de comprimento, 489 a 624  $\mu\text{m}$  (575  $\mu\text{m}$ ) de largura. Ventosa oral subterminal, pequena circular, 42 a 61  $\mu\text{m}$  (54  $\mu\text{m}$ ) de comprimento, 36 a 58  $\mu\text{m}$  (44  $\mu\text{m}$ ) de largura; um par de pseudoventosas, localizadas lateralmente a ventosa oral, 62 a 73  $\mu\text{m}$  (64  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro; ventosa ventral ausente; órgão tribocítico pós-equatorial, bem desenvolvido, dotado de fenda longitudinal alongada, 178 a 261  $\mu\text{m}$  (197  $\mu\text{m}$ ) de comprimento, 121 a 134  $\mu\text{m}$  (128  $\mu\text{m}$ ) de largura; poro excretor localizado na extremidade posterior do corpo. Faringe grande, doliiforme, 65 a 82  $\mu\text{m}$  (73  $\mu\text{m}$ ) de comprimento; esôfago curto; cecos intestinais largos, longos, alcançando o quarto posterior do corpo. Presença de primórdios dos órgãos genitais e de glândulas vitelogênicas.

### Comentários

Diplostomidae agrupa numerosos parasitos de diferentes ordens de aves e mamíferos (NIEWIADOMSKA, 2002). No gênero *Austrodiplostomum* Szidat & Nani, 1951 estão alocadas somente duas espécies, *Austrodiplostomum mordax* Szidat & Nani, 1951 e *Austrodiplostomum compactum* Lutz, 1928, cujos adultos parasitam espécies neotrópicas de cormorões (NIEWIADOMSKA, 2002).

Ostrowski de Núñez (1968) estudou o ciclo biológico de *A. mordax* na Argentina e descreveu as formas larvais (metacercárias) encontradas na cavidade cefálica e no interior dos cérebros de ‘pejerreys’ na Argentina. As cercárias de espécies de *Austrodiplostomum* penetram ativamente pela pele, nadadeiras, cavidade bucal ou brânquias do segundo hospedeiro intermediário, peixes, nos quais, alcançam a corrente sanguínea e seguindo estímulos químicos chegam aos olhos ou encéfalo, onde se desenvolvem em metacercárias (SZIDAT; NANI, 1951, OSTROWSKI DE NÚÑEZ, 1982). Segundo Eiras (1994) metacercárias quando em pequenas quantidades não causam danos aos seus hospedeiros, mas em intensidades mais elevadas podem ser o ponto de partida para infecções secundárias causadas por fungos ou bactérias e assim ser danosas aos peixes, levando-os inclusive ao óbito.

Devido a sua baixa especificidade, metacercárias de *Austrodiplostomum* foram encontradas em diversas 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; NOVAES et al. 2006). No alto rio São Francisco foram registrados espécimes adultos de *A. compactum* parasitando *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789) (MONTEIRO et al., 2009) e metacercárias deste parasito em *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840), *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), *P. argenteus* (BRASIL-SATO, 2003), *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 e *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819) (SANTOS, 2008).

É importante salientar que somente os espécimes de *P. argenteus* coletados no rio São Francisco e mantidos vivos nos tanques externos da CIRPA, Três Marias, por mais de 15 dias apresentaram maior prevalência de metacercárias de *Austrodiplostomum*. Nestes tanques espécies nativas de moluscos se estabelecem

periodicamente, e quando são colocados peixes no seu interior, aves aquáticas passam a freqüentar o local em busca de alimento e o ciclo biológico deste digenético é estabelecido. Assim podemos inferir que o confinamento de hospedeiros intermediários favorece o aumento da prevalência destes parasitos em *P. argenteus*.

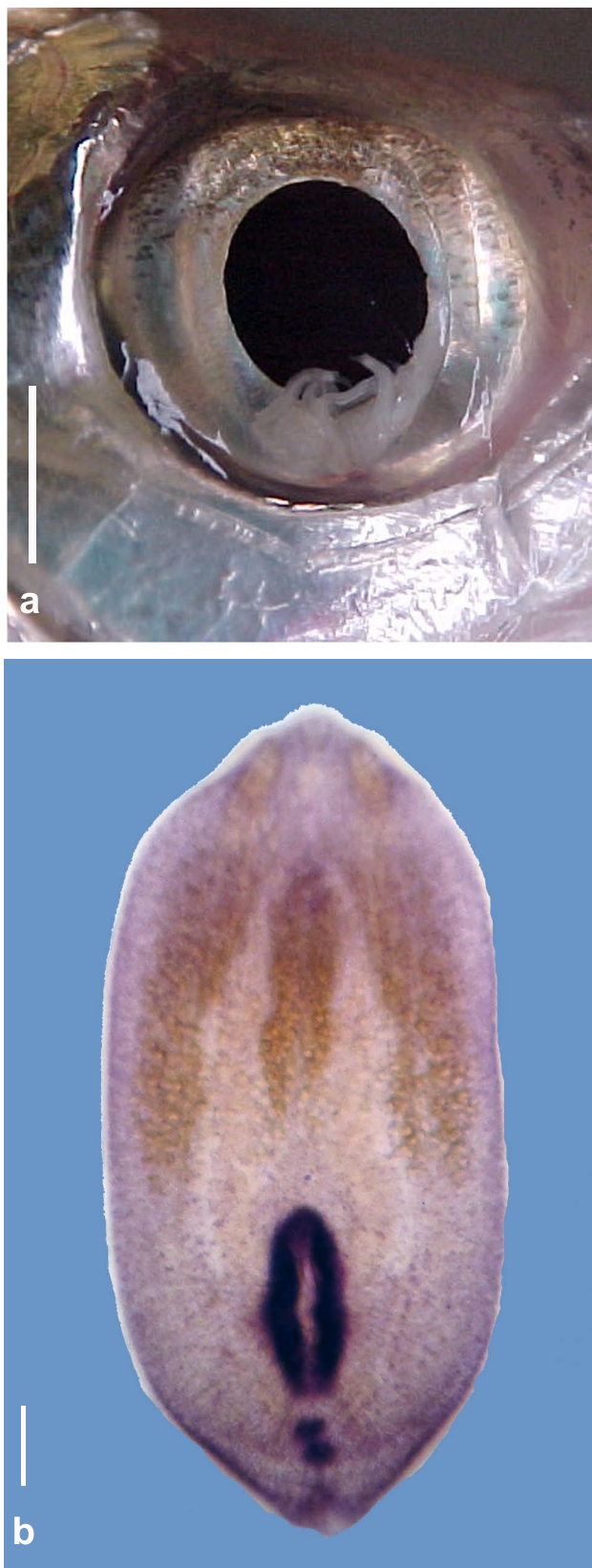
**Resenha ecológica**

Prevalência: 2,24%

Intensidade média: 2,71 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,06 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: olhos (humor vítreo)



**Figura 11.** Metacercárias de *Austrodiplostomum* sp. parasitos *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais. (a) Olho infectado. (b) Espécime corado. Barra = 6 mm (a) e 100  $\mu$ m (b).

Superfamília Haploporoidea Nicoll, 1914

Família Haploporidae Nicoll, 1914

Subfamília Chalcinotrematinae Blair, 2005

*Saccocoelioides* Szidat, 1954

***Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954**

(Sinônimos: *Saccocoelioides elongatus* Szidat, 1954;

*Saccocoelioides magniovatus* Szidat, 1954)

(Figs 12 e 13)

**Morfometria** (baseada 10 espécimes corados em hematoxilina de Delafield e montados *in toto*). Tegumento pigmentado, pigmentação mais densa na superfície dorsal e na porção anterior do corpo; recoberto por espinhos. Corpo elíptico, 0,87 a 1,12 mm (0,98 mm) de comprimento, 327 a 521  $\mu\text{m}$  (451  $\mu\text{m}$ ) de largura. Ventosa oral subterminal, arredondada, 125 a 148  $\mu\text{m}$  (134  $\mu\text{m}$ ) de maior diâmetro. Acetábulo arredondado, 142 a 172  $\mu\text{m}$  (167  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro máximo. Pré-faringe curta ou ausente. Cecos intestinais longos, terminando próximos da extremidade posterior do corpo, largos em toda a sua extensão. Poro genital localizado imediatamente anterior ao acetábulo. Bolsa hermafrodita pré-acetabular, arredondada, contendo em seu interior vesícula seminal, pars prostática, metratermo e canal hermafrodita. Testículo único arredondado, localizado na porção posterior do corpo, com 178 a 289  $\mu\text{m}$  (226  $\mu\text{m}$ ,  $n = 8$ ) de comprimento, 134 a 215  $\mu\text{m}$  (181  $\mu\text{m}$ ;  $n = 7$ ) de largura. Ovário intercecal, 64 a 116  $\mu\text{m}$  (87  $\mu\text{m}$ ;  $n = 7$ ) de comprimento, 52 a 87  $\mu\text{m}$  (63  $\mu\text{m}$ ;  $n = 7$ ) de largura, de difícil visualização em espécimes repletos de ovos. Receptáculo seminal ausente, espermatozóides presentes no canal uterino, próximo a região acetabular, em alguns espécimes. Glândulas vitelogênicas distribuídas desde a região pré-acetabular até a região mediana do testículo. Ovos numerosos em espécimes maduros, sendo alguns deles pigmentados, 71 a 88  $\mu\text{m}$  (82  $\mu\text{m}$ ;  $n = 20$ ) de comprimento, 43 a 55  $\mu\text{m}$  (49  $\mu\text{m}$ ;  $n = 20$ ) de largura. Poro excretor terminal.

### **Comentários**

Szidat (1954) propôs *Saccocoelioides* para agrupar as seguintes espécies de digenéticos parasitas de peixes de água doce da Argentina: *Saccocoelioides elongatus* Szidat, 1954 de *P. platensis*; *Saccocoelioides magniovatus* Szidat, 1954 de *L. obtusidens*; *Saccocoelioides magnus* Szidat, 1954 de *Curimata platana* (Günther); e três espécies não identificadas de *Saccocoelioides*, sendo que estas foram encontradas parasitando *Loricaria anus* Valenciennes, *Schizodon fasciatus* Spix & Agassiz, ou *Pyrrhulina brevis* Steindachner. Yamaguti (1958) considerou *Saccocoelioides* subgênero de *Lecithobotrys* Looss, 1902. Lumsden (1963) descreveu *Saccocoelioides songandaresi* Lumsden, 1963 de *Mollienisia latipinna* Lesueur atualmente *Poecilia latipinna* Lesueur. Posteriormente, outras espécies foram descritas, Travassos et al. (1969) descreveram uma das espécies não determinadas de Szidat (1973) como *Saccocoelioides szidati* Travassos, Freitas & Kohn, 1969 e Szidat (1973) descreveu *Saccocoelioides bacilliformis* Szidat, 1973 a partir de espécimes coletados em *Asterropteryx bipunctatus* Allen & Munday. Yamaguti (1971) considerou *Saccocoelioides* válido. Martins (1973) elucidou o ciclo biológico de *S. personi* de *Mugil cephalus* Linnaeus, transferiu *S. magniovatus* para *Lecithobothrys* e considerou *S. elongatus* e *S. magnus* espécies *incertis sedis*. *Astyanax fasciatus* (Cuvier) é o hospedeiro tipo de *Saccocoelioides chauhani* Lamothe-Argumedo, 1974. Nazir & Gómez (1976) concordaram com a transferência de *S. magniovatus* para *Lecithobothrys*. Além disto, propuseram a sinonímia entre *Saccocoelioides* e *Lecithobothrys* e *S.*

*bacilliformes* uma variação interespecífica de *S. elongatus*. Thatcher (1978) revisou *Saccocoelioides*, descreveu *Saccocoelioides magnorchis* Thatcher, 1978 e *Saccocoelioides saccodontis* Thatcher, 1978 de *Saccodon cauae* Schultz & Miles e *Saccocoelioides leporinodus* Thatcher, 1978 de *Leporinus vittatus* Valenciennes e nominou uma das espécies de *Saccocoelioides* não identificadas de Szidat (1954) como *Saccocoelioides quintus*. Thatcher (1978) também sinonimizou *S. nanii*, *S. magniovatus*, *S. szidati*, *S. octavus*, *S. berforti* e *S. personi* a *S. elongatus* e considerou *S. elongatus* e *S. magnus species inquirendae*. *Saccocoelioides martini* Madhavo, 1979 foi descrita a partir de espécimes coletados em *Mugil waigiensis* Quoy & Gaimard (MADHAVI, 1979) e *Saccocoelioides carole* Lunaschi, 1984 de *Cichlasoma facetum* (Jenyns) (LUNASCHI, 1984). Kohn (1985) analisou os sintipos de Szidat (1954) considerou *Saccocoelioides* válido e não sinônimo de *Lecithobothrys*, também considerou *S. leporinodus* sinônimo de *S. saccodontis*. Kohn & Fróes (1986) descreveram *Saccocoelioides godoyi* Kohn & Fróes (1986) de *Leporinus elongatus* Valenciennes. Dyer et al. (1999) revisaram e sumarizaram as informações disponíveis sobre as espécies do gênero e descreveram *Saccocoelioides agonostomus* de *Sicydium plumeiri* (Bloch). *Saccocoelioides lamothei* Aguirre-Macedo & Violante-González, 2008 foi descrita a partir de espécimes coletados em *Dominator latifrans* (Richardson) (AGUIRRE-MACECO & VIOLANTE-GONZÁLEZ, 2008). Diante deste histórico de *Saccocoelioides* é possível afirmar que este necessita de uma revisão acompanhada de exame de material tipo para a determinação de quais são as espécies que devem permanecer.

Lunaschi (1996) redescreveu *S. nanii* baseada no exame do material tipo depositado por Szidat (1954) de espécimes coletados de *Hypostomus commersoni* Valenciennes. Segundo esta autora *S. elongatus* e *S. magniovatus* são sinônimos de *S. nanii*, sendo as diferenças morfológicas observadas entre elas por serem provenientes de diferentes hospedeiros e representarem diferentes graus de desenvolvimento. Os espécimes encontrados em *P. argenteus* do rio São Francisco apresentaram intensidade de infecção elevada, em todo o ano e deste modo foi possível verificar espécimes com diferentes graus de desenvolvimento e assim concordar com as observações e sinonímias propostas por Lunaschi (1996). A pigmentação citada na porção anterior por Lunaschi (1996) foi encontrada dispersa por todo o corpo de alguns dos espécimes encontrados, no entanto esta sempre apresentava maior densidade na extremidade anterior.

*Saccocoelioides nanii* foi registrado em *P. lineatus* da bacia do rio Paraná (LIZAMA et al., 2005; 2006a; 2006b) e em *P. argenteus* no alto São Francisco (MONTEIRO et al., 2009; 2010).

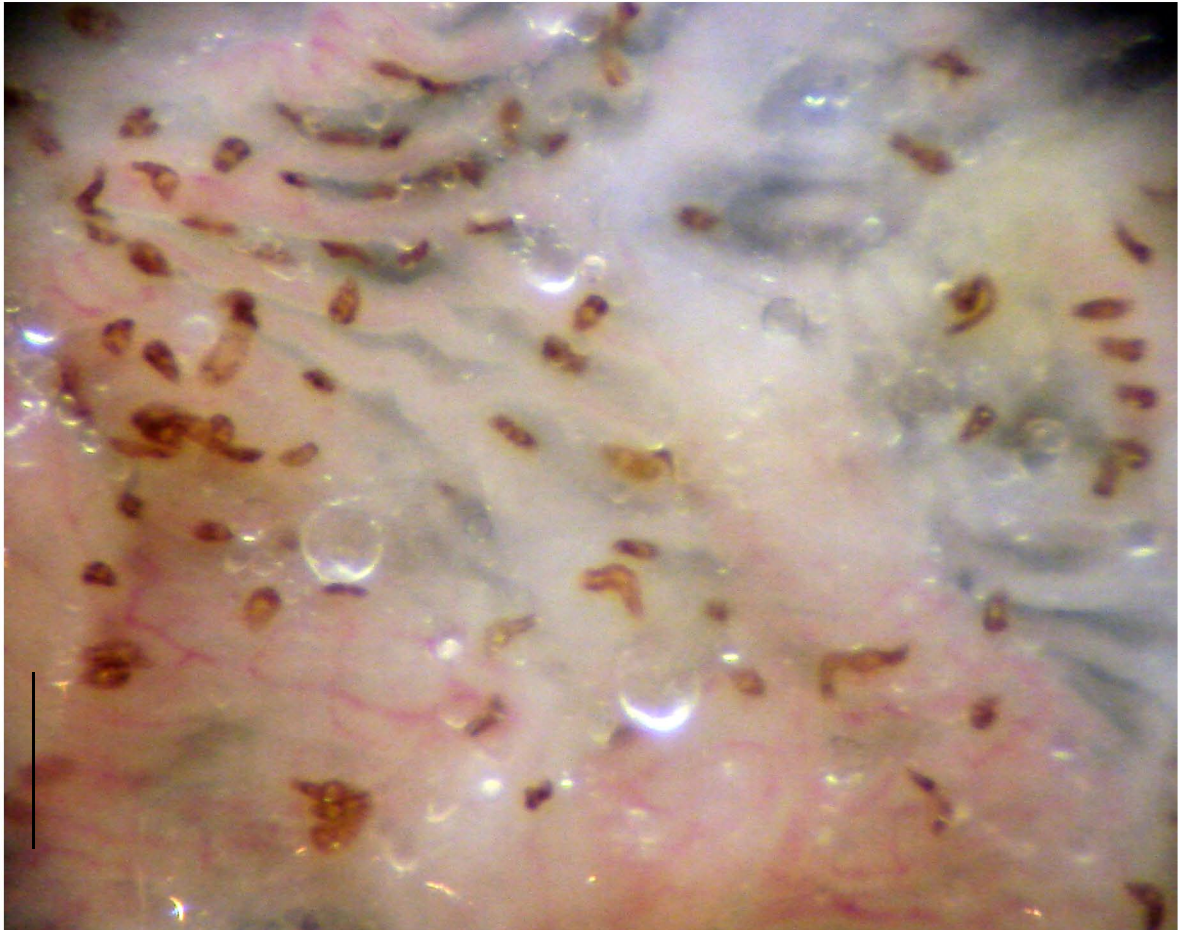
### **Resenha ecológica**

Prevalência: 64,42%

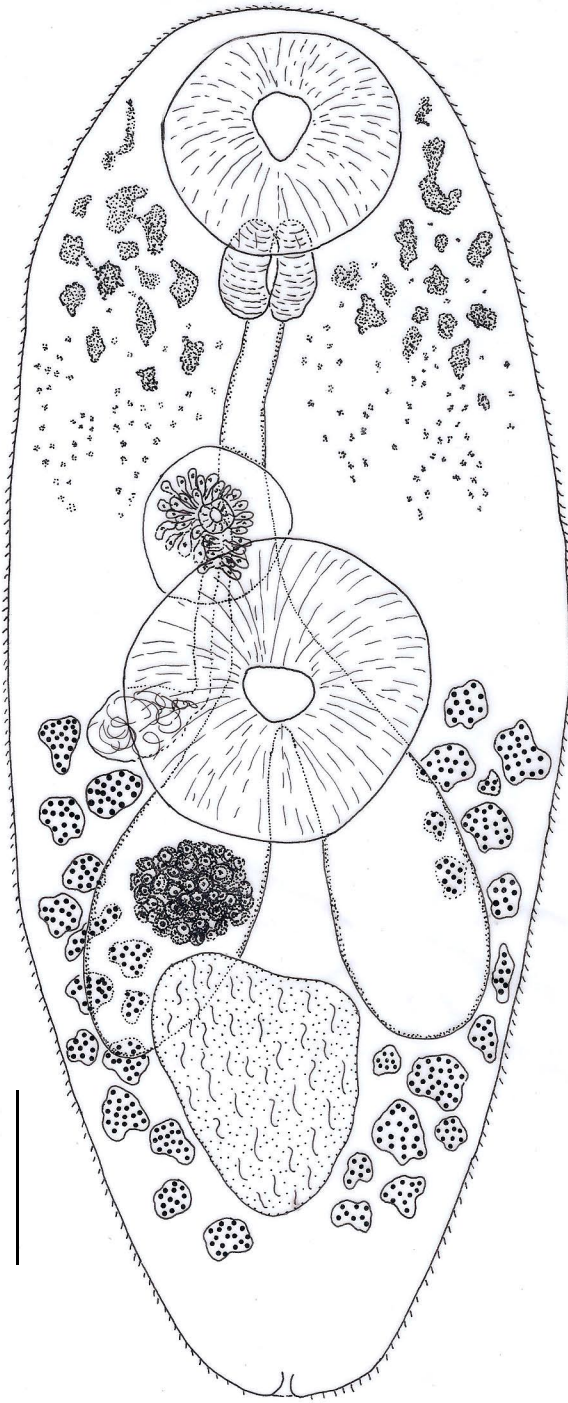
Intensidade média: 26, helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 16,75 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: intestino anterior, médio e posterior



**Figura 12.** *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954, espécimes *in vivo*, no intestino de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 500  $\mu$ m.



**Figura 13.** *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954 do intestino de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. Barra = 100  $\mu$ m.

Classe Monogenoidea Bychowsky, 1937  
Subclasse Polyonchoinea Bychowsky, 1937  
Ordem Dactylogyridea Bychowsky, 1937  
Subordem Dactylogyrynea Bychowsky, 1937  
Família Dactylogyridae Bychowsky, 1933  
*Anacanthoroides* Kritsky & Thatcher, 1976

***Anacanthoroides* sp.**

(Fig. 14)

**Descrição** (baseada em oito espécimes corados em Tricrômico de Gomori e oito montados em Grey & Wess). Corpo robusto 780 a 910  $\mu\text{m}$  (835  $\mu\text{m}$ ) de comprimento, 185 a 265  $\mu\text{m}$  (230  $\mu\text{m}$ ) de largura máxima na região da faringe. Tegumento liso e delicado. Órgãos cefálicos ausentes. Par anterior de ocelos menores e mais próximos que o par posterior; grânulos acessórios ausentes. Abertura oral subterminal, próxima à faringe. Faringe suboval com, 65 a 71,5  $\mu\text{m}$  (54  $\mu\text{m}$ ; n = 7) de diâmetro. Pedúnculo largo. Haptor globular, 131 a 217  $\mu\text{m}$  (170  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro. Sete pares de ganchos no haptor, similares, dotados de ponta recurvada, polegar curto, e porção proximal expandida com, 13 a 17  $\mu\text{m}$  (16  $\mu\text{m}$ ; n = 12) de comprimento. Um par de ganchos ventrais reduzidos 9 a 12  $\mu\text{m}$  (11  $\mu\text{m}$ ; n = 3). Testículo alongado, posterior ao ovário. Vesícula seminal oval a alongada. Reservatório prostático de forma variável. Cirro composto por três a quatro anéis, de sentido anti-horário, diâmetro do anel proximal 22 a 27  $\mu\text{m}$  (24  $\mu\text{m}$ ; n = 8). Peça acessória distal, não articulada à base do cirro. Ovário piriforme, 95 a 155  $\mu\text{m}$  (120  $\mu\text{m}$ ; n = 6) de largura máxima. Vagina sinistrolateral, com porção distal expandida e fortemente muscular. Receptáculo seminal conspicuo, preenchido por espermatozoides. Vitelária sobreposta aos cecos intestinais.

**Comentários**

*Anacanthoroides* sp. foi incluída no gênero *Anacanthoroides* Kritsky & Thatcher, 1976 pela ausência de barras e âncoras no haptor e associada à presença de vagina. Este gênero foi proposto para *A. mizellei* parasita de *P. reticulatus* coletados na Colômbia (KRITSKY; THATCHER, 1976). Após a descrição desta espécie o gênero em questão permaneceu monotípico. *Anacanthoroides* sp. é distinta de *A. mizellei* pela presença de um par de pseudoventosas musculares localizadas ventralmente na região anterior do corpo, na espécie encontrada em *P. lineatus*, pela distância entre a abertura oral e a faringe e a ausência de ligamento entre o cirro e a peça acessória. Deste modo é possível afirmar que *Anacanthoroides* sp. representa uma nova espécie, que em breve terá sua descrição publicada em artigo científico e o gênero deixará de ser monotípico.

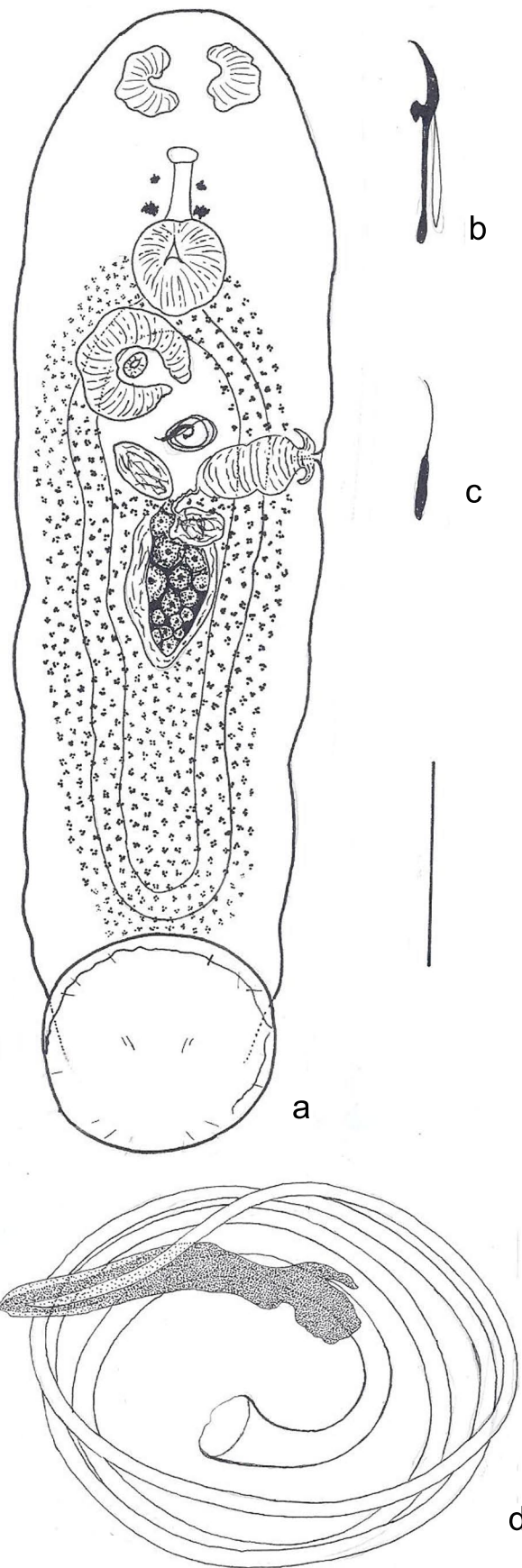
**Resenha ecológica**

Prevalência: 7,60%

Intensidade média: 1,96 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,15 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais.



**Figura 14.** *Anacanthoroides* sp. das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, (a) Espécime inteiro em vista ventral. (b) Gancho. (c) Gancho central reduzido. (d) Complexo copulatório, vista ventral. Barra = 150  $\mu$ m (a); 15  $\mu$ m (b - d).

*Apedunculata* Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009  
***Apedunculata discoidea* Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009**  
(Figs 15 e 16)

**Morfometria** (baseada em 14 espécimes corados em Tricrômico de Gomori e 11 montados em Grey & Wess). Corpo em forma de disco, com 188 a 246,25 (203  $\mu\text{m}$ ;  $n = 9$ ) de comprimento, 148 a 197  $\mu\text{m}$  (172  $\mu\text{m}$ ;  $n = 10$ ) de largura máxima ao nível do ovário. Lobos cefálicos pouco desenvolvidos, três pares de glândulas cefálicas. Par posterior de ocelos maior que o par anterior, poucos grânulos dispersos extremidade anterior. Abertura oral subterminal. Faringe suboval com, 22 a 28  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{m}$ ;  $n = 8$ ) de diâmetro. Pedúnculo ausente. Haptor não distinto do restante do corpo. Âncora ventral alongada com raízes longas, 35 a 47  $\mu\text{m}$  (41  $\mu\text{m}$ ;  $n = 9$ ) de comprimento, 22 a 30  $\mu\text{m}$  (27  $\mu\text{m}$ ;  $n = 8$ ) de largura. Âncora dorsal sim//ilar ventral, porém curta, larga, haste curva, com a ponta estendendo-se ao nível da raiz 27 a 35  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{m}$ ;  $n = 7$ ) de comprimento, 27 – 31  $\mu\text{m}$  (30  $\mu\text{m}$ ;  $n = 8$ ) de largura. Barra ventral com forma de V, com orifício central alongado, 41 a 50  $\mu\text{m}$  (47  $\mu\text{m}$ ;  $n = 9$ ) de comprimento. Barra dorsal alongada com duas projeções medianas, posteriores curtas, 35 a 42  $\mu\text{m}$  (39  $\mu\text{m}$ ;  $n = 7$ ) de largura. Ganchos similares com, 16 a 22  $\mu\text{m}$  (19  $\mu\text{m}$ ;  $n = 8$ ) de comprimento; FH laço estendendo-se até a o final da porção anterior da haste. Órgão copulador masculino esclerotizado, composto por dois e meio a três anéis enrolados em sentido horário, com 23 a 29  $\mu\text{m}$  (25  $\mu\text{m}$ ;  $n = 6$ ) de diâmetro no anel proximal; presença de duas projeções alongadas conectadas a base do cirro; ligamento copulatório ausente; vaso deferente conspicuo e alongado. Vesícula seminal conspicua. Reservatório prostático ao nível da porção posterior do ceco. Ovário piriforme, 33 a 49  $\mu\text{m}$  (41  $\mu\text{m}$ ;  $n = 6$ ) de comprimento, 15 a 31  $\mu\text{m}$  (23  $\mu\text{m}$ ;  $n = 7$ ) de largura. Vagina sinistro lateral levemente esclerotizada. Vitelária lateral. Útero não observado.

### **Comentários**

*Apedunculata discoidea* foi descrita a partir de espécimes coletados em *P. lineatus* de estações de piscicultura em Pirassununga, estado de São Paulo por Cugliana et al. (2009). Cugliana et al. (2009) quando descreveram a espécie usaram como característica diagnóstica a combinação dos seguintes caracteres: (1) órgão copulatório com dois anéis enrolados em sentido anti-horário; (2) peça acessória não articulada ao órgão copulatório; (3) corpo em forma de disco e pedúnculo ausente; (4) vagina dextrolateral fracamente esclerotizada ao nível do complexo copulatório, os mesmos caracteres foram usados na diagnose do gênero. No entanto, observando os espécimes coletados em *P. argenteus* observou-se que a vagina é sinistro lateral e não dextrolateral. Na descrição original do táxon os autores descrevem a barra ventral em forma de U, mas esta estrutura tem forma de V e possui um orifício central que não foi referido na descrição pelos autores, a qual, no entanto foi representada na ilustração de um espécime inteiro. A barra ventral foi caracterizada pela presença de ondulações medianas, nos espécimes de *P. argenteus* cuja estrutura possui duas projeções voltadas para a região posterior, as quais, não foram apresentadas na descrição de *A. discoidea*.

Se os caracteres listados e visualizados nos espécimes obtidos em *P. argenteus* estiverem presentes nos espécimes tipos de *A. discoidea* será necessário sua redescrição eliminando as diferenças entre a descrição e as ilustrações dos espécimes tipos na descrição original.

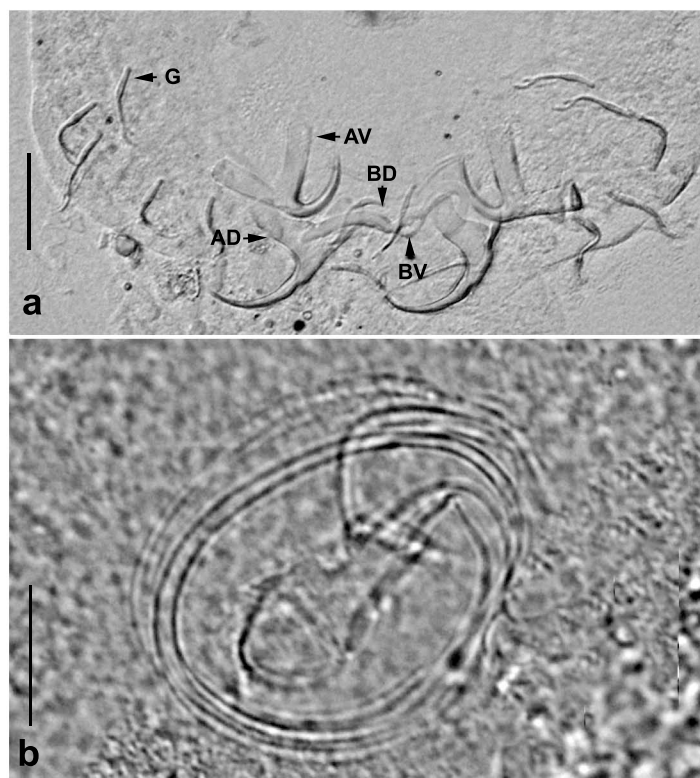
**Resenha Ecológica**

Prevalência: 7,60%

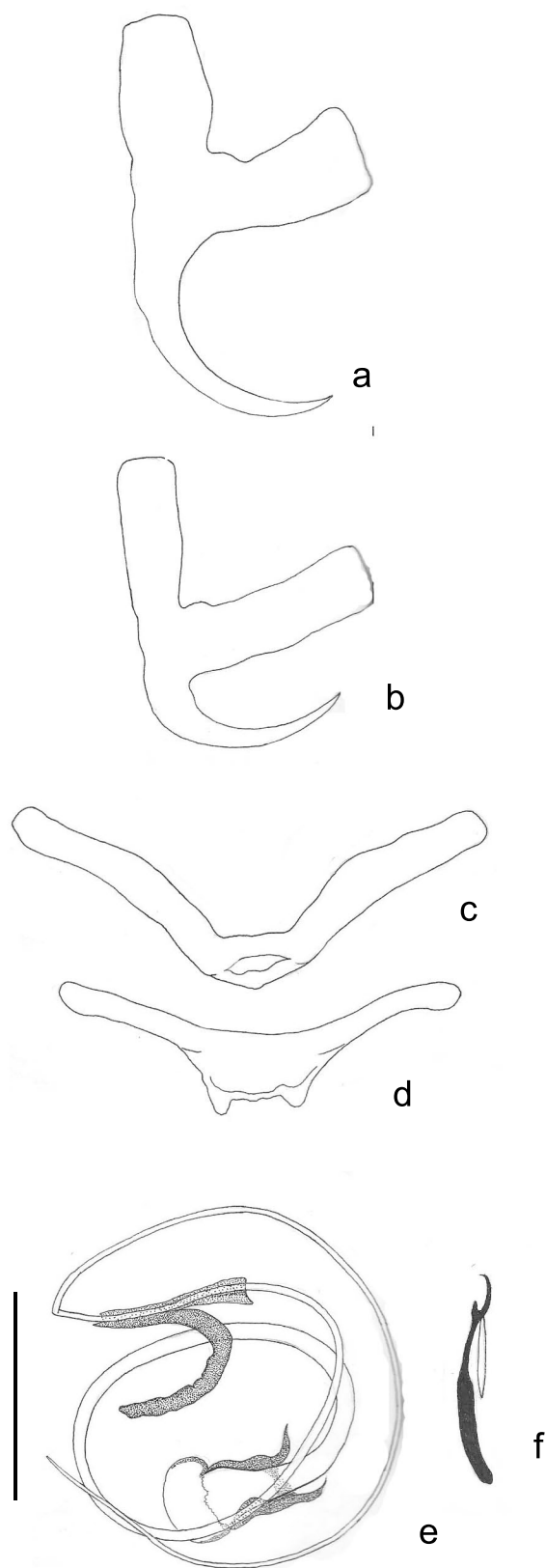
Intensidade média: 1,96 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,15 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais.



**Figura 15.** *Apedunculata discoidea* Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. **(a)** Haptor, vista ventral, gancho (G), âncora ventral (AV), âncora dorsal (AD), barra ventral (BV), barra dorsal (BD). **(b)** Complexo copulatório, vista dorsal. Barra = 25  $\mu\text{m}$  (a) e 10  $\mu\text{m}$ .



**Figura 16.** *Apedunculata discoidea* Cugliana, Cordeiro & Luque, 2009 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral. (b) Âncora dorsal. (c) Barra ventral. (d) Barra dorsal. (e) Complexo copulatório. (f) Gancho. Barra = 30  $\mu$ m.

*Telethecium* Kritsky, Van Every & Boeger, 1996  
***Telethecium* sp.**

**Descrição** (baseada em seis espécimes corados em Tricrômico de Gomori e seis espécimes montados em Grey & Wess). Corpo fusiforme. Tegumento liso. Dois pares de ocelos de tamanhos similares. Abertura oral subterminal. Faringe bulbosa. Pedúnculo curto. Haptor não diferenciado do restante do corpo. Barras e âncoras ausentes. Sete pares de ganchos, cada um deles composto de duas porções nitidamente visíveis. Testículo alongado. Vesícula seminal fusiforme. Complexo copulatório masculino composto por órgão copulatório e peça acessória. Órgão copulatório masculino enrolado em sentido anti-horário. Peça acessória não articulada ao órgão copulatório. Ovário alongado a elíptico. Vagina sinistrolateral, levemente esclerotizada. Útero não observado.

**Comentários**

As espécies de *Telethecium* Kritsky, Van Every & Boeger, 1996 parasitam cavidade nasal de peixes de água doce. *Telethecium nasalis* Kritsky, Van Every & Boeger, 1996 parasita de *Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli atualmente *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier) (Osteoglossiformes: Osteoglossidae) do Furo do Catalão, próximo a Manaus, Amazonas, Brasil é a espécie tipo, A outra espécie conhecida neste grupo é *Telethecium paniculum* Kritsky, Van Every & Boeger, 1996 de *Pellona flavipinnis* (Valenciennes) (Clupeiformes: Pritigasteridae) também do Brasil (KRITSKY et al. 1996). Os espécimes encontrados na cavidade nasal de *P. argenteus* foram incluídos neste gênero pelo local onde foram encontrados, pela ausência de barras e âncoras e pela localização da vagina. No entanto, a espécie em questão, ainda não descrita, difere das demais alocadas no gênero pela forma do complexo copulatório e forma dos ganchos haptorais e provavelmente constitui uma nova espécie de *Telethecium*. Esta é a primeira espécie deste gênero registrada em peixes da bacia do rio São Francisco, ampliando a distribuição geográfica e a lista de hospedeiros para as espécies deste gênero.

**Resenha ecológica**

Prevalência: 38,46%

Intensidade média: 5,12 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 1,97 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade nasal

*Tereancistrum* Kritsky, Thatcher, Kayton, 1980  
*Tereancistrum ornatus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980  
(Figs 17 e 18)

**Morfometria** (baseada em 10 espécimes corados em Tricrômico de Gomori e 10 espécimes montados em Grey & Wess). Corpo alongado a fusiforme com 0,75 a 1,07 mm (0,86 mm; n = 9) de comprimento, 73 a 201  $\mu$ m (164  $\mu$ m; n = 10) de largura máxima ao nível do ovário. Lobos cefálicos pouco desenvolvidos. Três pares de órgãos cefálicos pouco desenvolvidos. Glândulas cefálicas ao nível de faringe, de difícil visualização. Dois pares de ocelos presentes, primeiro par menor e mais próximo entre si que segundo. Pigmentos ocelares ausentes. Faringe subesférica, 19 a 41  $\mu$ m (32  $\mu$ m; n = 9) de diâmetro máximo. Pedúnculo alongado, distinto do restante do corpo. Haptor subhexagonal, 13 a 20  $\mu$ m (16  $\mu$ m; n = 8) de comprimento, 64 a 103  $\mu$ m (87  $\mu$ m; n = 7) de largura. Sete pares de ganchos presentes sendo 5 ventrais e 2 dorsais, polegar bem desenvolvido, haste recurvada, polegar proeminente e pedúnculo levemente alargado na região proximal, 13 a 19  $\mu$ m (15  $\mu$ m; n = 9) de comprimento, FH laço com aproximadamente  $\frac{1}{2}$  do comprimento do gancho. Âncora ventral robusta, com raízes bem desenvolvidas, haste curta com ponta recurvada, 31 a 54  $\mu$ m (47  $\mu$ m; n = 9) de comprimento, 18 a 34  $\mu$ m (26  $\mu$ m; n = 11) de largura na região das raízes. Esclerito acessório robusto, porção terminal espatuliforme, articulado a âncora ventral, 27 a 47  $\mu$ m (34  $\mu$ m; n = 12). Âncora dorsal com raízes bem desenvolvidas e divergentes, haste curta e ponta reta, 35 a 54  $\mu$ m (46  $\mu$ m; n = 9) de comprimento, 26 a 48  $\mu$ m (34  $\mu$ m; n = 9) de largura. Barra ventral com reta com terminações voltadas para a extremidade anterior, com 56 a 79  $\mu$ m (64  $\mu$ m; n = 11) de comprimento. Barra dorsal em forma de Y com as três porções de tamanho similar, sendo voltadas para a região anterior modificadas para conexão a âncora dorsal, 45 a 64  $\mu$ m (51  $\mu$ m; n = 10) de comprimento. Gônadas sobrepostas. Órgão copulatório masculino tubular, com dois anéis enrolados em sentido anti-horário com, 23 a 31 (28  $\mu$ m; n = 7) de diâmetro no primeiro anel. Peça acessória alongada, em forma de calha, não articulada ao órgão copulatório masculino. Vagina sinistral, levemente esclerotizada, localizada no final da primeira metade do corpo. Glândulas vitelogênicas iniciando na região posterior da faringe e estendendo-se até a região da confluência dos cecos intestinais, não sobrepostas à região do complexo copulatório masculino e das gônadas.

### Comentários

*Tereancistrum* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 foi proposto para agrupar espécies semelhantes às do gênero *Protoancylodiscoides* Paperna, 1969 no que se refere à morfologia do haptor e do esclerito acessório da âncora, porém distintas destas pela posição dos órgãos internos. Na ocasião da proposição do gênero, foram descritas três espécies, *Tereancistrum kerri* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980, espécie tipo, cujo hospedeiro tipo é *Brycon melanopterus* (Cope, 1872), matrinhã, do lago Januacá, localizado no estado do Amazonas, Brasil, *Tereancistrum ornatus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 de *Prochilodus reticulatus* Valenciennes, 1850, do rio Cauca, Colômbia e *Tereancistrum parvus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 de *Leporinus fasciatus* (Bloch, 1794) da bacia do rio Amazonas (KRITSKY et al., 1980). Posteriormente, foram descritas outras duas espécies, *T. toksonum* e *T. curimba* ambas parasitas das brânquias de *P. lineatus* provenientes da porção superior da planície de inundação do rio Paraná, Brasil (LIZAMA et al., 2004). Quando *T. curimba* foi descrita foi considerada pelos

autores muito semelhante a *T. ornatus*, sendo distinguida desta pela presença de estrutura muscular articulada aos escleritos acessórios. As demais estruturas usadas na distinção das espécies de *Tereancistrum* como a morfologia de âncoras, barras, esclerito acessório, ganchos, órgão copulatório masculino, peça acessória, posição e localização da vagina e a morfometria destas estruturas não apresentam diferença significativa. Os espécimes coletados em *P. argenteus* do rio São Francisco apresentaram morfologia e morfometria semelhantes às de *T. ornatus* e de *T. curimba*, no entanto, não foi observada a presença de musculatura entre os escleritos acessórios, deste modo foram identificados como *T. ornatus*. Cabe aqui questionar a validade deste único caractere para a distinção entre estas duas espécies de *Tereancistrum*, uma vez que, em geral, as espécies são distinguidas por dois ou mais caracteres e isto também se aplica as demais espécies incluídas neste gênero. A possível sinonímia entre *T. ornatus* e *T. curimba* poderá esclarecida após uma análise do material tipo das duas espécies.

Este constitui o primeiro registro de *T. ornatus* em *P. argenteus* e na bacia do rio São Francisco.

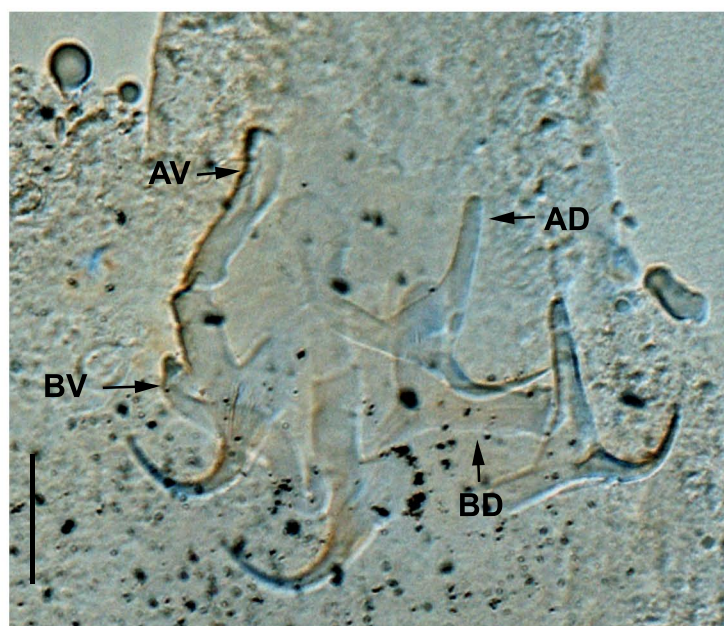
### **Resenha ecológica**

Prevalência: 42,63%

Intensidade média: 10,53 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 4,49 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 17.** *Tereancistrum ornatus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, haptor em vista lateral, âncora ventral (AV), âncora dorsal (AD), barra ventral (BV), barra dorsal (BD). Barra = 25  $\mu$ m.



**Figura 18.** *Tereancistrum ornatus* Kritsky, Thatcher & Kayton, 1980 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Âncora ventral e esclerito acessório. (b) Barra ventral. (c) Âncora dorsal. (d) Barra dorsal. (e) Gancho. (f) Complexo copulatório. Barra = 25  $\mu$ m.

***Tereancistrum toksonum* Lizama, Takemoto & Pavanelli, 2004**  
(Figs 19 e 20)

**Morfometria** (baseada em 10 espécimes corados em Tricrômico de Gomori e 10 espécimes montados em Grey & Wess). Corpo alongado a fusiforme, 354 a 673  $\mu\text{m}$  (568  $\mu\text{m}$ , n = 9) de comprimento, 88 a 124  $\mu\text{m}$  (97  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de largura máxima na região central do corpo. Lobos cefálicos pouco desenvolvidos. Três pares de órgãos cefálicos bem desenvolvidos. Glândulas cefálicas distintas, imediatamente posteriores à faringe. Dois pares de ocelos presentes equidistantes entre si, primeiro par menor que segundo. Abertura oral ventral. Faringe subesférica, 45 a 82  $\mu\text{m}$  (59  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de diâmetro máximo. Pedúnculo alongado, com largura semelhante a do restante do corpo. Haptor subhexagonal, 41 a 78  $\mu\text{m}$  (54  $\mu\text{m}$ ; n = 8) de comprimento, 71 a 99  $\mu\text{m}$  (81  $\mu\text{m}$ ; n = 8) de largura. Sete pares de ganchos presentes sendo 5 ventrais e 2 dorsais, polegar bem desenvolvido, com haste e ponta levemente recurvadas, pedúnculo alargado na região proximal com, 12 a 19  $\mu\text{m}$  (15  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento, FH laço com aproximadamente 3/4 do comprimento do gancho. Âncora ventral robusta, com raízes bem desenvolvidas, haste curta com ponta recurvada, 28 a 46  $\mu\text{m}$  (41  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento, 21 a 24  $\mu\text{m}$  (22  $\mu\text{m}$ ; n = 11) de largura na região das raízes. Esclerito acessório robusto, com porção terminal espatuliforme, articulado à âncora ventral, 41 a 63  $\mu\text{m}$  (49  $\mu\text{m}$ ; n = 12). Âncora dorsal com raízes bem desenvolvidas e divergentes, haste curta e ponta reta, 29 a 38  $\mu\text{m}$  (32  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento, 18 a 36  $\mu\text{m}$  (26  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de largura. Barra ventral não esclerotizada, formada por uma membrana hialina e bordos de difícil visualização. Barra dorsal em forma de Y com, 34 a 60  $\mu\text{m}$  (42  $\mu\text{m}$ ; n = 7) de comprimento. Gônadas levemente sobrepostas. Órgão copulatório masculino tubular, formando 1 a 1 ½ anéis enrolados em anti-horário com, 18 a 22 (19  $\mu\text{m}$ ; n = 7) de diâmetro no primeiro anel. Peça acessória alongada, em forma de calha, com uma porção recurvada, não articulada ao órgão copulatório masculino. Vagina sinistral, levemente esclerotizada, localizada na primeira metade do corpo. Glândulas vitelogênicas iniciando na região posterior da faringe estendendo-se até a região da confluência dos cecos intestinais, não sobrepostas a região do complexo copulatório masculino e das gônadas. Útero e ovos não observados.

### **Comentários**

Os espécimes de *Tereancistrum* encontrados nas brânquias de *P. argenteus* do alto rio São Francisco foram facilmente identificados como *T. toksonum* devido à presença de barra ventral membranosa, característica única entre as espécies deste gênero. As características morfométricas foram bem semelhantes as da descrição original de Lizama et al. (2004). Este é o segundo registro da espécie e o rio São Francisco e *P. argenteus* constituem nova localidade e hospedeiro, respectivamente.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 24,36%

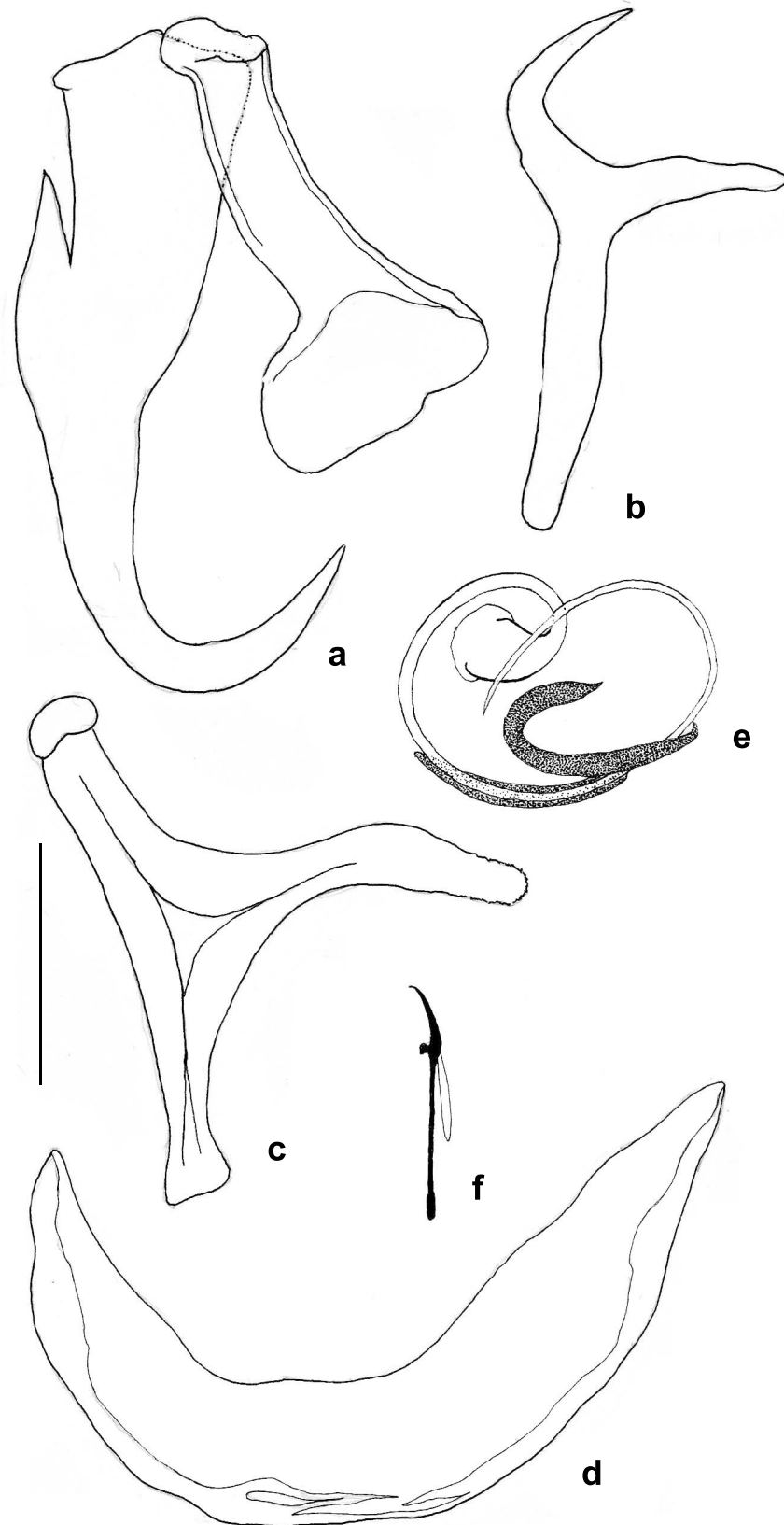
Intensidade média: 8,53 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 2,08 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 19.** *Tereancistrum toksonum* Lizama, Takemoto & Pavanelli, 2004 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. Haptor em vista lateral: âncora ventral (AV); esclerito acessório (EA); âncora dorsal (AD); barra dorsal (BD) e barra ventral (BV). Barra = 25  $\mu$ m.



**Figura 20.** *Tereancistrum toksonum* Lizama, Takemoto & Pavanelli, 2004 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. **(a)** Âncora ventral e esclerito acessório. **(b)** Âncora dorsal. **(c)** Barra dorsal. **(d)** Barra ventral. **(e)** Complexo copulatório. **(f)** Gancho. Barra = 15  $\mu$ m.

***Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>**  
(Fig. 21)

**Descrição** (baseada em 10 espécimes corados em Tricrômico de Gomori e oito espécimes montados em Grey & Wess). Corpo alongado a fusiforme, 782 a 976  $\mu\text{m}$  (801  $\mu\text{m}$ , n = 10) de comprimento, 182 a 234  $\mu\text{m}$  (245  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de largura máxima na região central do troco. Lobos cefálicos pouco desenvolvidos. Três pares de órgãos cefálicos pouco desenvolvidos. Glândulas cefálicas não observadas. Dois pares de ocelos presentes, primeiro par menor que segundo e com ocelos mais próximo que o segundo. Abertura oral ventral. Faringe robusta, em forma de barril, 108 a 162  $\mu\text{m}$  (140  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento, 72 a 103  $\mu\text{m}$  (87  $\mu\text{m}$ ; n = 10) de largura. Pedúnculo curto. Haptor subhexagonal, 95 a 134  $\mu\text{m}$  (122  $\mu\text{m}$ ; n = 8) de comprimento, 136 a 168  $\mu\text{m}$  (146  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de largura. Sete pares de ganchos presentes sendo 5 ventrais e 2 dorsais, polegar bem desenvolvido, com haste alongada, pedúnculo alargado na região proximal com, 29 a 53 (44  $\mu\text{m}$ ; n = 13) de comprimento, FH laço com aproximadamente 1/2 do comprimento do gancho. Âncora ventral alongada, com raízes não desenvolvidas, haste curta com ponta longa e recurvada, 76 a 107  $\mu\text{m}$  (87  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento, 22 a 38  $\mu\text{m}$  (27  $\mu\text{m}$ ; n = 12) de largura na região da base. Esclerito acessório triangular, diminuto, articulado a âncora ventral, 9 a 13  $\mu\text{m}$  (11  $\mu\text{m}$ ; n = 12) de comprimento, 6 a 9 (7  $\mu\text{m}$ ; n = 11) de largura. Âncora dorsal com raízes desenvolvidas, haste curta, ponta recurvada, 21 a 44  $\mu\text{m}$  (36  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento, 19 a 29  $\mu\text{m}$  (27  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de largura. Barra ventral em forma de U, 71 a 104  $\mu\text{m}$  (88  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento. Barra dorsal em forma de V, 26 a 41  $\mu\text{m}$  (34  $\mu\text{m}$ ; n = 9) de comprimento. Gônadas sobrepostas. Órgão copulatório masculino tubular, formando 8 a 9 anéis enrolados em anti-horário, 23 a 41 (33  $\mu\text{m}$ ; n = 8) de diâmetro no primeiro anel. Peça acessória alongada, com braço alongado e recurvado, não articulada ao órgão copulatório masculino. Vagina sinistra, esclerotizada, e enrolada, localizada na primeira metade do corpo. Glândulas vitelogênicas iniciando na região posterior da faringe estendendo-se até a região da confluência dos cecos intestinais, não sobrepostas a região do complexo copulatório masculino e das gônadas. Útero e ovos não observados.

**Comentários**

A espécie em questão difere das demais incluídas neste gênero pela: (1) presença de uma faringe em forma de barril e com as dimensões muito maiores que as das demais; (2) esclerito acessório das âncoras ventrais reduzido; (3) âncoras e barras ventrais muito menores que as dorsais; (4) número de voltas do complexo copulatório; (5) vagina enrolada e esclerotizada. Devido à presença destas características a espécie em questão foi considerada uma nova espécie do gênero *Tereancistrum*, a descrição formal será publicada em artigo científico.

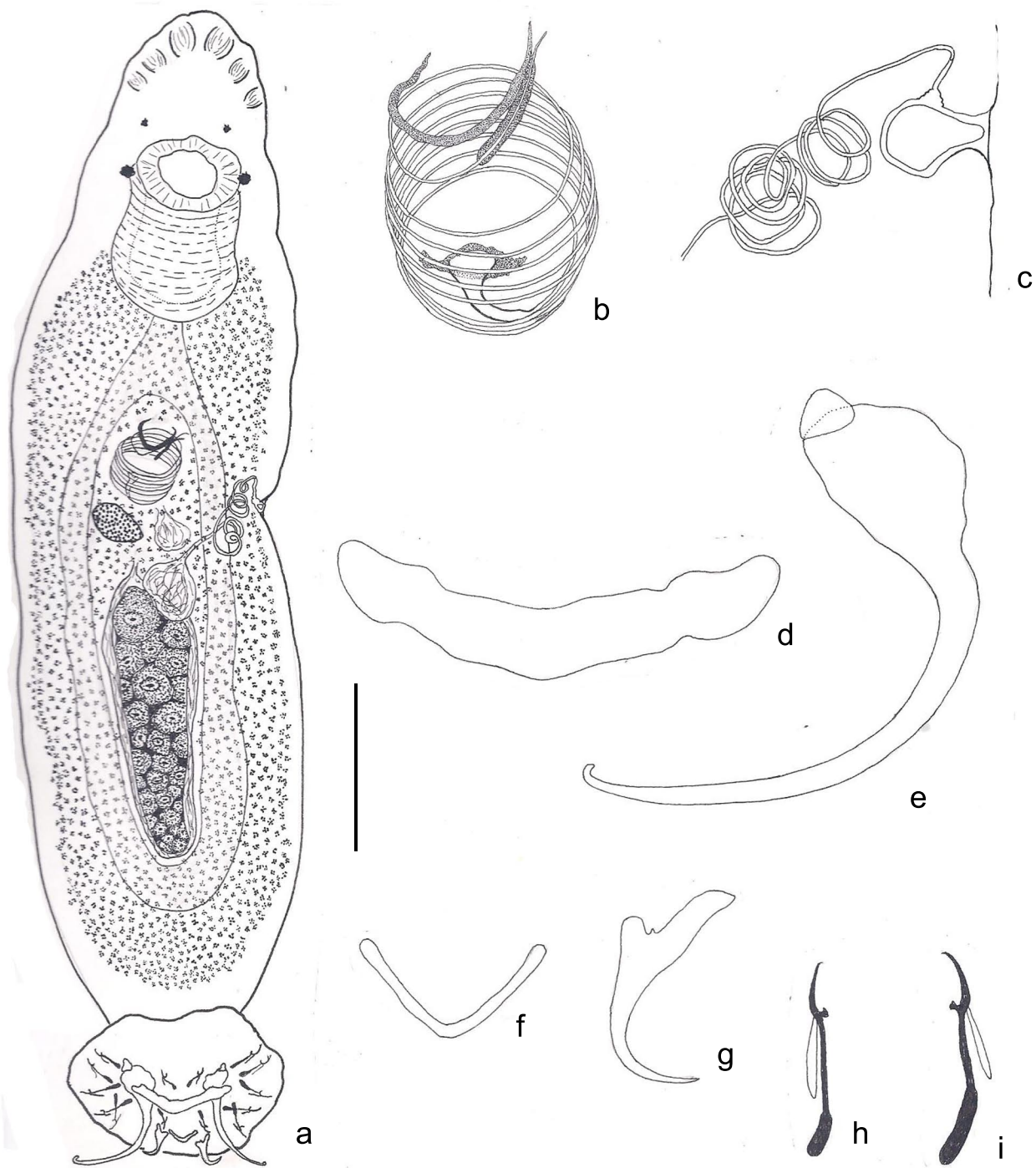
**Resenha ecológica**

Prevalência: 17,63%

Intensidade média: 4,73 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,84 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 21.** *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub> das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. **(a)** Espécime inteiro, vista ventral. **(b)** Complexo copulatório. **(c)** Vagina. **(d)** Barra ventral. **(e)** Âncora ventral. **(f)** Barra dorsal. **(g)** Âncora dorsal. **(h)** Gancho par 1. **(i)** Gancho par 3. Barra = 100  $\mu$ m (a) e 30  $\mu$ m (b-i).

### ***Tereancistrum* sp.2**

(Fig. 22)

**Descrição** (baseada em um espécime montado em Grey & Wess). Corpo reduzido e alongado. Âncora ventral com raiz profunda bem desenvolvida e raiz superficial reduzida, haste longa e ponta recurvada. Esclerito acessório alongado, articulado a âncora ventral Barra ventral retangular, dotada de reentrâncias onde se encaixam na barra. Barra e âncoras dorsais ausentes. Complexo copulatório diminuto e de difícil observação. Órgão copulatório enrolado em sentido anti-horário. Peça acessória em forma de calha, aparentemente não articulada ao órgão copulatório.

### **Comentários**

Foi encontrado um único indivíduo desta espécie em *P. argenteus*. Este espécime foi identificado como *Tereancistrum* devido à presença de esclerito acessório articulado a âncora ventral. A ausência de barra e âncoras dorsais foi interpretada como uma perda secundária destes caracteres genéricos. Mais espécimes permitirão verificar se esta espécie continuará alocada em *Tereancistrum* ou em um gênero ainda não descrito.

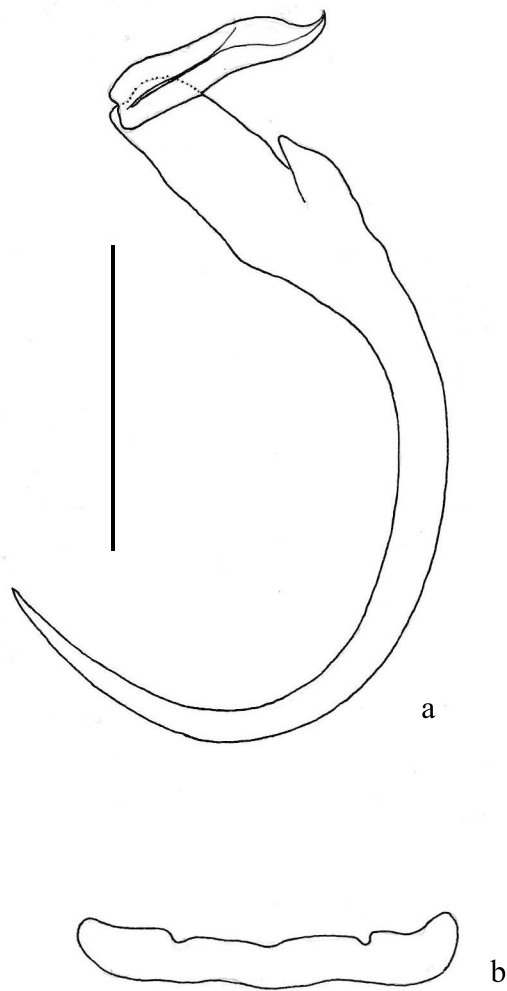
### **Resenha ecológica**

Prevalência: 0,32%

Intensidade média: 1 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,001 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 22.** *Tereancistrum* sp.<sub>2</sub> parasito das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. **(a)** Âncora ventral e esclerito acessório. **(b)** Barra ventral. Barra = 10 µm.

***Tereancistrum* sp.3**  
(Fig. 23)

**Descrição** (baseada em quatro espécimes corados em Tricrômico de Gomori e oito espécimes montados em Grey & Wess). Corpo reduzido e alongado. Âncora ventral com raízes pouco desenvolvidas, haste alongada e ponta recurvada. Esclerito acessório alongado, articulado a âncora ventral. Barra ventral retangular, com reentrância na porção central. Barra dorsal reduzida em forma de V. Âncoras dorsais não observadas. Complexo copulatório formado por cirro e peça acessória. Órgão copulatório enrolados em sentido anti-horário. Peça acessória provavelmente não articulada.

/

**Comentários**

Embora os espécimes coletados em *P. argenteus* não apresentassem bom estado de conservação, foi possível verificar a presença de esclerito acessório articulado às âncoras ventrais. Este caractere foi usado para a inclusão destes espécimes em *Tereancistrum*. A morfologia do complexo copulatório e da anatomia interna destes espécimes não foi determinada devido ao estado de conservação dos espécimes examinados. As âncoras dorsais não foram observadas, e assim como em *Tereancistrum* sp.2 foram consideradas perdas secundárias. A morfologia da barra, esclerito acessório, juntamente com a das barras ventral e dorsal tornam estes espécimes únicos dentro de *Tereancistrum*. A coleta de outros espécimes faz-se necessária para determinar se a âncora ventral é realmente ausente, para caracterizar as outras estruturas haptorais, o complexo copulatório e obter dados morfométricos. Após esta análise será possível determinar se estes espécimes realmente representam uma nova espécie de *Tereancistrum* ou um novo gênero.

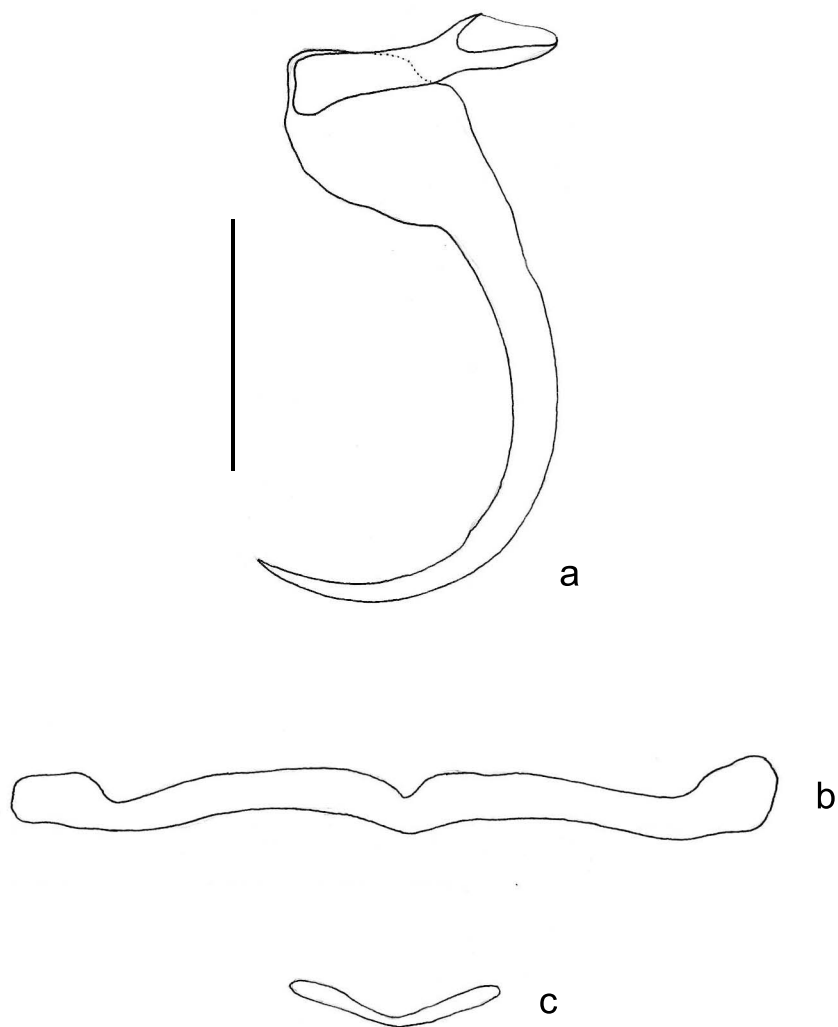
**Resenha ecológica**

Prevalência: 2,88%

Intensidade média: 1,33 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,04 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 23.** *Tereancistrum* sp.<sup>3</sup> das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. **(a)** Âncora ventral e esclerito acessório. **(b)** Barra ventral. **(c)** Barra dorsal. Barra = 10  $\mu$ m.

***Tereancistrum* sp.4**  
(Fig. 24)

**Descrição** (Baseada em um espécime montado em Grey & Wess). Corpo reduzido e alongado. Âncora ventral com raízes desenvolvidas, haste alongada e ponta recurvada. Esclerito acessório triangular, articulado a âncora ventral. Barra ventral retangular, com reentrância na porção central. Barra dorsal não observada. Órgão copulatório com 3 ½ anéis enrolados em sentido anti-horário. Peça acessória composta por duas porções, uma tubular e a outra em forma de C, não articulada ao órgão copulatório.

**Comentários**

A descrição desta espécie é incompleta devido ao fato de apenas um espécime ter sido encontrado. A junção das características das âncoras, esclerito acessório, barra e complexo copulatório tornam estes espécimes únicos dentro do gênero. Estudo posterior será necessário para obtenção de maior número de espécimes, descrição dos mesmos e verificação se estes realmente pertencem a *Tereancistrum*. As espécies *Tereancistrum* sp.1, *Tereancistrum* sp.2, *Tereancistrum* sp.3 e *Tereancistrum* sp.4 apresentam características únicas dentro do gênero, dentre elas destaca-se a perda secundária de estruturas haptorais. Se após a análise mais detalhada destas espécies elas permanecerem em *Tereancistrum*, este gênero precisará ser emendado a fim de contemplar tais caracteres.

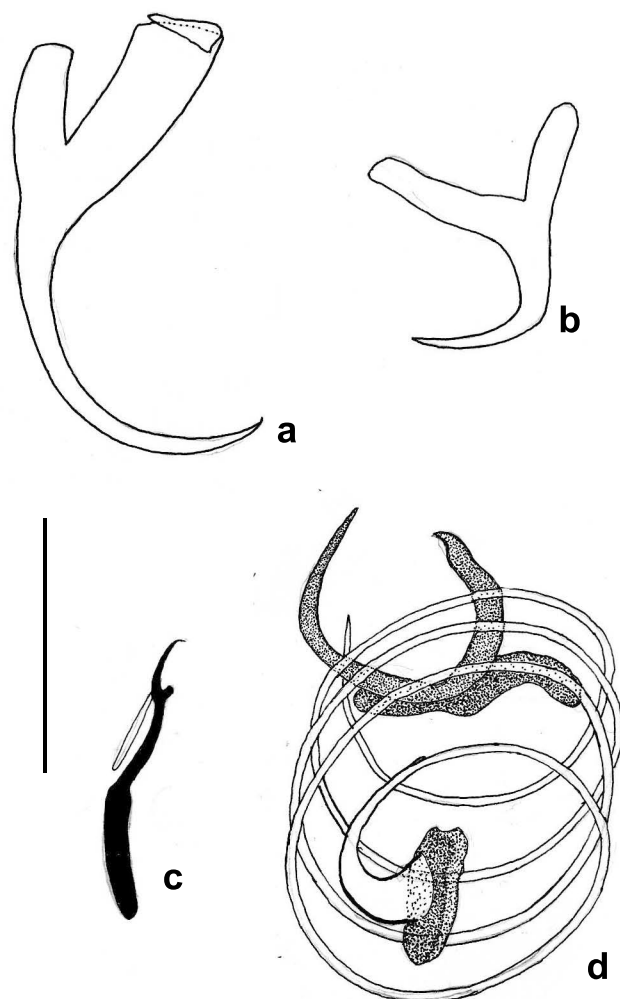
**Resenha ecológica**

Prevalência: 0,32%

Intensidade média: 1 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,01 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 24.** *Tereancistrum* sp.<sup>4</sup> das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. **(a)** Âncora ventral e esclerito acessório. **(b)** Âncora dorsal. **(c)** Gancho. **(d)** Complexo copulatório, vista dorsal. Barra = 10  $\mu$ m.

*Rhinonastes* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1988

***Rhinonastes* sp.**

(Fig. 25)

**Descrição** (baseada em seis espécimes corados em Tricrômico de Gomori e sete espécimes montados em meio de Grey & Wess). Corpo robusto, fusiforme a arredondado, afilado na região anterior. Lobos cefálicos pouco desenvolvidos. Quatro pares de ocelos equidistantes, sendo que os do primeiro par menores. Esôfago curto. Pedúnculo curto. Haptor arredondado a sub-redondo. Âncora ventral subtriangular, de ponta recurvada e bifurcada. Barra ventral dotada de duas projeções anteriores. Ganchos similares, delicados. FH laço com 1/3 do comprimento do pedúnculo. Complexo copulatório formado por órgão copulatório e peça acessória. Órgão copulatório enrolado em 5 a 6 voltas, em sentido anti-horário, Peça acessória distal, não articulada ao órgão copulatório. Testículo posterior constringido medianamente pelo ovário. Ovário alongado a fusiforme, mediano. Vagina enrolada, esclerotizada com bulbo proximal onde se liga a porção terminal muscular do útero. Glândulas vitelogênicas densas sobrepostas aos cecos intestinais.

**Comentários**

*Rhinonastes* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1988 é um gênero monotípico representado por *Rhinonastes pseudocapsaloideum* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1988 parasita de cavidade nasal de *P. nigricans* do lago Janauacá, Amazonas, Brasil. Após a descrição, esta espécie foi registrada em *P. lineatus* da bacia do rio São Francisco (LIZAMA et al., 2005, 2006a, b). *Rhinonastes* sp. difere de *R. pseudocapsaloideum* indubitavelmente pela morfologia do órgão copulatório, que na primeira espécie possui de 5 a 6 voltas e a na segunda 1 ½ a 2 voltas. Além disto, são encontradas diferenças na morfologia da vagina, peça acessória do complexo copulatório e base do cirro. A descrição formal da espécie encontrada em *P. argenteus* será publicada em artigo científico. Este registro amplia a distribuição geográfica de *Rhinonastes* para a bacia do rio São Francisco e inclui mais uma espécie alocada em Prochilodontidae como hospedeiro.

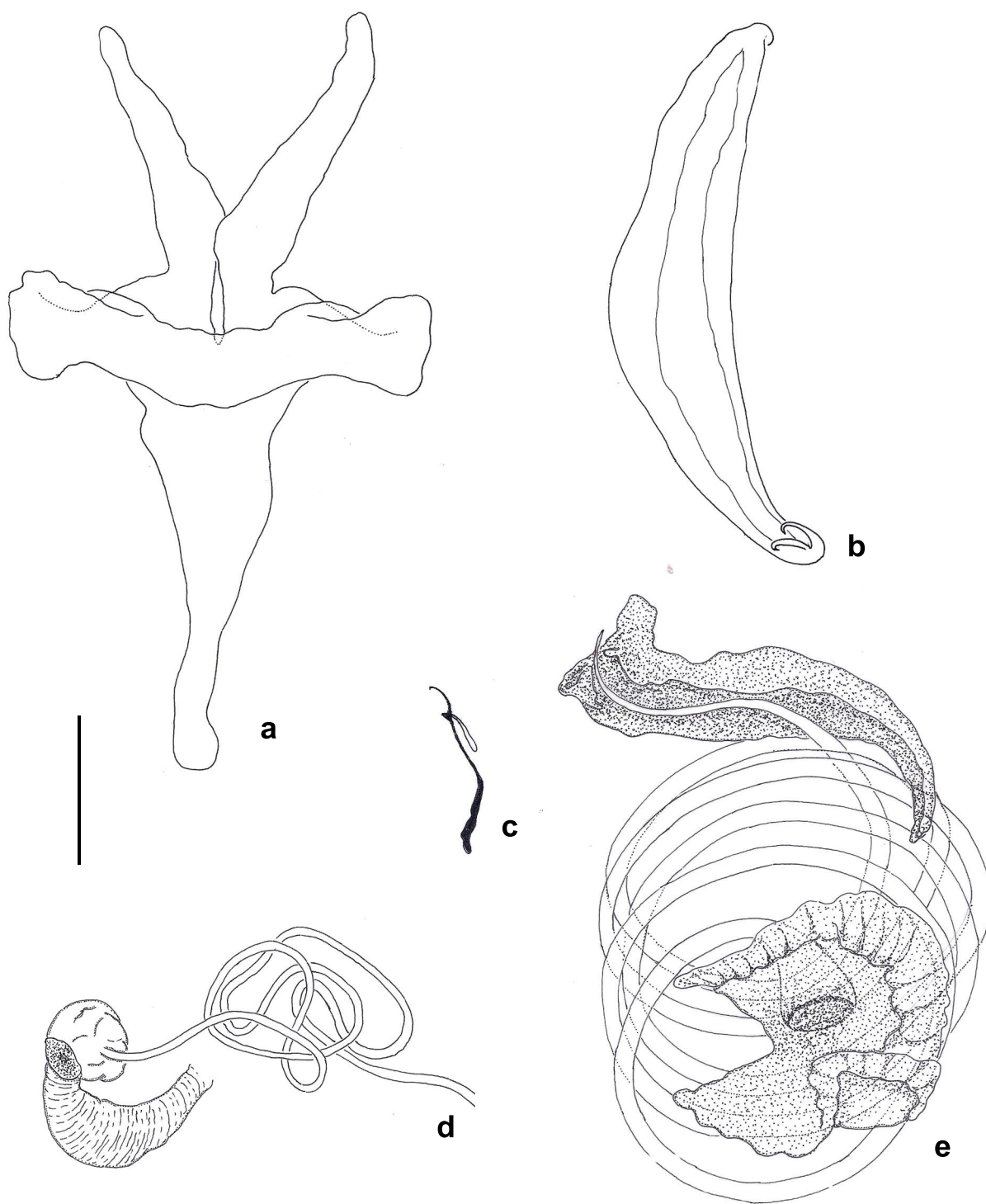
**Resenha ecológica**

Prevalência: 13,46%

Intensidade média: 3,31 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,45 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade nasal



**Figura 25.** *Rhinonastes* sp. das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. (a) Barra ventral. (b) Âncora ventral. (c) Gancho. (d) Vagina. (e) Complexo copulatório = 25  $\mu$ m .

Classe Cercomeridae Brooks, O'Grady & Glen, 1985

Subclasse Cercomeromorphae Bychowsky, 1937

Infraclasse Cestodaria Monticelli, 1891

Coorte Cestoidea Rudolphi, 1808

Subcoorte Eucestoda Southwell, 1930

Ordem Proteocephalidea Mola, 1928

**Metacestóide sp.<sub>1</sub>**

(Fig. 26)

### **Comentários.**

Os metacestóides foram encontrados encistados abaixo da camada mucosa presente nas vilosidades intestinais dos hospedeiros. O grupo, denominado metacestóide sp.<sub>1</sub>, é certamente um complexo de espécies constituído por pelo menos dois táxons. Um deles foi caracterizado por possuir cisto contendo um indivíduo e o outro contendo dois ou mais indivíduos. Estes metacestóides não foram identificados até o nível de família, mas pertencem a Proteocephalidae ou Montelicellidae, porém a distinção entre estas duas famílias só pode ser feita em espécimes adultos.

Os metacestóides sp.<sub>1</sub> foram encontrados aos milhares ao longo do intestino de *P. argenteus* e por isso não foram possível determinar a intensidade de infecção exata, sendo assim os valores de intensidade e abundância, constituem apenas uma estimativa.

Existem diferentes publicações nominando e caracterizando as formas larvais dos cestóides encontradas em seus hospedeiros intermediários. Chervy (2002) revisou a terminologia associada à nomenclatura de cestóides larvais, ou metacestóides, reuniu os principais artigos publicados sobre a terminologia destas larvas, revisou os principais nomes usados por diferentes autores e suas definições. Esta autora caracterizou seis tipos básicos de larvas de cestóides e seus subtipos. Estes metacestóides encontrados entre a camada muscular e a mucosa em toda a extensão do intestino de muitos dos espécimes examinados de *P. argenteus* foram classificados como plerocercóides, por possuírem escólice desenvolvido e evertido, lacunas ausentes, cercômeros presentes ou ausente. Segundo Chervy (2002) estas larvas são infectantes e maturam no hospedeiro definitivo, predadores (peixes carnívoros e aves aquáticas) de seus hospedeiros intermediários. Peixes piscívoros, predadores de topo, como *P. corruscans*, contém muitos cestóides em relação aos outros peixes examinados do alto rio São Francisco (Brasil-Sato, comunicação pessoal), podem ser consumidores de prochilodontídeos como *P. argenteus* parasitados pelos plerocercóides em elevada prevalência e intensidade de infecção.

Plerocercóides haviam sido registrados anteriormente encistados no tegumento de *Choanoscolex abscissus* (Riggenbach, 1896) do rio São Francisco (REGO; GIBSON, 1989). Santos (2008) registrou a presença de plerocercóides de espécie não identificada de Proteocephalidea na mucosa intestinal de *P. piraya* do alto rio São Francisco, o que sugere que este hospedeiro, nesse ecossistema hídrico, sendo considerado um caracídeo predador topo, estava atuando como hospedeiro intermediário ou paratênico no ciclo biológico deste helminto. Plerocercóides não identificados foram registrados também nos caracídeos *T. guentheri* e *T. chalceus*, ambos forrageiros do alto rio São Francisco (ALBUQUERQUE, 2009) e no prochilodontídeo *P. argenteus* da mesma localidade (MONTEIRO *et. al.*, 2009). Além desses, plerocercóides em peixes prochilodontídeos foram registrados por Lizama *et al.* (2005, 2006 a, b), cujas larvas foram encontradas no mesentério de *P. lineatus* do rio Paraná.

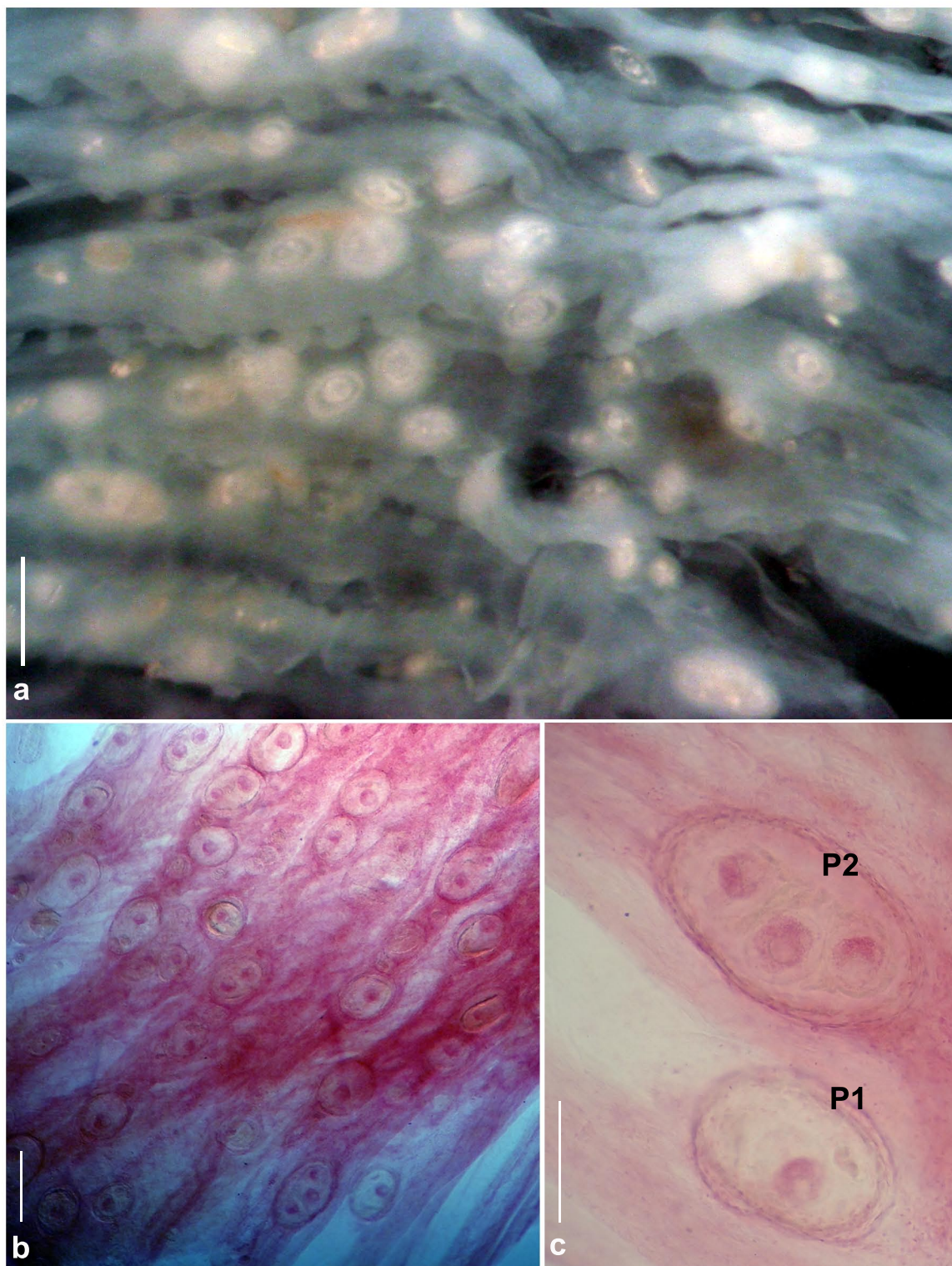
**Resenha ecológica**

Prevalência: 40,38%

Intensidade média: 1.848,54 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 764,44 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: intestino anterior, médio e posterior



**Figura 26.** Metacestóide sp.<sub>1</sub> do intestino de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto São Francisco. **(a)** Tecido parasitado fresco. **(b)** Tecido parasitado corado em Carmin de Langeron. **(c)** Detalhe dos cistos com um plerocercóide (P1) e com dois plerocercóides (P2). Barra = 500  $\mu$ m (a-b) e 250  $\mu$ m (c).

**Metacestóide sp.2**  
(Fig. 27)

**Morfologia.** Cistos amarelados encontrados na cavidade corporal sobre os cecos intestinais. No interior de cada cisto estavam contidos mais de seis plerocercóides, estes caracterizados pela grande quantidade e material de reserva.

**Comentários**

A denominação plerocercóide foi utilizada nestas larvas por elas possuírem as mesmas características morfológicas das larvas observadas do agrupamento anterior.

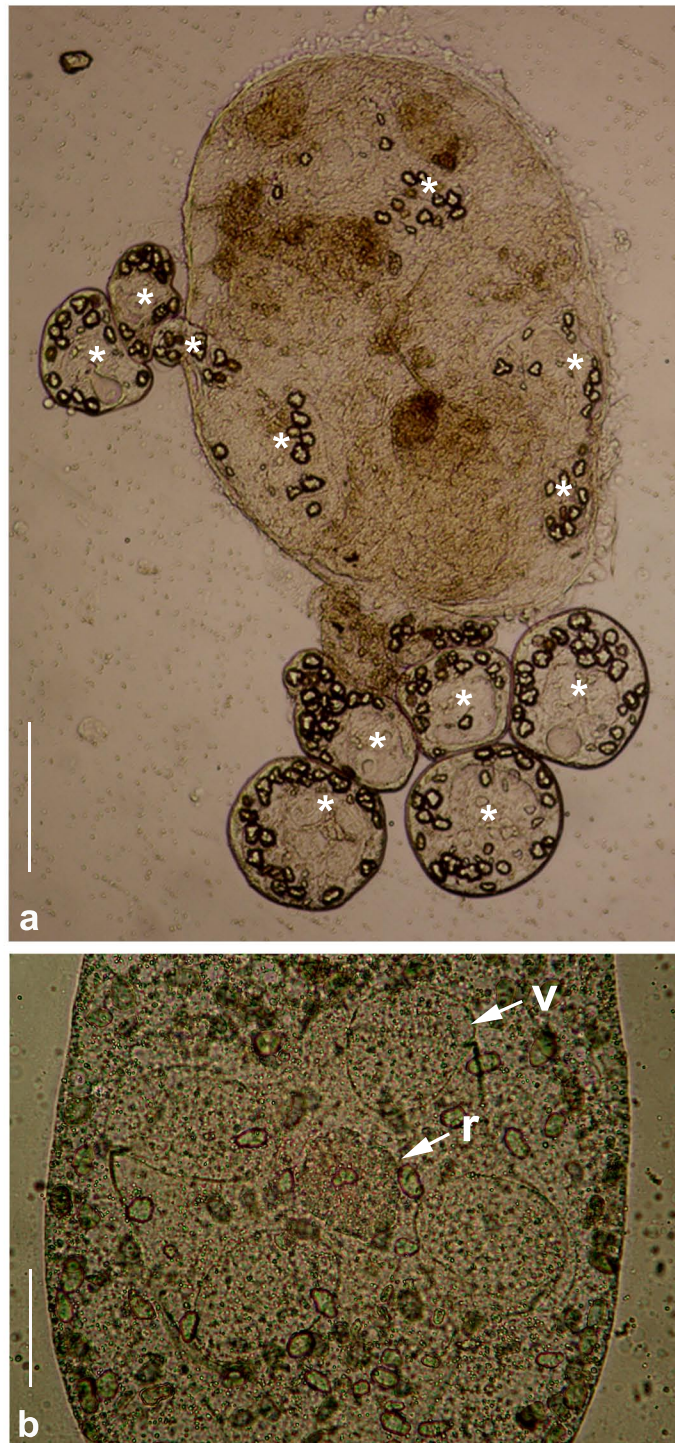
**Resenha ecológica**

Prevalência: 11,86%

Intensidade média: 4,92 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,58 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cecos intestinais



**Figura 27.** Metacestóides sp.<sub>2</sub> dos cecos intestinais de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco. **(a)** Cisto \* indicam os plerocercóides. **(b)** Detalhe de um plerocercóide, ventosa (V) e rostelo (r). Barra = 500  $\mu$ m (a) e 50  $\mu$ m (b).

Ordem Cyclophyllidea van Beneden *in* Braum, 1900  
Família Dilepididae Railleit & Henry, 1909  
*Valipora* Linton, 1927  
***Valipora* sp.**  
(Sinônimo *Ophiovalipora* Hsü, 1935)

**Morfologia** (baseada em seis espécimes corados em hematoxilina de Delafield). Metacestóides encontrados livres na vesícula biliar com 1,2 a 2,1 mm (1,7 mm; n = 5). Escólice dotado de quatro ventosas e rostelo armado com duas fileiras de espinhos sendo uma delas de tamanho diminuto.

**Comentários.** *Valipora* Linton, 1927 agrupa três espécies de cestóides que quando adultos parasitam aves Ardeidae, Ciconiiformes nos cinco continentes (BONA, 1994). Os plerocercóides deste gênero são facilmente reconhecidos por serem encontrados não encapsulados na vesícula biliar de peixes de diferentes espécies, entre outros caracteres. Larvas de *Valipora mutabilis* Linton, 1927 foram encontradas parasitando: *Astyanax aeneus* (Günther) (SALGADO-MALDONADO et al. 2005); *Chirostoma jordani* Woolman (SALGADO-MALDONADO, 2006); *Cichlasoma beani* (Jordan) (SHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2001); *Cichlasoma geddesi* (Regan) (SHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2001; VIDAL-MARTINEZ et al., 2001); *Xenotoca variata* (Bean) (SALGADO-MALDONADO, 2006), *R. guatemalensis* (SHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2001). Espécimes larvais de *V. campylancristrota* foram encontradas em: *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes); *R. guatemalensis* (SHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2001); *C. jordani*, *Chirostoma riojai* Solórzano & López e *X. variatus* (SHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2001; SALGADO-MALDONADO, 2006); *Girardinichthys multiradiatus* (Meek) (SHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2001; SÁNCHEZ-NAVA et al., 2004); *P. scrofa* (TAKEMOTO et al., 1994) e *P. lineatus* (Lizama et al., 2005, 2006). *Prochilodus argenteus* é hospedeiro de plerocercóides de *Valipora* sp. no alto rio São Francisco (MONTEIRO et al. 2010), porém nesta região espécimes adultos nunca foram encontrados. Os espécimes encontrados em *P. argenteus* no presente estudo e por Monteiro et al. (2010) provavelmente pertencem a *V. campylancristrota*, pois esta é a única espécie do gênero encontrada no continente sul americano.

**Resenha ecológica**

Prevalência: 8,97%

Intensidade média: 2,57 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,23 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: vesícula biliar

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

### **Comentários**

As espécies de *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 podem ser identificadas desde o início de seu desenvolvimento pela presença de ventrículo na região posterior do esôfago; ceco e apêndice ventricular únicos, que se originam na região do ventrículo e estão voltados em direção a extremidade anterior e posterior do corpo, respectivamente e poro excretor localizado na base do lábio ventral (MORAVEC, 1998). Nos adultos a morfologia dos lábios e dos interlábios, tamanho relativo do ceco e do apêndice, morfologia e morfometria dos espículos e número e distribuição das papilas caudais são caracteres diagnósticos imprescindíveis. O ciclo biológico das espécies deste gênero envolve pelo menos duas espécies de vertebrados, um peixe (primeiro hospedeiro intermediário) e aves ou mamíferos piscívoros (ANDERSON, 1992). Além destes dois hospedeiros, podem ser incluídos no ciclo, hospedeiros paratênicos, que podem ser invertebrados (crustáceos, principalmente copépodes; oligoquetas e larvas de insetos) ou vertebrados (peixes) (ANDERSON, 1992).

Este gênero agrupa espécies que são encontradas nos cinco continentes, associadas aos mais diferentes tipos de ambientes aquáticos (MADI; SILVA, 2005). Devido à baixa especificidade aos hospedeiros intermediários, e ao crescente esforço empenhado para conhecer os parasitos de peixes no território brasileiro, e ao seu potencial zoonótico, diversos são os registros no Brasil (TRAVASSOS et al., 1928; GUIMARÃES CRISTOFARO, 1974; KOHN et al., 1985; VICENTE et al., 1985; KOHN et al., 1988; EIRAS; REGO, 1989; LEÃO et al., 1991; MORAVEC et al., 1993; MACHADO et al., 1994; BARROS, 1994; BARROS; CAVALCANTI, 1998; LUQUE; ALVES, 2001; AZEVEDO et al., 2006, 2007; CAMPOS et al., 2009; SAAD; LUQUE, 2009; DIAS et al., 2010, entre muitos outros).

No reservatório de Três Marias, alto rio São Francisco, Moreira (1994) registrou larvas de *Contracaecum* em diversos peixes: *Acestrorhynchus britskii* Menezes, *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt), *Salminus hilarii* Valenciennes, *S. brandtii*, *Hoplias lacerdae* Ribeiro, *Leporinus piau* Fowler, *Leporinus taeniatus* Lütken, *Curimatella lepidura* Eigenmann & Eigenmann, *P. maculatus* e *Pimelodus* sp.. Brasil-Sato (2003) listou essas espécies de parasitas em peixes do alto São Francisco e adicionou os hospedeiros *P. corruscans* e *S. brasiliensis*. Santos (2008) encontrou estas larvas em *P. piraya* e *C. kelberi* provenientes do Reservatório de Três Marias, e Albuquerque (2009) em *T. guentheri*. O registro de larvas de *Contracaecum* na cavidade corpórea de *P. argenteus* amplia a lista de hospedeiros conhecidos destes parasitos.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 1,28%

Intensidade média: 2,25 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,02 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade corporal

*Hysterothylacium* Ward & Magath, 1917  
***Hysterothylacium* sp.**

### **Comentários**

Os espécimes larvais das espécies de *Hysterothylacium* Ward & Magath, 1917 a primeira vista são muito semelhantes aos das espécies de *Contracaecum* por possuírem ceco intestinal e apêndice ventricular voltados a direções opostas. No entanto, os espécimes de *Hysterothylacium* possuem o esôfago muito longo quando comparado ao apêndice ventricular, cauda cônica e poro excretor situado próximo à região do anel nervoso (MORAVEC, 1998).

Este gênero composto por aproximadamente 60 espécies, tem *Hysterothylacium brachyurum* Ward & Magath, 1917 como espécie tipo e *Hysterothylacium fortalezae* (Klein, 1973) e *Hysterothylacium reliquens* (Norris & Overstreet, 1975) as duas únicas espécies descritas a partir de espécimes coletados no Brasil (TORRES; SOTO, 2004). Segundo Moravec (1998) somente *Hysterothylacium patagonense* Moravec, Urawa & Coria, 1997, *Hysterothylacium rhamdiae* Brizzola & Tanzola, 1995 e *Hysterothylacium cenotae* (Pearse, 1936) ocorrem como adultos em peixes de água doce da região Neotropical. Segundo Gopar-Merino et al. (2005) são 21 as espécies registradas no continente americano e Hawaii, sendo que até a atualidade outras espécies já foram descritas.

O ciclo biológico de espécies de *Hysterothylacium* não foi elucidado, ou, é parcialmente conhecido, mas sabe-se que são utilizados hospedeiros intermediários invertebrados, como moluscos gastrópodes e cefalópodes e crustáceos (ANDERSON, 1992) e hospedeiros definitivos, peixes dos mais diferentes tipos de ambientes aquáticos (MORAVEC, 1998). Os peixes além de serem hospedeiros definitivos, participam como hospedeiros paratênicos de uma ampla variedade de espécies. Nesses hospedeiros as larvas ocorrem na cavidade celomática, na camada serosa que reveste os diferentes órgãos e/ou encistadas na cavidade celomática.

As larvas de *Hysterothylacium* têm sido registradas em diversas localidades em uma ampla gama de peixes representantes de diferentes famílias e por isso foram consideradas generalistas (MORAVEC et al., 1993). Brasil-Sato (2003) listou os parasitos registrados em peixes da região do alto São Francisco e larvas ou adultos de *Hysterothylacium* foram incluídas nesta listagem de táxons nominais. Brasil-Sato & Santos (2005) destacaram que os espécimes larvais de *Heterotyphlum* Spaul, 1927 encontrados e identificados por MOREIRA (1994) em *T. chalceus*, *S. franciscanus* (Characidae), *A. britskii* (Acestrorhynchidae), *H. cf. lacerdae* (Erythrinidae), *P. maculatus* (Pimelodidae) e *P. squamipennis* (Sciaenidae) do reservatório de Três Marias, apresentavam caracteres das larvas de espécies de *Hysterothylacium*. Recentemente, Santos (2008) registrou larvas de *Hysterothylacium* em *P. piraya*, *S. brandtii* (Characidae) e *C. kelberi* (Cichlidae) do reservatório de Três Marias e Albuquerque (2009) registrou-as em *T. guentheri* e *T. chalceus* (Characidae) da mesma localidade, com prevalência acima de 30% em ambos hospedeiros. Em *P. argenteus* (Prochilodontidae), novo hospedeiro das larvas deste parasito na região do alto São Francisco, as larvas de *Hysterothylacium* ocorreram com prevalência inferior a 1%.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 0,32%

Intensidade média: 3 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,87 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade corporal

Ordem Spiruridea Chitwood, 1933  
Superfamília Dracunculoidea Cameron, 1934  
Família Guyanemidae Petter, 1974  
***Guyanema* sp.**  
(Figs 28 e 29)

**Descrição** (baseada em 12 espécimes, 6 machos e 6 fêmeas). Nematóides de tamanho médio, com dimorfismo sexual evidente, sendo as fêmeas aproximadamente quatro vezes mais compridas que os machos. Cutícula delicada e lisa. Extremidade anterior em forma de seta em vista ventral. Abertura oral pequena, cercada por oito papilas cefálicas, sendo quatro circumorais e quatro laterais, um par de anfidios. Cápsula bucal ausente, esôfago composto por porção anterior muscular dilatada anteriormente mais curta e estreita que a porção posterior muscular; presença de bulbo glandular na junção do esôfago glandular com o muscular; esôfago glandular provido de dois núcleos celulares pequenos, um situado na porção mediana e o outro próximo à junção com o intestino. Esôfago muscular une-se ao intestino através de uma pequena válvula. Anel nervoso situado na porção mediana do esôfago muscular; poro excretor ligeiramente posterior ao anel nervoso. Deirídeos não observados. Cauda alongada, voltada ventralmente.

**Machos.** Corpo 2,3 a 3,2 mm (2,7 mm; n=6) de comprimento, 57 a 90 µm (72 µm; n = 6) de largura. Esôfago muscular 150 a 177 µm (161 µm; n = 6) de comprimento, 10 a 22 µm (16 µm; n = 6) de largura, esôfago glandular 0,86 a 1,29 mm (1,02 mm; n = 5) de comprimento, 40 a 60 µm (48 µm; n = 6) de largura; relação entre esôfago muscular / esôfago muscular 1:4,91 a 1: 7,73 (1:6,33), bulbo glandular com 12 a 32 µm (23 µm; = 6) de comprimento, 10 a 42 µm (25 µm; n = 5) de largura. Anel nervoso e poro excretor distando 90 a 140 µm (116 µm; n = 5) e 117 a 120 µm (118 µm; n=3), da extremidade anterior, respectivamente. Extremidade posterior do corpo voltada ventralmente, com asa caudal dilatada na sua porção posterior suportada por papilas pedunculadas; 4 pares de papilas pré-cloacais, quarto par bem próximo à cloaca; 7 pares de papilas pós-cloacais reunidas em dois grupos distantes entre si, primeiro grupo formado por 3 pares de papilas, sendo os dois primeiros pares mais próximos, mais curtos e menos robustos que o terceiro par, segundo grupo formado por quatro pares de papilas, primeiro par mais longo e robusto que os demais, segundo e terceiro formando ângulo entre si, quarto par curto, localizado bem próximo a porção final da cauda. Espículos iguais e similares, bem esclerotizados, com 227 a 347 µm (313 µm; n = 5) comprimento, 5 µm (n = 5) de largura. Cauda afilada com 65 a 97 µm (83 µm; n=5) de comprimento.

**Fêmeas.** Corpo 8,42 a 12,30 mm (10,85 mm; n = 6) de comprimento, 52 a 95 µm (71 µm; n = 6) de largura. Esôfago muscular com 220 a 342 µm (290 µm; n = 5) de comprimento, 20 a 27 µm (23 µm; n = 4) de largura, esôfago glandular com 0,78 a 1,21 mm (1,01 mm; n = 5) de comprimento, 42 a 60 µm (50 µm; n = 5) de largura; relação entre esôfago muscular e esôfago muscular 1:2,92 a 1:3,99 (1:3,50). Anel nervoso e poro excretor distando 177 a 217 µm (191 µm; n = 5) e 197 a 252 µm (224 µm; n = 3) da extremidade anterior, respectivamente. Vulva lisa, distando 0,67 a 1,07 mm (0,84 mm; n = 6), 355 a 455 µm (388 µm; n = 6) da extremidade anterior do corpo e da extremidade distal do esôfago muscular, respectivamente. Vagina muscular em forma de bulbo, voltada posteriormente, 47 a 90 µm (68 µm; n = 6) de comprimento. Porção anterior do útero sobreposta ao esôfago glandular e ao intestino formando um tubo estreito sem larvas no interior, próximo a porção terminal do esôfago glandular útero dilata-se e são encontradas larvas completamente desenvolvidas, em desenvolvimento e ovos no seu interior. Cauda afilada 157 a 205 µm (181 µm; n = 6) de comprimento.

### Comentários.

A família Guyanemidae agrupa nematóides parasitos da cavidade peritoneal e tecidos de peixes de ambientes dulciaquícolas ou marinhos (MORAVEC, 2006). Os gêneros encontram-se agrupados em duas subfamílias Guyaneminae e Travassosneminae a distinção entre elas é feita através da proporção entre o esôfago muscular e o glandular e apêndice esofágico posterior livre ou preso. Em Guyaneminae atualmente são alocados quatro gêneros: *Guyanema* Petter, 1974, *Pseudodelphis* Adamson & Roth, 1990, *Histodytes* Aragort, Álvarez, Iglesias, Leiro & Sanmartin, 2002 e *Moravecia* Ribu & Lester, 2004, que são diferenciados basicamente pela presença ou ausência de asa caudal, número e distribuição das papilas caudais dos machos, local de infecção e se os hospedeiros definitivos são de ambientes marinhos ou dulciaquícolas. As seguintes características encontradas nos espécimes coletados em *P. argenteus* levaram a inclusão destes em *Guyanema*: (1) boca rodeada por duas fileiras de papilas; (2) cápsula bucal ausente; (3) esôfago muscular e glandular, sendo a segunda porção mais extensa; (4) macho dotado de asa caudal e papilas pré- e pós- cloacais e (5) fêmeas ovovivíparas com vulva anterior.

Moravec (1998) revisou os nematóides parasitos de peixes de água doce da região Neotropical, e propôs uma chave para a identificação das espécies. Segundo este autor, são cinco as espécies de *Guyanema*: *Guyanema seriei* Petter, 1974 (espécie tipo); *Guyanema ancistri* Petter, 1987; *Guyanema baudii* Petter & Dloughy, 1985; *Guyanema longispiculum* Moravec, Prouza & Royero 1996 e *Guyanema raphiodoni* Moravec, Kohn & Fernandes, 1993 e parasitas de peixes das famílias Characidae, Loricariidae e Erythrinidae.

Nos espécimes encontrados em *P. argenteus* a presença de uma estrutura semelhante a um bulbo glandular entre o esôfago muscular e glandular é única entre as espécies do gênero, além disto, a vulva também apresenta localização diferente quando comparada as demais alocadas em *Guyanema*. Estas duas diferenças, entre as outras encontradas, são suficientes para a descrição de uma nova espécie. Somente após a análise do material representativo das espécies de *Guyanema* será possível concluir sobre a alocação dos espécimes encontrados em *P. argenteus* em *Guyanema* e nesse caso, com necessária emenda diagnóstica.

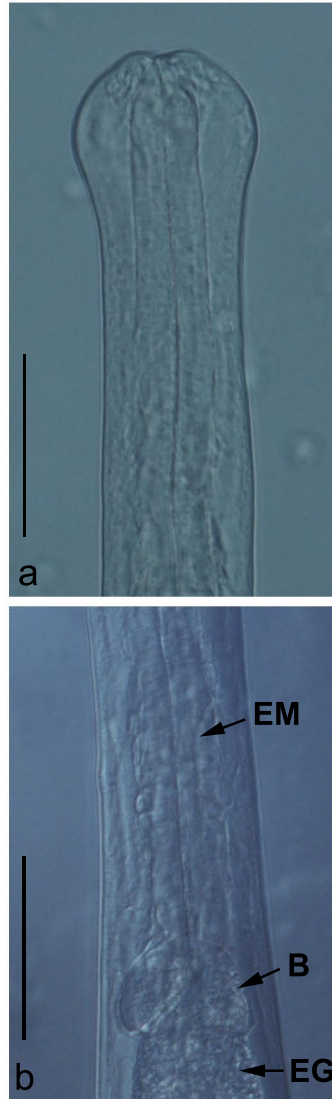
### Resenha ecológica

Prevalência: 31,09%

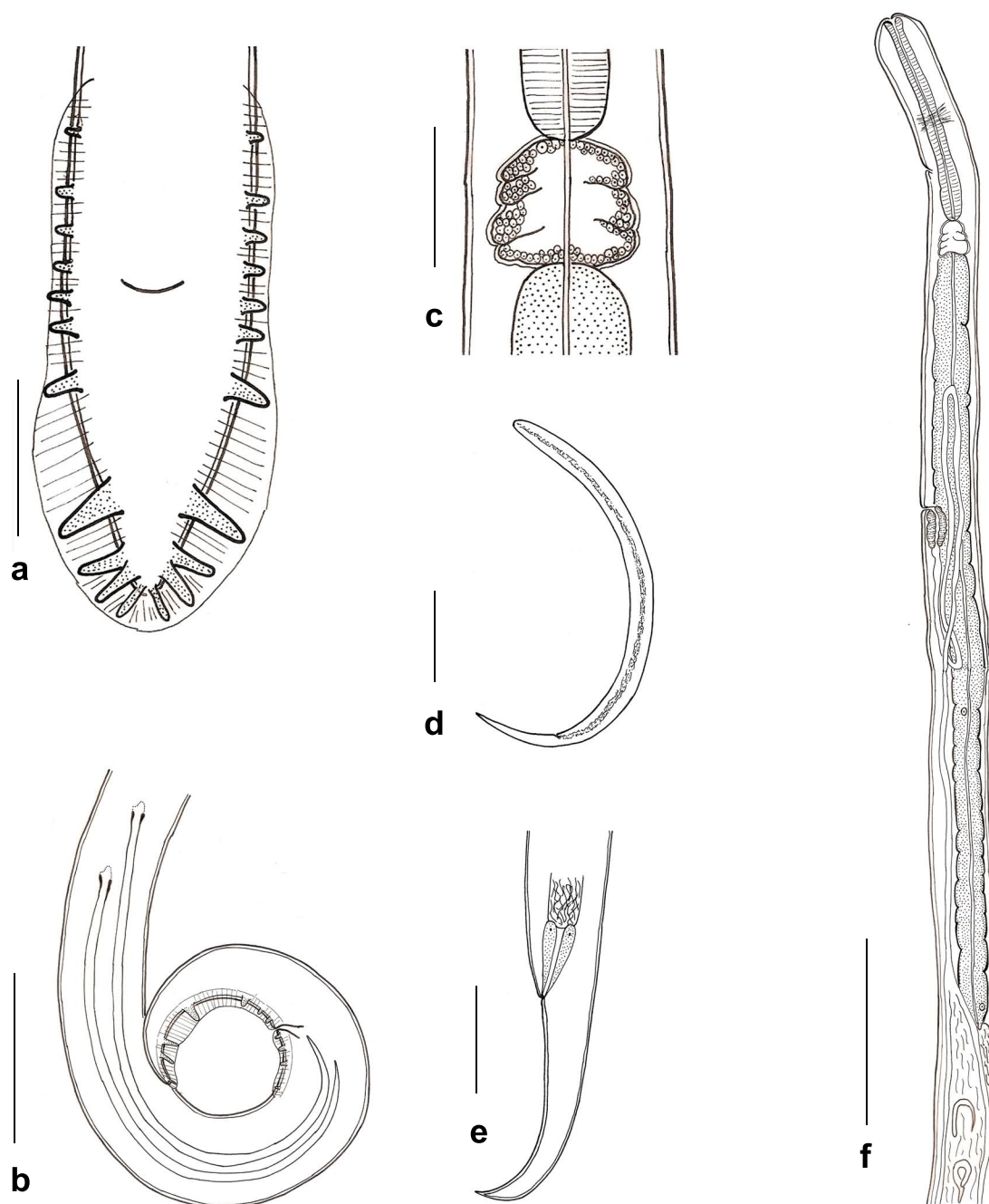
Intensidade média: 2,79 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,04 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: vesícula gasosa



**Figura 28.** *Guyanema* sp. de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais. **(a)** Detalhe da extremidade anterior. **(b)** Detalhe da junção do esôfago muscular (EM) com o esôfago glandular (EG), entre eles, bulbo esofágico (B). Barras = 50  $\mu$ m.



**Figura 29.** *Guyanema* sp. de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco, Minas Gerais. Extremidade posterior do macho: **(a)** vista ventral; **(b)** vista lateral. **(c)** Bulbo glandular entre esôfago muscular e glandular. **(d)** Larva. **(e)** Extremidade posterior da fêmea, vista lateral; **(f)** Extremidade anterior da fêmea, vista lateral. Barra = 50  $\mu$ m (a); 100  $\mu$ m (b, c, d, f); 25  $\mu$ m (c) e 300  $\mu$ m (f).

Família Philometridae Baylis & Daubney, 1926

*Philometra* Costa, 1845

***Philometra* sp.**

(Fig. 30)

**Descrição** (baseada em cinco fêmeas grávidas clarificadas e montadas temporariamente em lactofenol). Corpo longo afilado, 82 a 136 mm de comprimento (106 mm; n = 3), 1,8 a 3,2 mm (2,1 mm; n = 4) de largura. Cutícula com estriações delicadas. Dois pares de papilas cefálicas conspícuas.

### **Comentários.**

Nematóides da ordem Dracunculoidea têm como hospedeiros intermediários crustáceos aquáticos, copépodos, ostrácodos e braquiuros e como hospedeiros definitivos mais de 300 espécies de peixes, distribuídos em 25 ordens, 84 famílias nos diferentes ambientes aquáticos (MORAVEC, 2006). São reconhecidamente patogênicos no hospedeiro definitivo, sendo agentes de muitas doenças (citar referências).

Dentre os dracunculoideos, as espécies de *Philometra* Costa, 1845 parasitam diversos tecidos em peixes, seus hospedeiros definitivos, nos quais são conhecidas inclusive pela destruição das gônadas e até mesmo por causarem castração parasitária. (RAMASHANDRA, 1975). A maioria das espécies de *Philometra* tem suas descrições baseadas solidamente em fêmeas. Machos de várias espécies permanecem desconhecidos por serem bem menores que as fêmeas (com poucos milímetros de comprimento), não parasitam os mesmos locais que as fêmeas grávidas e por terem ocorrência rara, temporária ou até mesmo sazonal no hospedeiro definitivo (MORAVEC, 2006).

Seguindo a chave para identificação das espécies de *Philometra* são quatro as espécies parasitas de peixes: *Philometra balastii* Rasheed, 1963; *Philometra ocularis* Moravec, Ogawa, Suzuki, Miyazaki & Donai, 2002; *Philometra salgadoi* Vidal-Martínez, Aguirre-Macedo & Moravec, 1985 e *Philometra parasiluri* Yamaguti, 1935. As três primeiras parasitam peixes marinhos e *P. parasiluri* possui tamanho reduzido das fêmeas (34 a 55 mm) quando comparadas com as fêmeas de *Philometra* sp. que possuem mais de 80 mm de comprimento.

Após Moravec (2006), seis novas espécies de *Philometra* foram descritas. *Philometra justine* Moravec, Buron & Roumillat, 2006, *Philometra gymnosaedae* Moravec, Lober & Konečný, 2007, *Philometra mexicana* Moravec & Salgado-Maldonado, 2006 e *Philometra spicariae* Moravec, Gaglio, Giavinetto & Marino, 2010 a partir de hospedeiros marinhos, e portanto a espécie encontrada em *P. argenteus* não poderia estar entre elas. As outras duas espécies descritas em 2006 foram *Philometra overstreeti* Moravec & Buron, 2006 e *Philometra carolinensis* Moravec, Buron & Roumillat, 2006 de hospedeiros de água doce, que foram encontrados encapsulados entre os dentes e nos ovários dos hospedeiros, respectivamente. As espécies de *Philometra* além de serem específicas quanto aos hospedeiros, são específicas quanto aos locais de infecção. Como os espécimes de *Philometra* coletados em *P. argenteus* foram obtidos na cavidade ocular dos hospedeiros, provavelmente pertencem a uma espécie ainda não descrita. *Philometra* sp. havia sido registrada anteriormente em *P. maculatus* na bacia do rio São Francisco (BRASIL-SATO, 2003) e o presente registro de espécimes de uma espécie de *Philometra* em *P. argenteus* amplia a lista de hospedeiros conhecidos deste gênero na bacia hidrográfica em questão.

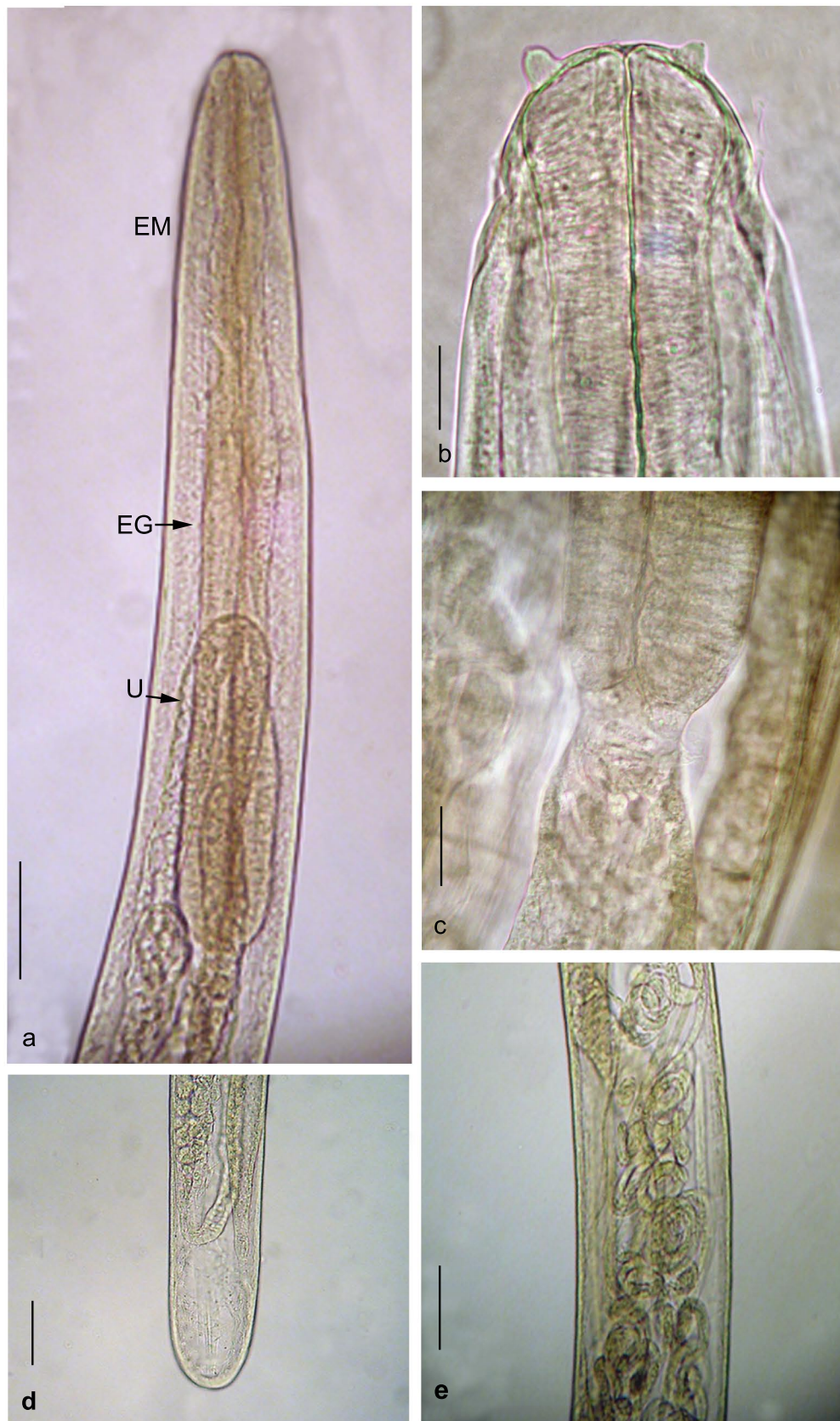
**Resenha ecológica**

Prevalência: 7,37%

Intensidade média: 1,61 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,11 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade ocular



**Figura 30.** Fêmeas de *Philometra* sp. parasita de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais. **(a)** Detalhe da extremidade anterior, esôfago muscular (EM), esôfago glandular (EG) e útero (U). **(b)** Detalhe da região cefálica. **(c)** Junção do esôfago muscular com o esôfago glandular. **(d)** Extremidade posterior. **(e)** Larvas no interior do corpo da fêmeas. Barras = 500  $\mu\text{m}$  (a, d) e 100  $\mu\text{m}$  (b, c, e).

*Philometroides* Yamaguti, 1935  
(Sinônimo: *Pseudophilometroides* Parukhin, 1966)

***Philometroides* sp.**

(Fig. 31)

**Comentários.**

Nematóide da família Philometridae têm sua taxonomia baseada principalmente na morfologia das fêmeas, devido ao fato dos machos apresentarem tamanho bastante reduzido e serem desconhecidos para muitas espécies e a grande maioria dos caracteres de ordem taxonômica estarem presentes nas fêmeas (RASHEED, 1963; CHABAUD, 1975; MORAVEC & SHAHAROM-HARRISON, 1989; MORAVEC et al. 1998). Atualmente, as espécies cujas fêmeas possuem bossas cuticulares estão agrupadas em dois gêneros, *Philometra* e *Paraphilometroides* Moravec & Shararom-Harrison, 1989, sendo que o segundo é monotípico, caracterizado por uma morfologia mais complexa das estruturas cefálicas (MORAVEC & VAN AS, 2001) e ainda não foi encontrado na região Neotropical (MORAVEC, 1998). Segundo Moravec (2006) são 26 as espécies incluídas neste gênero, mas somente duas *Philometroides caudata* Moravec, Scholz & Vidal-Rodríguez, 1995 e *Philometroides maplestoni* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) são encontradas na região Neotropical (MORAVEC, 1998).

A única fêmea de *Philometroides* encontrada parasitando a cavidade corporal de *P. argenteus*, foi identificada como pertencendo a este gênero devido a presença de bossas cuticulares entre outros caracteres. A identificação até o nível específico não foi possível devido ao mal estado de conservação desse espécime encontrado.

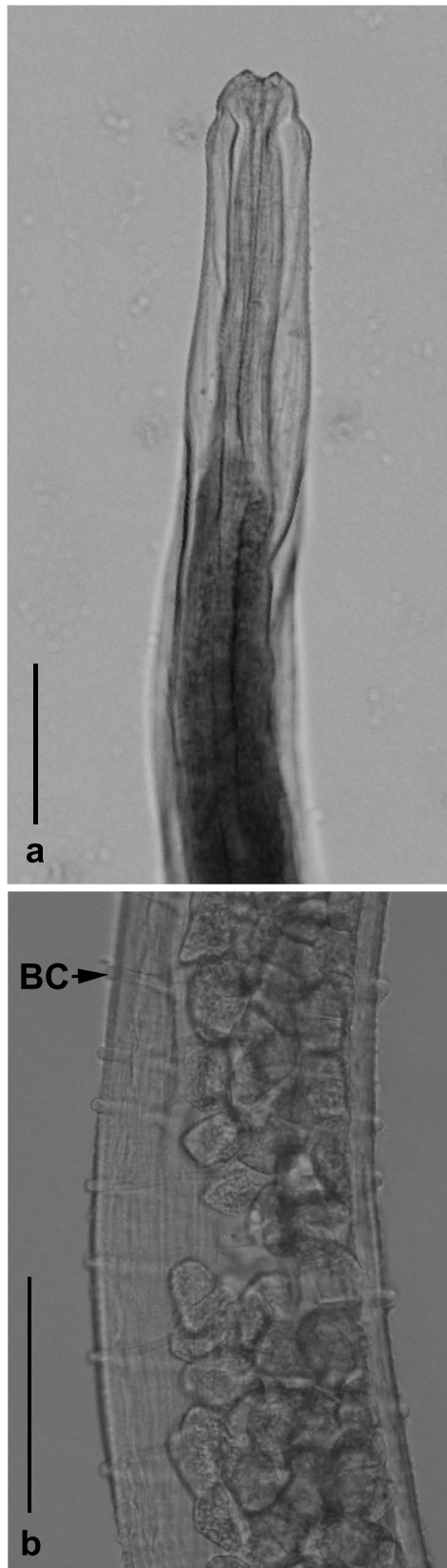
**Resenha ecológica**

Prevalência: 0,32%

Intensidade média: 1 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,001 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: cavidade corporal



**Figura 31.** *Philometroides* sp. de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Extremidade anterior. (b) Detalhe mostrando bossas cuticulares (BC). Barra = 100  $\mu$ m.



Superfamília Habronematidea Chitwood & Wehr, 1932  
*Spinitectus* Fourment, 1883  
***Spinitectus asperus* Travassos, Pereira & Artigas, 1928**  
(Sinônimo: *Spinitectus jamundensis* Thatcher & Padilha, 1977)  
(Fig. 32)

**Morfologia e morfometria** (baseada em oito espécimes machos e oito espécimes fêmeas). Nematóides pequenos. Anéis cuticulares de espinhos lateralmente interrompidos. Dois pseudolábios presentes, duas papilas submedianas, e quatro lábios submédios. Vestíbulo longo. Esôfago muscular curto. Esôfago glandular 5 a 6 vezes maior que o muscular. Anel nervoso posterior ao vestíbulo. Poro excretor entre o 13<sup>o</sup> e o 14<sup>o</sup> anel de espinhos.

**Fêmeas.** Corpo 6,93 a 9,84 mm (7,89 mm; n = 8) de comprimento, 237 a 325 µm (281 µm; n = 8) de largura. Anéis iniciando próximos da extremidade anterior e terminando 45 a 63 µm (54 µm; n = 8) da extremidade posterior. Número de espinhos por anéis aumentado progressivamente em direção a região posterior do corpo. Primeira fileira com 16 espinhos, atingindo 90 na região do esôfago glandular, decrescendo em número em relação a extremidade posterior do corpo. Fileiras de espinhos distantes 12 a 24 µm (19 µm; n = 7) entre si. Espinhos finos e pontiagudos, com 9 a 15 µm (13 µm; n = 21) de comprimento, sendo os maiores encontrados na região muscular do esôfago. Vestíbulo 102 a 134 µm de comprimento. Anel nervoso e poro excretor distando 132 a 182 µm (167 µm; n = 6) e 217 a 355 µm (309 µm; n = 5) da extremidade anterior, respectivamente. Vulva pós-equatorial, distando 2,92 a 3,60 mm (3,28 mm; n = 7) da extremidade posterior. Útero anfidelfo. Ovos maduros embrionados 28 a 34 µm (32 µm; n = 10) de comprimento, 22 a 31 µm (25 µm; n = 10) de largura.

**Machos.** Corpo com 2,73 a 4,92 mm (4,18 mm; n = 8) de comprimento, 156 a 189 µm (173 µm; n = 8) de largura. Anéis iniciando próximos da extremidade anterior e terminando 620 a 731 µm (687 µm; n = 7) da extremidade posterior no lado dorsal, 465 a 579 µm (524 µm; n = 8) no lado ventral. Primeira fileira com 16 espinhos, atingindo 60 na região do esôfago glandular. Vestíbulo longo, com 87 a 134 µm (115 µm; n = 8) de comprimento. Anel nervoso distando 112 a 154 µm (128 µm; n = 7) da extremidade anterior do corpo. Asa caudal longa. Cauda dotada de 4 pares de papilas pré-anais, 5 pares pós-anais e um par de fasmídios. Espículo maior (esquerdo) 209 a 241 µm (227 µm; n = 6) de comprimento. Espículo menor (direito) 72 a 99 µm (83 µm; n = 6) de comprimento. Cauda 165 a 194 µm (178 µm; n = 7) de comprimento.

### Comentários

As espécies de *Spinitectus* Fourment, 1883 representam nematóides de tamanho mediano dotados de anéis cuticulares transversos providos de fileiras de espinhos cuticulares contínuas ou não, voltados posteriormente. A disposição destas fileiras, associadas à caracteres do tubo digestivo e principalmente forma e tamanho dos espículos são usadas na identificação das diferentes espécies.

*Spinitectus asperus* foi descrita a partir de um único espécime fêmea coletado em *P. scrofa* no estado de São Paulo (TRAVASSOS et al., 1928). Entre os hospedeiros, estão as seguintes espécies de *Prochilodus*: *P. reticulatus* (THATCHER; PADILHA, 1977), *P. lineatus* (RAMALLO et al., 2000) e *P. argenteus* (MONTEIRO et al., 2009) no Brasil. *Spinitectus jamundensis* foi descrita a partir de espécimes coletados no tubo digestivo de *P. reticulatus* e considerada distinta de *S. asperus* por possuir maior distância entre as fileiras de espinhos, glândulas esofagianas e ovos maiores. Fernandes et al. (1982) redescreveram *S. asperus* e descreveram pela primeira vez o macho desta

espécie. Através deste estudo as autoras mostraram que *S. jamundensis* é sinônimo de *S. asperus*, e que as diferenças apontadas pelos autores no momento da descrição foram devidas a análise de um único espécime de *S. asperus*.

O primeiro registro de *S. asperus* em *P. argenteus* do São Francisco foi realizado por Monteiro et al. (2009).

#### **Resenha ecológica**

Prevalência: 42,63%

Intensidade média: 3,47 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 1,49 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: esôfago e estômago



**Figura 32.** *Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 do estômago de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto São Francisco. **(a)** Extremidade anterior. **(b)** Extremidade anterior, seta indica anel de espinhos interrompido. **(c)** Extremidade posterior da fêmea, seta indica último anel de espinhos. **(d)** Extremidade posterior do macho, setas indicam espículo maior e espículo menor. Barra = 50  $\mu\text{m}$  (a, b), 200  $\mu\text{m}$  (c), 100  $\mu\text{m}$  (d).



Filo Acanthocephala Rudolphi, 1808  
Classe Eoacanthocephala Van Cleave, 1936  
Ordem Neoechinorhynchidea Southwell & Macfie, 1925  
Família Neoechinorhynchidae Van Cleave, 1919  
Subfamília Neoechinorhynchinae Travassos, 1926  
*Neoechinorhynchus* Hamann, 1892  
***Neoechinorhynchus prochilodorum* Nickol & Thatcher, 1971**

**Descrição** (baseada em dois espécimes machos e dois espécimes fêmeas, ambos adultos). Probóscide globular, armada com três círculos de seis ganchos cada. Ganchos do círculo apical com 51 a 57  $\mu\text{m}$  de comprimento (54  $\mu\text{m}$ ; n = 8), círculo mediano com 39 a 48  $\mu\text{m}$  de comprimento (43  $\mu\text{m}$ ; n = 7) e anel posterior com 28 a 37  $\mu\text{m}$  de comprimento (34  $\mu\text{m}$ , n = 6). Lemniscos de tamanhos similares, sendo que o mais longo possui dois núcleos e o outro apenas um. Dois testículos de tamanho distintos, *in tandem*, pouco sobrepostos; Glândula de cimento única e sincicial. Ovos com 26 a 29 de comprimento (27  $\mu\text{m}$ ; n = 12) e 8 a 13  $\mu\text{m}$  de largura (10  $\mu\text{m}$ ; n = 12).

**Comentários.**

Os espécimes encontrados em *P. argenteus* foram obtidos de peixes fixados, o que tornou inviável o procedimento padrão para fixação de parasitos deste grupo. Devido a isto, não foi possível a obtenção de algumas medidas de estruturas do aparelho reprodutor de machos e de fêmeas e a identificação ao nível específico foi feita através dos ganchos da probóscide e tamanho relativo dos lemniscos.

Santos et al. (2008) apresentaram uma lista das espécies de acantocéfalos registradas em território brasileiro; dentre elas estão as seguintes espécies de *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892: *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) buttnerae* Golvan, 1956 (GOLVAN, 1956; THATCHER, 1991; FERRAZ DE LIMA et al., 1990; MALTA et al., 2001; FISCHER et al., 2003); *N. (N.) curemai* (NORONHA, 1973; 1984; KOHN et al., 1985; KOHN; FERNANDES, 1987; BRASIL-SATO; PAVANELLI, 1999; RANZANI-PAIVA et al., 2000; MARTINS et al. 2000; 2001; SANTOS et al., 2003; 2005; PAVANELLI et al., 2004; LIZAMA et al., 2005; 2006 a; b); *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) macronucleatus* Machado-Filho, 1954 (MACHADO-FILHO 1954; FABIO, 1983); *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) paraguayensis* Machado-Filho, 1959 (MACHADO-FILHO, 1959; NICKOL; PADILHA, 1979; AZEVEDO et al., 2006; THATCHER, 1991; 2006; CARVALHO et al., 2010; *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 (BRASIL-SATO; PAVANELLI, 1998; 1999; BRASIL-SATO, 2003; SANTOS; BRASIL-SATO, 2004; SANTOS et al., 2007; *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) pterodoridis* Thatcher, 1981 (THATCHER, 1981; 1991). Posteriormente, Monteiro et al. (2009) registraram a presença de *N. prochilodorum* em *P. argenteus* da bacia do rio São Francisco, sendo assim, são oito as espécies de *Neoechinorhynchus* encontradas em território brasileiro. Os espécimes encontrados em *P. argenteus* foram identificados como *N. prochilodorum* comparando os dados morfométricos e a morfologia com a descrição original (NICKOL; THATCHER, 1971). *Neoechinorhynchus curemai* é a espécie deste gênero mais comumente encontrada em espécies de *Prochilodus*, esta é caracterizada pela presença de dois ganchos maiores que os demais na primeira fileira de ganchos, entre outras características. Os espécimes encontrados em *P. argenteus* apresentaram todos os ganchos da primeira fileira de tamanho similar e ovos com 27  $\mu\text{m}$  X 10  $\mu\text{m}$ . Em *N. prochilodorum* os ovos que variam entre 26 e 29  $\mu\text{m}$  de comprimento por 7 a 12  $\mu\text{m}$  de largura enquanto em *N. curemai*

este varia entre 36 a 54 µm de comprimento, 18 a 21 µm de largura (MARTINS et al., 2000). Este é o segundo registro de *N. prochilodorum* neste hospedeiro na bacia do rio São Francisco.

**Resenha ecológica**

Prevalência: 1,60%

Intensidade média: 3,40 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,05 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: porção anterior e média do intestino

Filo Arthropoda Latreille, 1829  
Classe Crustacea Brännich, 1772  
Subclasse Copepoda Milne Edwards, 1840  
Ordem Poecilostomatoidea Thorell, 1859  
Família Ergasilidae Nordmann, 1832  
*Acusicola* Cressey, 1970  
***Acusicola* sp.**

### **Comentários**

São conhecidas aproximadamente 330 espécies de copépodes parasitos em ambientes de água doces, estes têm como hospedeiros peixes e também moluscos (BOXSHALL; DAFEYE, 2008). A família Ergasilidae até 1995 agrupava 24 gêneros válidos (AMADO et al.; 1995). No Brasil, são encontrados 14 gêneros parasitos de peixes, sendo o gênero *Acusicola* representado pelas seguintes espécies: *Acusicola brasiliensis* Amado & Rocha, 1996; *Acusicola cunula* Cressey & Collette, 1970; *Acusicola lycengraudilis* Thatcher & Boeger, 1983; *Acusicola paracunula* Amado & Rocha, 1996; *Acusicola pellowidii* Thatcher & Boeger, 1983; *Acusicola rotunda* Amado & Rocha, 1996; *Acusicola spinulosa* Amado & Rocha, 1996 e *Acusicola tucunarensis* Thatcher, 1984 (LUQUE; TAVARES, 2007). Este é o primeiro registro de uma espécie de *Acusicola* em *Prochilodus* da bacia do rio São Francisco.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 4,81%  
Intensidade média: 2,87 helmintos/hospedeiro  
Abundância média: 0,13 helmintos/hospedeiro  
Local de infecção: filamentos branquiais

## ***Gamidactylus* sp.**

### **Comentários.**

Segundo Luque & Tavares (2007) são três as espécies de *Gamidactylus* parasitas de peixes de água doce no Brasil: *Gamidactylus bryconis* Varella, 1994 registrada em *Brycon amazonicus*, *B. melanopterus*, (VARELLA, 1994); *Gamidactylus hoplii* Varella & Malta, 1995 de *H. malabaricus* (VARELLA; MALTA 1995) e *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher & Boeger, 1984 de *C. macropomum* (THATCHER; BOEGER 1984), *P. lineatus* (LIZAMA et al. 2005; 2006a), *S. insignis* (GUIDELLI, 2006). Após, mais uma espécie foi descrita e registrada em peixes do Brasil, *Gamidactylus piranhus* Thatcher, Santos & Brasil-Sato, 2008 de *P. piraya* (hospedeiro tipo) e *S. brandtii* (THATCHER et al. 2008). Rosimetal et al. (2010) registraram a presença de *Gamidactylus schizodontis* Thatcher & Boeger, 1984 em *H. malabaricus* e em *H. lacerdae* da barragem da usina hidrelétrica de Furnas. Este é o primeiro registro de uma espécie de *Gamidactylus* em *P. argenteus*.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 4,81%

Intensidade média: 2,73 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,03 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais

## **Copépodo espécie não determinada**

### **Comentários**

Esta espécie não pode ser determinada nem mesmo no nível genérico devido ao estado ruim de conservação dos espécimes encontrados.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 1,28%

Intensidade média: 2,00 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,06 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais

Família Lernaeidae Cobbold, 1879  
*Lernaea* Linnaeus, 1758  
***Lernaea* sp.**

**Comentários**

Os copépodos representantes da família Lernaeidae são altamente adaptados ao parasitismo, o que inclui adaptações morfológicas e Ho (1998a) considerou 14 gêneros válidos inclusos na família Lernaeidae. No início do século XXI, foram catalogados mais de 180 táxons nominais nesta família (The World of Copepods, 2002), dos quais aproximadamente 110 foram considerados válidos (HO, 1998a). O gênero *Lernaea* Linnaeus, 1758 é, provavelmente o grupo de copépodes parasitos mais bem estudado, devido a sua importância econômica. Estes parasitos são chamados de ‘vermes âncora’ em decorrência da sua forma, são hematófagos e considerados danosos na piscicultura (THATCHER, 2006). Neste gênero foram inclusas 105 espécies (The World of Copepods, 2002). As espécies de *Lernaea* são encontradas nos cinco continentes, porém a única distribuída em todos eles é *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758, parasita de peixes de água doce (PIASECKI et al., 2004). *Lernaea cyprinacea* foi introduzida na América do Sul no início do Século XX, com a importação da carpa comum, *Cyprinus carpio* Linnaeus, (FORTES et al., 1998; PIASECKI et al., 2004). Dentre espécies de Lernaeidae, somente as fêmeas são parasitas e estas adquirem este modo de vida após a cópula. Antes de adotarem este modo de vida, tanto fêmeas como machos compõem o zooplankton, ambos tem tamanho similar e podem ser distinguidos dos ergasilídeos pela presença segunda maxila bífida, e o quinto par de maxilípedes em forma de garra (THATCHER, 2006).

Foram publicados alguns levantamentos sobre as espécies de copépodes parasitos de peixes da região Neotropical. Boxshall & Montú (1997) são autores de uma chave de identificação dos copépodes parasitas de peixes marinhos e de ambientes de transição do Brasil, onde também apresentaram uma breve descrição das espécies encontradas nesta região e seus hospedeiros. Thatcher (1997) listou as espécies de copépodes parasitos de peixes amazônicos, o mesmo foi feito por (HO, 1998a, b) para peixes do Brasil. Uma chave de identificação para os copépodes parasitas de peixes da Amazônia foi apresentada por Thatcher (2006). Luque & Tavares (2007) publicaram uma lista das espécies de copépodes associadas a peixes no Brasil, citando a localidade e os hospedeiros onde estas foram encontradas. No Brasil são encontradas duas espécies de *Lernaea*: *L. cyprinacea* e *Lernaea devaстрatrix* Boxhall, Montú & Scharzbold, 1997. São sete as espécies conhecidas na região Neotropical (THATCHER, 2006) mas este é o primeiro registro de uma espécie de *Lernaea* em *P. argenteus* no rio São Francisco, sendo que estes espécimes foram encontrados em espécimes tanto em peixes coletados e imediatamente examinados quanto naqueles armazenados nos tanques externos da CODEVASF.

**Resenha ecológica**

Prevalência: 1,28%

Intensidade média: 2 helmintos/hospedeiro

Abundância média: 0,15 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais

Sublasse Branchiura Thorell, 1864  
Família Argulidae Leach, 1819  
*Argulus* Müller, 1785  
***Argulus multicolor* Stekhoven, 1937**  
(Fig. 33)

### **Comentários**

A subclasse Branchiura é representada pela única família Argulidae, que, por sua vez, inclui quatro gêneros válidos: *Argulus* Müller, 1785, *Chonopeltis* Thiele, 1900, *Dipteropeltis* Calman, 1912 e *Dolops* Audoin, 1837 (POLY, 2008). Estes crustáceos são parasitos de peixes, mas ocasionalmente também ocorrem em anfíbios ou invertebrados e podem se mover livremente sobre seus hospedeiros (JACKSON; MARCOGLIESE, 1995, POLY, 2003). O gênero *Argulus* está distribuído em todos os tipos de ambientes aquáticos e das 129 espécies válidas descritas neste gênero, 44 são estuarinas e/ou marinhas e 85 habitam ambientes de água doce (POLY, 2008). Malta (1998) registrou a presença de espécies de 3 gêneros de Branchiura no Brasil, dentre eles *Argulus* representado por dez espécies e que segundo Thatcher (2006) esta lista está composta por 16 espécies. A espécie encontrada em *P. argenteus* foi identificada como *A. multicolor* de acordo com Thatcher (2006) devido à presença da primeira maxila transformada em ventosa, carapaça cobrindo os primeiros dois pares de patas e áreas respiratórias próximas, sendo a menor subtriangular. Este é o primeiro registro deste parasito neste hospedeiro.

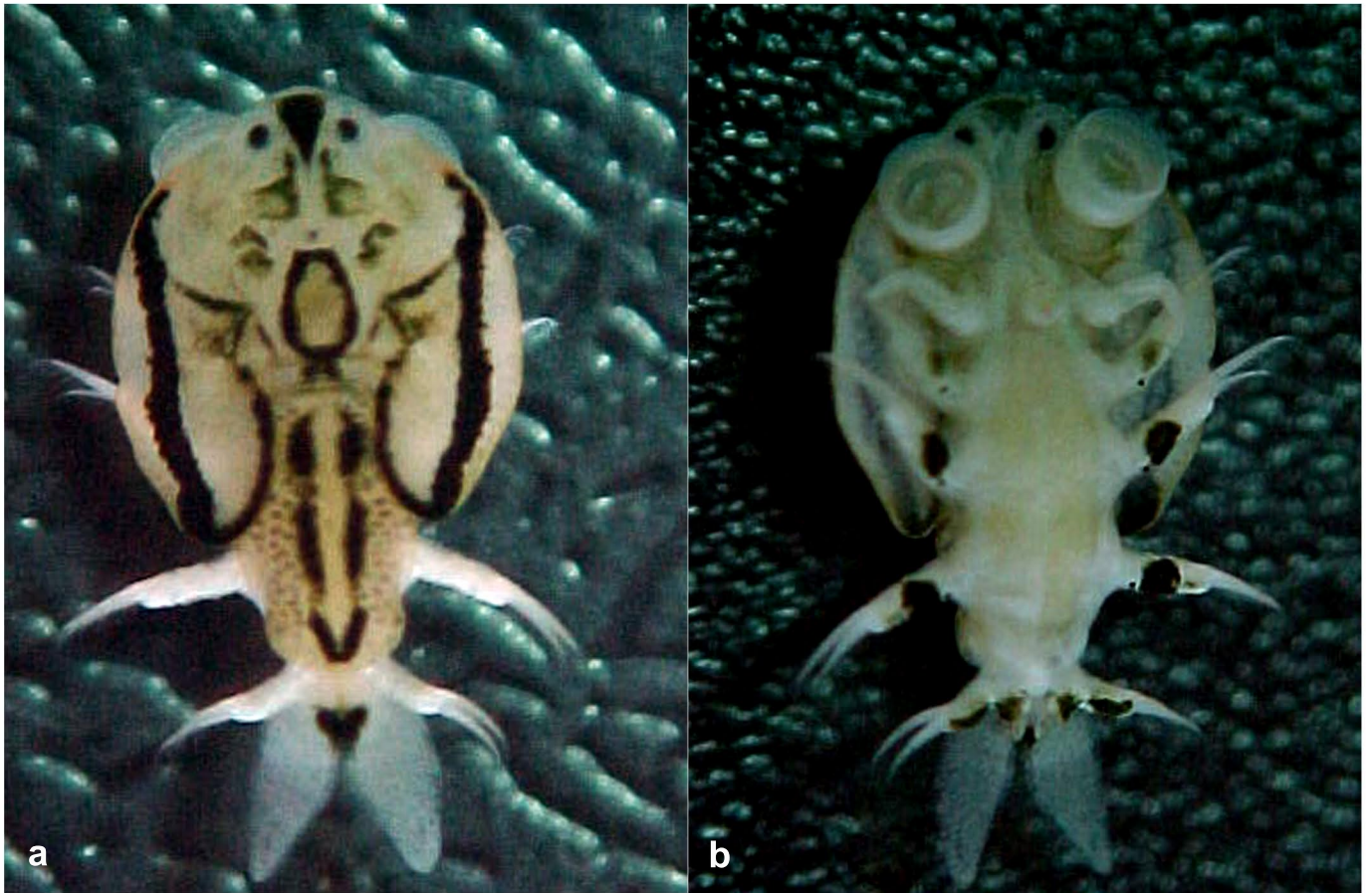
### **Resenha ecológica**

Prevalência: 1,28%

Intensidade média: 1 helminto/hospedeiro

Abundância média: 0,24 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 33.** *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937 das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco. (a) Vista dorsal. (b) Vista ventral. Barra = 1 mm.

*Dolops* Audouin, 1857  
***Dolops bidentata* (Bouvier, 1899)**  
(Fig. 34)

**Comentários**

Malta (1998) registrou a presença de nove espécies de *Dolops* no Brasil, Thatcher (2006) registrou a presença de 12 espécies parasitas de peixes da região amazônica. Os espécimes encontrados em *P. argenteus* foram identificados como *D. bidentata* pela presença de placa basal da segunda maxila armada com dois dentes e superfície ventral dotada de espinho. Anteriormente, uma espécie indeterminada de *Dolops* havia sido registrada em *P. lineatus* da planície de inundação do rio Paraná, este é o primeiro registro de uma espécie de *Dolops* em *P. argenteus*.

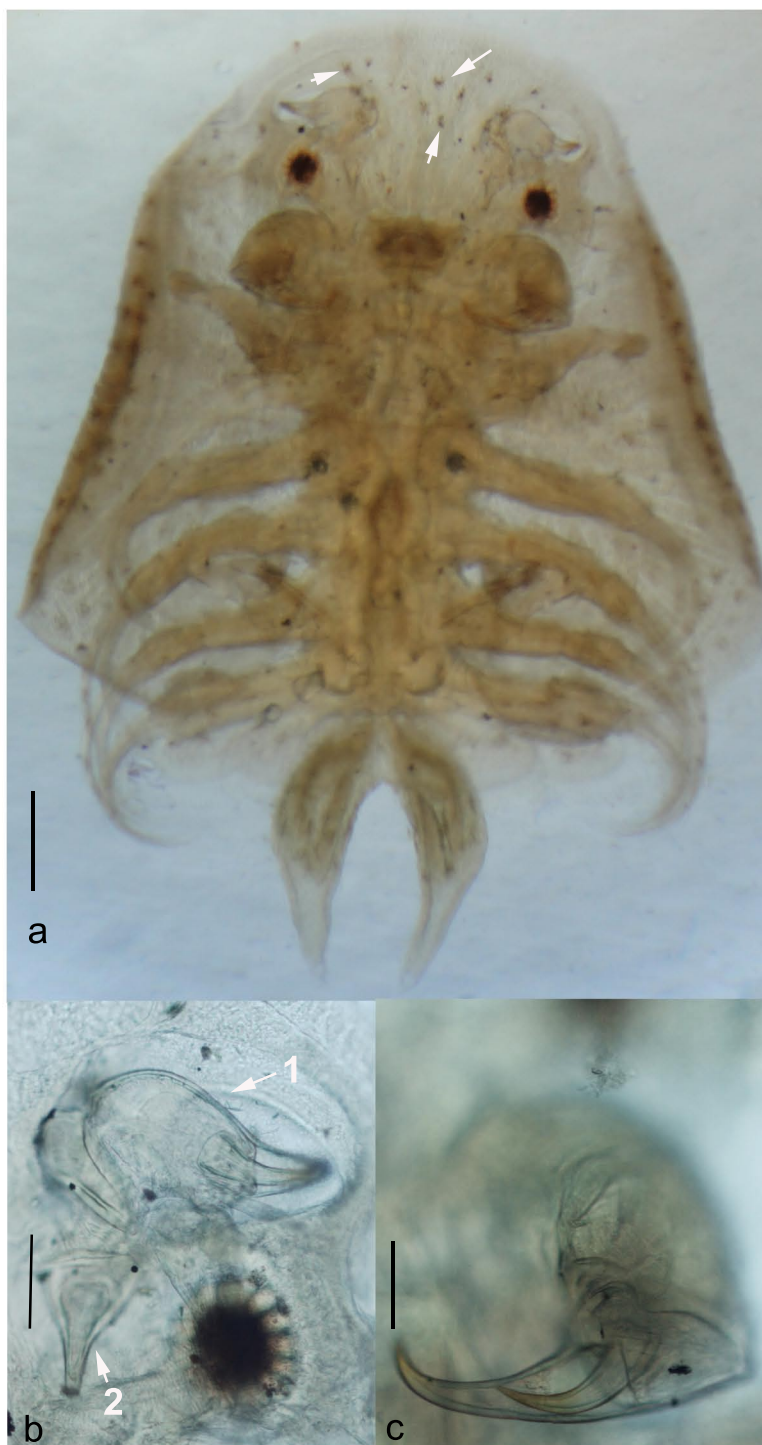
**Resenha ecológica**

Prevalência: 0,32%

Intensidade média: 1,00 helmintos/ hospedeiro

Abundância média: 0,02 helmintos/hospedeiro

Local de infecção: filamentos branquiais



**Figura 34.** *Dolops bidentata* (Bouvier, 1899) das brânquias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto São Francisco. **(a)** Espécime em vista ventral, seta indica espinhos ventrais. **(b)** Detalhe da primeira (1) e da segunda maxila (2). **(c)** Detalhe da primeira maxila, foco nas garras. Barra = 1 mm (a) 100 µm (b, c).

Filo Annelida Lamarck, 1809  
Classe Hirudinea Lamarck, 1818  
Subclasse Euhirudinea Lukin, 1956  
Ordem Rhynchobdellida Blanchard, 1894  
Família Glossiphoniidae Vaillant, 1850  
Subfamília Glossiphoniinae Johnson, 1816  
*Placobdella* Blanchard, 1893  
(Sinônimos: *Desserobdella* Barto & Sawyer, 1990; *Oligobdella* Moore, 1918)  
***Placobdella* sp.**

### **Comentários**

Dentre os anelídeos, as hirudíneas são as únicas que ocorrem em todos os tipos de ambientes, sejam eles terrestres ou aquáticos, além desta variedade de ambientes que podem ser encontradas, podem ter diferentes modos de vida, sendo de vida livre ou ectoparasitas de invertebrados e vertebrados, incluindo o homem (LOPRETTO, 1995). A identificação de espécies desta família tem sido difícil devido à descrições incompletas e falta de observações apropriadas de estruturas importantes (LIGTH; SIDDALL, 1999). As espécies de *Placobdella* são parasitas de peixes e tartarugas e na região da amazônica foram registradas duas espécies em peixes: *Placobdella molesta* Cordeiro, 1934 e *Placobdella parasitica* (SAY, 1924). Uma espécie indeterminada de hirudínea foi registrada parasitando *P. lineatus* na planície de inundação do rio Paraná (LIZAMA et al., 2005) e este é o primeiro registro destes parasitos em *P. argenteus* da bacia do rio São Francisco.

### **Resenha ecológica**

Prevalência: 56,09%  
Intensidade média: 21,18 helmintos/ hospedeiro  
Abundância média: 11,88 helmintos/hospedeiro  
Local de infecção: filamentos branquiais

## 5.2. Estrutura das infrapopulações parasitárias

Para cada espécie de parasito de *P. argenteus* coletada no alto rio São Francisco foi calculado a prevalência, a intensidade média e a abundância média de infecção/infestação (acompanhadas de seus valores médios), a amplitude da intensidade de infecção/infestação e foi registrado o local de infecção/infestação (Tab. II).

Foram encontradas quatro espécies de myxozoários: *M. franciscoi*, nas nadadeiras; *Henneguya* sp. e *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, nas brânquias; e *Myxobolus* sp.<sub>2</sub> nos rins.

Os monogenóideos foram representados por dez espécies, sendo duas, *Rhinonastes* sp. e *Telethecium* sp. parasitas da cavidade nasal e oito espécies, *Anacanthoroides* sp., *A. discoidea*, *T. toksonum*, *T. ornatus*, e mais quatro espécies indeterminadas de *Tereancistrum*, parasitas de brânquias.

Os eucestóides foram caracterizados por três espécies, cujos espécimes estavam em estágio larval. Os metacestóides de *Valipora* sp. foram encontrados livres no interior da vesícula biliar. Outros metacestóides foram encontrados encistados no intestino de *P. argenteus*, sendo um grupo caracterizado pela presença de um metacestóide em cada cisto e o outro pela presença de dois ou mais indivíduos no mesmo cisto. Para estes dois agrupamentos, distribuídos ao longo de todo o trato digestivo com elevada intensidade de infecção e dimensão reduzida dos cistos, a distinção entre os cistos foi impossível e os espécimes foram agrupados e considerados uma espécie denominada metacestóide sp.<sub>1</sub>. Uma espécie encontrada nos cecos intestinais de *P. argenteus* foi denominada metacestóide sp.<sub>2</sub>.

Os digenéticos foram representados por três espécies, sendo uma de espécimes adultos de *S. nanii* coletados no intestino e duas espécies, *Austrodiplostomum* sp. e *Acanthostomum* sp., cujas metacercárias foram localizadas nos olhos e nas brânquias, respectivamente.

Seis espécies de nematóides foram encontradas em *P. argenteus*, sendo quatro de espécimes adultos: *S. asperus* no esôfago e no estômago, *Philometra* sp. na cavidade ocular, *Guyanema* sp. na serosa da vesícula gasosa e *Philometrioides* sp. na cavidade celomática e duas de espécimes larvais: *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp. na cavidade celomática.

À fauna parasitária de *P. argenteus* foram adicionadas duas espécies, uma de acantocéfalo, *N. prochilodorum* no intestino anterior e uma de hirudínea, *Placobdella* sp. nas brânquias, respectivamente.

Seis espécies de crustáceos foram encontradas parasitando curimatã-pacu sendo elas os branchiuros *D. bidentata* e *A. multicolor* e os copépodes *Gamidactylus* sp., *Acusicola* sp., copépode não identificado e os copepoditos de *Lernaea* sp. nas brânquias.

As espécies com prevalência mais elevada na amostra foram *S. nanii* (64,42%), *Placobdella* sp. (56,09%), *T. ornatus* e *S. asperus*, ambas com o mesmo valor (42,63%).

Cada uma das 34 espécies encontradas parasitando *P. argenteus* foi classificada conforme seu valor de importância baseado na prevalência (Tab. II). Não houve espécie central, pois todas apresentaram prevalência inferior a 66,6%, dentre as quais, seis foram consideradas secundárias: *S. nanii*, *T. ornatus*, *Telethecium* sp., metacestóide sp.<sub>1</sub>, *S. asperus* e *Placobdella* sp.. As outras 28 espécies foram classificadas como satélites.

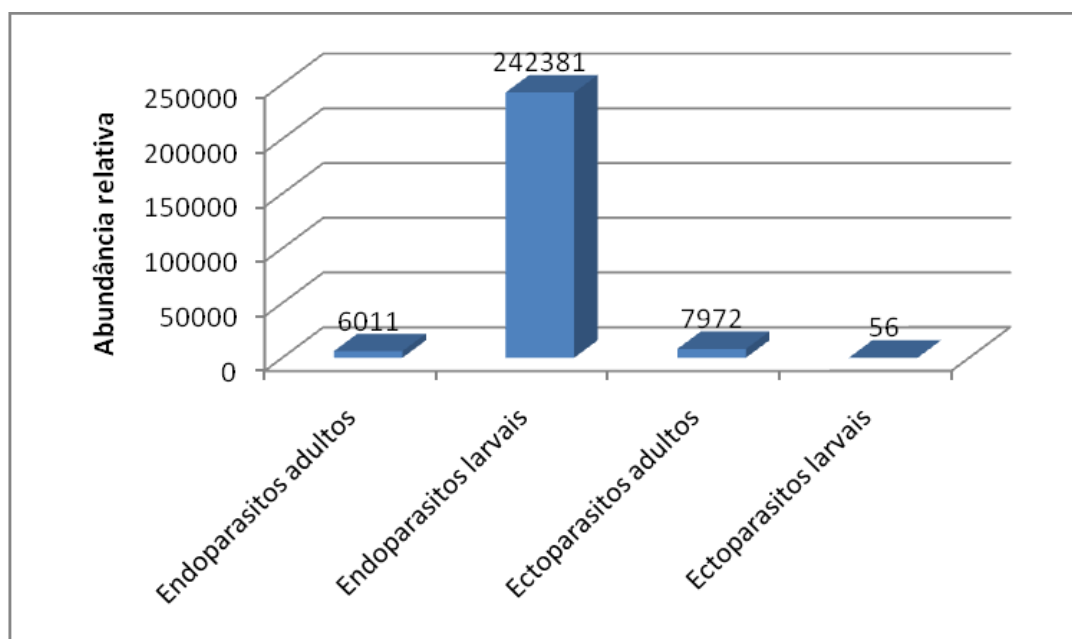
**Tabela II.** Prevalência, intensidade média, abundância média, amplitude, local de infecção/infestação e valor de importância dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

	Prevalência (%)	Intensidade média $\pm$ DP	Abundância média $\pm$ DP	Amplitude	Local de infecção	VI
<b>Myxozoa</b>						
<i>Henneguya</i> sp.	25,00	27,47 $\pm$ 64,515	6,89 $\pm$ 34,29	1-472	FB	SA
<i>Myxobolus franciscoi</i>	1,60	14,80 $\pm$ 13,424	0,24 $\pm$ 2,40	3-37	N	SA
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	24,68	17,74 $\pm$ 18,424	4,38 $\pm$ 11,90	1-75	CB	SA
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub>	2,24	1,43 $\pm$ 0,534	0,03 $\pm$ 0,35		R	SA
<b>Digenea</b>						
<i>Acanthostomum</i> sp.	5,45	2,82 $\pm$ 2,430	0,15 $\pm$ 0,85	1-10	FB	SA
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	2,24	2,71 $\pm$ 1,113	0,06 $\pm$ 0,43	1-4	O	SA
<i>Saccocoelioides nanii</i>	64,42	26,00 $\pm$ 30,14	16,75 $\pm$ 27,19	1-174	CI, IA, IM, IP	SE
<b>Monogeneoidea</b>						
<i>Anacanthoroides</i> sp.	7,69	1,96 $\pm$ 0,95	0,15 $\pm$ 0,58	1-4	FB	SA
<i>Apedunculata discoidea</i>	30,13	10,99 $\pm$ 14,13	3,31 $\pm$ 9,23	1-73	FB	SA
<i>Telethecium</i> sp.	38,46	5,12 $\pm$ 3,89	1,97 $\pm$ 3,46	1-20	CN	SE
<i>Tereancistrum ornatus</i>	42,63	10,53 $\pm$ 13,38	4,49 $\pm$ 10,16	1-64	FB	SE
<i>Tereancistrum toksonum</i>	24,36	8,53 $\pm$ 9,98	2,08 $\pm$ 6,12	1-49	FB	SA
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	17,63	4,73 $\pm$ 5,52	0,84 $\pm$ 2,93	1-36	FB	SA
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub>	0,32	1,00	0,001 $\pm$ 0,06	1	FB	SA
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub>	2,88	1,33 $\pm$ 0,50	0,04 $\pm$ 0,24	1-2	FB	SA
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub>	0,32	1,00	0,01 $\pm$ 0,13	1	FB	SA
<i>Rhinonastes</i> sp.	13,46	3,31 $\pm$ 2,21	0,45 $\pm$ 1,39	1-11	CN	SA
<b>Eucestoda</b>						
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	40,38	1.848,54 $\pm$ 1.444,19	764,44 $\pm$ 1.300,01	1-3019	IA, IM, IP	SE
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	11,86	4,92 $\pm$ 3,81	0,58 $\pm$ 2,05	1-21	CI	SA
<i>Valipora</i> sp.	8,97	2,57 $\pm$ 2,795	0,23 $\pm$ 1,10	1-13	VB	SA
<b>Nematoda</b>						
<i>Contracaecum</i> sp.	1,28	2,25 $\pm$ 1,26	0,02 $\pm$ 0,17	1-4	CC	SA
<i>Guyanema</i> sp.	31,09	2,79 $\pm$ 1,95	0,04 $\pm$ 0,54	1-9	VG	SA
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,32	3,00	0,87 $\pm$ 1,69	1-3	CC	SA
<i>Philometra</i> sp.	7,37	1,61 $\pm$ 1,19	0,11 $\pm$ 0,51	1-6	CO	SA
<i>Philometrioides</i> sp.	0,32	1,00	0,001 $\pm$ 0,06	1	CC	SA
<i>Spinitectus asperus</i>	42,63	3,47 $\pm$ 2,99	1,49 $\pm$ 2,60	1-22	E,ES	SE
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neoechinorhynchus prochilodorum</i>	1,60	3,40 $\pm$ 2,88	0,05 $\pm$ 0,54	1-7	IA	SA
<b>Crustacea</b>						
<i>Acusicola</i> sp.	4,81	2,87 $\pm$ 2,90	0,13 $\pm$ 0,11	1-10	FB	SA
<i>Argulus multicolor</i>	1,28	1,00	0,04 $\pm$ 0,06	1	FB	SA
<i>Dolops bidentata</i>	0,32	1,00	0,02 $\pm$ 0,83	1	FB	SA
<i>Gamidactylus</i> sp.	4,81	2,73 $\pm$ 2,79	0,03 $\pm$ 0,91	1-12	FB	SA
<i>Lernaea</i> sp.	1,28	2,00 $\pm$ 0,816	0,15 $\pm$ 0,24	1-3	FB	SA
Copépode não identificado	1,28	2,00 $\pm$ 2,00	0,06 $\pm$ 0,41	1-5	FB	SA
<b>Hirudinea</b>						
<i>Placobdella</i> sp.	56,09	21,18 $\pm$ 27,48	11,88 $\pm$ 23,10	1-145	FB	SE

CB = cartilagem branquial; CC = cavidade corporal; CE = espécie central; CI = cecos; CN = cavidade nasal; CO = cavidade ocular; DP = desvio padrão; E = esôfago; ES = estômago; FB = filamentos branquiais; IA = intestino anterior; IM = intestino médio; IP = intestino posterior; N = nadadeiras; O = olhos; R = rim; SA = espécie satélite; SE = espécie secundária; VB = vesícula biliar; VG = vesícula gasosa; VI = valor de importância.

### 5.3. Estrutura da infracomunidades e comunidades componentes parasitárias

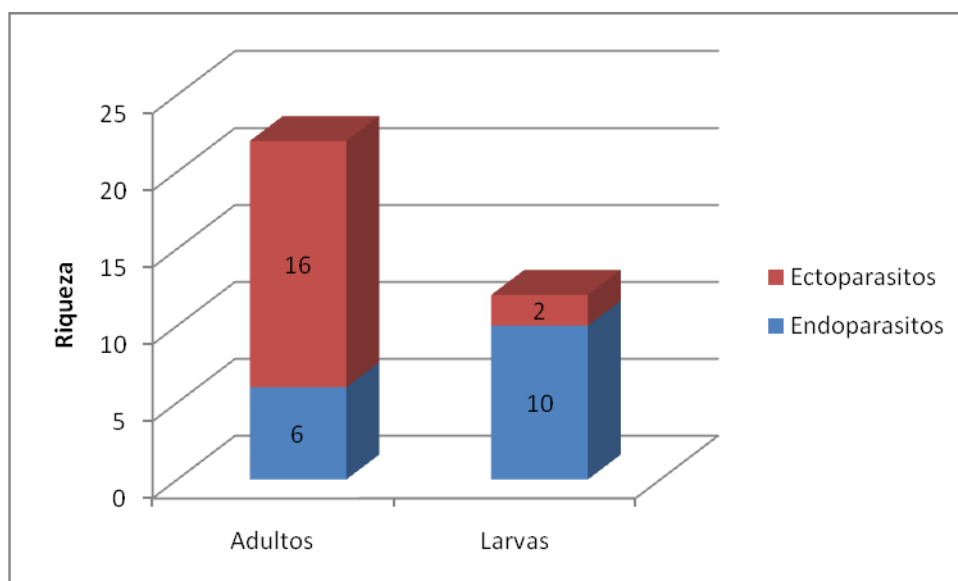
Dos 312 espécimes de *P. argenteus* coletados, 300 (96,15%) estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito. Foram encontrados 256.420 espécimes de parasitos, dos quais 8.028 eram ectoparasitos (56 em estágio larval e 7.972 adultos) e 248.392 eram endoparasitos (242.381 estágio larval e 6.011 adultos) (Fig. 35), a média de parasitos por hospedeiros foi de 821,67 parasitos/hospedeiro. A abundância média total foi de  $821,66 \pm 1.319,14$  parasitos /hospedeiro e a amplitude encontrada variou de 1 a 3.515 parasitos/hospedeiro.



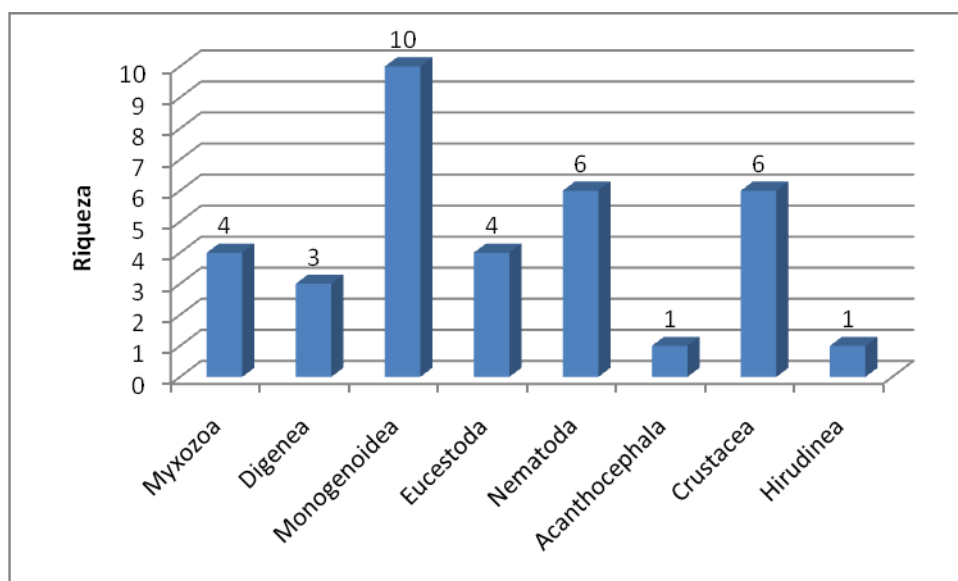
**Figura 35.** Abundância relativa de ectoparasitos e endoparasitos larvais e adultos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

A comunidade parasitária de *P. argenteus* foi composta por 34 espécies, sendo 16 de endoparasitos, 10 no estágio larval (*Henneguya* sp., *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, *Myxobolus* sp.<sub>2</sub>, *M. franciscoi*, *Austrodiplostomum* sp., *Valipora* sp.; metacestóide sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>, *Contracaecum* sp. e *Hysterothylacium* sp.) e seis adultos (*S. nanii*, *Guyanema* sp., *Philometra* sp., *Philometrioides* sp., *S. asperus* e *N. prochilodorum*) e 18 ectoparasitos, 2 no estágio larval (*Acanthostomum* sp. e *Lernaea* sp.) e 16 adultos (*Anacanthoroides* sp., *Acusicula* sp., *A. discoidea*, *Argulus* sp., *D. bidentata*, *Gamidactylus* sp., *Placobdella* sp., *Rhininastes* sp., *Telethecium* sp., *T. ornatus*, *T. toksonum*, *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>, *Tereancistrum* sp.<sub>2</sub>, *Tereancistrum* sp.<sub>3</sub>, *Tereancistrum* sp.<sub>4</sub> e copépodo não identificado) distribuídas nos seguintes grupos taxonômicos: Myxozoa, Digenea, Monogenoidea, Eucestoda, Nematoda, Acanthocephala, Crustacea e Hirudinea (Fig. 36). A riqueza de cada um dos grupos é apresentada na Figura 37. Os monogenóideos contribuíram com a maior parte da riqueza (29,41%), seguido pelos nematóides e crustáceos (17,65%), myxozoários (11,76%), digenéticos e eucestóides (8,83%) e hirudíneos e acantocéfalos (2,94%). No entanto, considerando o número de espécimes, o grupo dos eucestóides foi o mais representativo, contribuindo com 238.752 (93,1%) dos 256.420 espécimes de parasitos coletados, seguido pelos digenéticos (5.293; 2,06%), monogenóideos (4.158; 1,62%), hirudíneas (3.706; 1,44%),

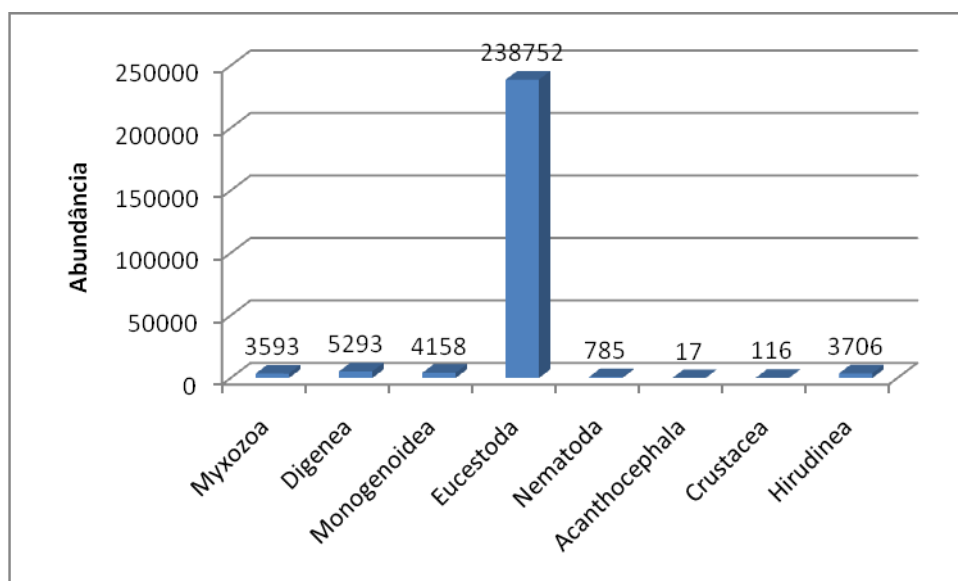
myxozoários (3.593; 1,4%), nematóides (785; 0,3%) crustáceos (116; 0,04%) e acantocéfalos (17; 0,007%) (Fig. 38).



**Figura 36.** Riqueza dos ectoparasitos e endoparasitos, larvais ou adultos na fauna parasitária de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



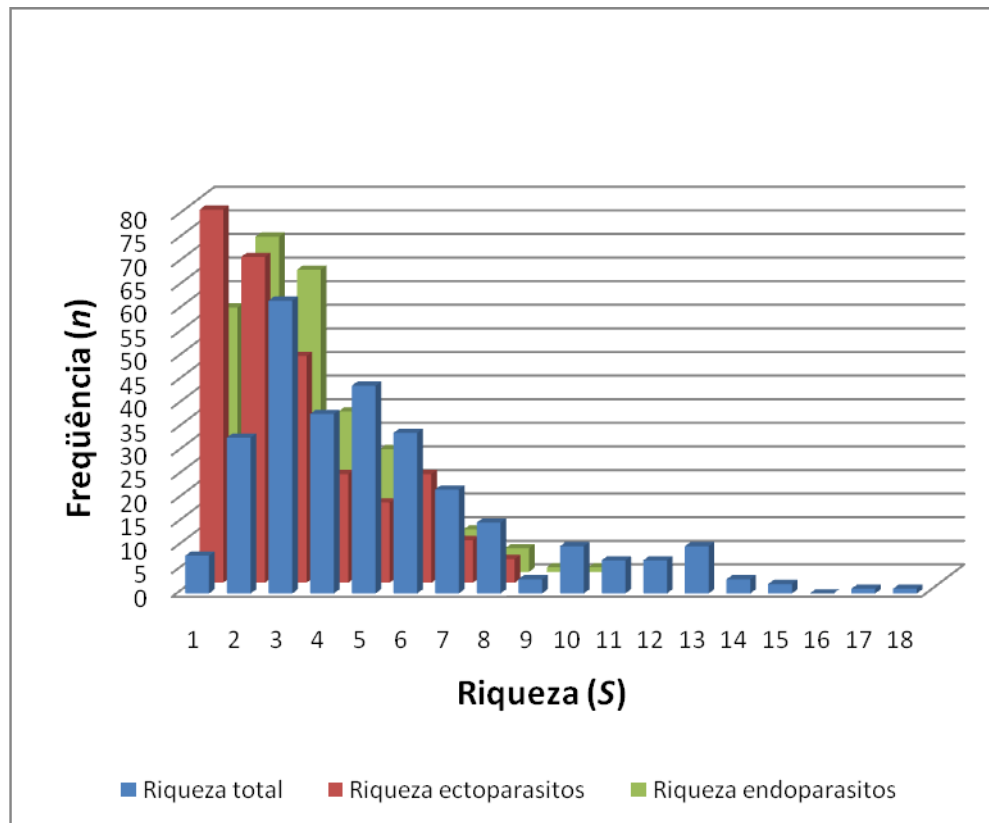
**Figura 37.** Riqueza dos diferentes dos grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 38.** Abundância dos diferentes dos grupos de parasitos no número total de espécimes de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

A riqueza das infracomunidades variou de 1 a 18 espécies (Fig. 39), com riqueza média de 5,25 espécies/hospedeiro, sendo que em doze hospedeiros nenhum parasito foi encontrado. A riqueza de ectoparasitos variou de 1 a 8 espécies por hospedeiros, enquanto a de endoparasitos variou de 1 a 10 espécies por hospedeiros, a riqueza média de endoparasitos e ectoparasitos foi semelhante, sendo de 2,49 e 2,74, respectivamente.

Foram formados 30 pares de espécies, 21 deles compostos por espécies de ectoparasitos adultos; três por ectoparasitos larvais e seis por endoparasitos adultos. A prevalência e a abundância dos pares de espécies em questão, com exceção de *Telethecium* sp. X *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>, apresentaram correlação positiva significativa (Tab. III).



**Figura 39.** Riqueza total, das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

**Tabela III.** Análise dos descritores das espécies co-ocorrentes em *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Pares de espécies	Prevalência		Abundância	
	$\chi^2$	<i>p</i>	<i>r<sub>s</sub></i>	<i>p</i>
<b>Ectoparasitos adultos</b>				
<i>Apedunculata discoidea</i> - <i>Telethecium</i> sp.	9,805	0,0017*	0,186	0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i> - <i>Tereancistrum ornatus</i>	43,489	<0,001*	0,507	< 0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i> - <i>Tereancistrum toksonum</i>	82,527	<0,001*	0,571	< 0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i> - <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	43,992	<0,001*	0,399	< 0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i> - <i>Rhinonastes</i> sp.	18,341	<0,001*	0,272	< 0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i> - <i>Placobdella</i> sp.	2,062	0,1510	0,209	< 0,001*
<i>Telethecium</i> sp. - <i>Tereancistrum ornatus</i>	4,837	0,0279*	0,169	0,003*
<i>Telethecium</i> sp. - <i>Tereancistrum toksonum</i>	11,063	<0,001*	0,204	<0,001*
<i>Telethecium</i> sp. - <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	0,422	0,5122	0,051	0,372
<i>Telethecium</i> sp. - <i>Rhinonastes</i> sp.	20,705	<0,001*	0,260	<0,001*
<i>Telethecium</i> sp. - <i>Placobdella</i> sp.	12,690	0,0004*	0,169	0,003*
<i>Tereancistrum ornatus</i> - <i>Tereancistrum toksonum</i>	77,039	<0,001*	0,063	< 0,001*
<i>Tereancistrum ornatus</i> - <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	23,582	<0,001*	0,447	< 0,001*
<i>Tereancistrum ornatus</i> - <i>Rhinonastes</i> sp.	7,345	0,0067*	0,268	< 0,001*
<i>Tereancistrum ornatus</i> - <i>Placobdella</i> sp.	0,043	0,8354	0,179	0,002*
<i>Tereancistrum toksonum</i> - <i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	51,392	<0,001*	0,444	<0,001*
<i>Tereancistrum toksonum</i> - <i>Rhinonastes</i> sp.	30,404	<0,001*	0,355	<0,001*
<i>Tereancistrum toksonum</i> - <i>Placobdella</i> sp.	4,377	0,0364*	0,298	<0,001*
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub> - <i>Rhinonastes</i> sp.	9,723	0,0018*	0,189	0,001*
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub> - <i>Placobdella</i> sp.	0,385	0,5345	0,150	0,008*
<i>Rhinonastes</i> sp. - <i>Placobdella</i> sp.	3,945	0,0470*	0,244	<0,001*
<b>Endoparasitos adultos</b>				
<i>Guyanema</i> sp. - <i>Spinitectus asperus</i>	1,530	0,2161	0,143	0,011*
<i>Guyanema</i> sp. - <i>Saccocoelioides nanii</i>	31,010	<0,001*	0,204	<0,001*
<i>Spinitectus asperus</i> - <i>Saccocoelioides nanii</i>	30,842	<0,001*	0,345	<0,001*
<b>Endoparasitos larvais</b>				
Metacestóide sp. <sub>1</sub> - <i>Henneguya</i> sp.	1,019	0,3128	0,158	0,005*
Metacestóide sp. <sub>1</sub> - <i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	0,790	0,373	0,208	<0,001*
Metacestóide sp. <sub>1</sub> - Metacestóide sp. <sub>2</sub>	177,2	<0,001*	0,152	0,007*
<i>Henneguya</i> sp. - <i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	22,257	<0,001*	0,526	<0,001*
<i>Henneguya</i> sp. - Metacestóide sp. <sub>2</sub>	151,02	<0,001*	0,158	0,005*
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub> - Metacestóide sp. <sub>2</sub>	148,56	<0,001*	0,128	0,024*

$\chi^2$  = teste do qui-quadrado; *r<sub>s</sub>* = coeficiente de correlação por postos de Spearman; *p* = nível de significância; \* = valores significativos para *p* ≤ 0,05.

## 5.4. Influência do sexo, do comprimento padrão e do peso corporal dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das populações e das comunidades

### 5.4.1. Infrapopulações parasitárias

Foram examinados 164 espécimes machos (52,56%) e 148 espécimes fêmeas (47,44%), sendo 1:1,10 a razão sexual na amostra. O peso corporal e o comprimento padrão dos machos e das fêmeas foram apresentados na Tabela IV. Os valores de peso corporal foram considerados significativamente mais elevados nas fêmeas do que nos machos ( $t = -2,776$ ;  $p = 0,006$ ), enquanto o comprimento padrão não apresentou diferença significativa ( $t = -1,935$ ;  $p = 0,054$ ). Como os valores de peso corporal foram considerados diferentes entre machos e fêmeas a avaliação da influência deste parâmetro sobre a intensidade, abundância e prevalência de infecção/infestação dos parasitos foi analisada separadamente para hospedeiros de sexos distintos.

**Tabela IV.** Dados morfométricos dos espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetros	Machos ( $n = 164$ )	Fêmeas ( $n = 148$ )	Geral ( $n = 312$ )
	$X \pm DP (A)$	$X \pm DP (A)$	$X \pm DP (A)$
<b>Peso corporal (g)</b>	615,87 $\pm$ 326,03 (232 – 2.767)	749,93 $\pm$ 500,34 (217 – 3.597)	679,46 $\pm$ 422,54 (217 – 3.597)
<b>Comprimento padrão (cm)</b>	29,60 $\pm$ 4,48 (22,2 – 48,0)	30,82 $\pm$ 5,79 (21,6 – 51,5)	30,18 $\pm$ 5,17 (21,6 – 51,5)

$n$  = número de hospedeiros;  $X$  = média;  $DP$  = desvio padrão;  $A$  = amplitude.

A intensidade média e a abundância média da infestação/infecção dos parasitos, assim como a prevalência nos hospedeiros de sexos distintos são apresentadas na Tabela V.

**Tabela V.** Prevalência, intensidade media, abundância média, amplitude de infecção / infestação dos parasitos em machos e fêmeas de *Prochilodus argenteus*, Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média ± DP		Abundância média ± DP	
	Machos (n = 164)	Fêmeas (n = 148)	Machos (n = 164)	Fêmeas (n = 148)	Machos (n = 164)	Fêmeas (n = 148)
<b>Myxozoa</b>						
<i>Henneguya</i> sp.	25,00	25,00	32,68 ± 75,69	21,70 ± 49,72	8,22 ± 40,211	5,43 ± 26,358
<i>Myxobolus franciscoi</i>	1,21	2,02	27,00 ± 14,14	6,67 ± 3,51	0,33 ± 3,172	0,14 ± 1,028
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	25,60	23,65	17,38 ± 18,75	18,17 ± 18,28	4,45 ± 12,100	4,30 ± 11,717
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub>	0,61	1,35	3,00 ± 0	3,50 ± 2,12	0,02 ± 0,234	0,05 ± 0,442
<i>Acanthostomum</i> sp.	5,48	5,40	2,89 ± 1,90	2,75 ± 3,06	0,16 ± 0,783	0,15 ± 0,914
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	1,83	2,70	2,00 ± 1,0	3,25 ± 0,95	0,04 ± 0,291	0,09 ± 0,546
<b>Digenea</b>						
<i>Saccocoelioides nanii</i>	62,80	66,21	25,45 ± 27,46	26,58 ± 32,86	15,98 ± 24,981	17,60 ± 29,52590
<b>Monogenoidea</b>						
<i>Anacanthoroides</i> sp.	5,49	10,13	1,78 ± 0,83	2,07 ± 1,03	0,09 ± 0,440	0,21 ± 0,704
<i>Apedunculata discoidea</i>	29,27	31,08	11,50 ± 15,76	10,46 ± 12,33	3,37 ± 9,962	3,25 ± 8,375
<i>Telethecium</i> sp.	39,02	37,84	4,98 ± 3,86	5,27 ± 3,95	1,95 ± 3,422	1,99 ± 3,522
<i>Tereancistrum ornatus</i>	38,41	47,30	10,94 ± 13,49	10,17 ± 13,37	4,20 ± 9,883	4,81 ± 10,483
<i>Tereancistrum toksonum</i>	21,34	27,70	8,29 ± 8,62	8,73 ± 11,11	1,77 ± 5,207	2,42 ± 6,997
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	15,85	19,59	5,38 ± 7,00	4,14 ± 3,78	0,87 ± 3,388	0,81 ± 2,331
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub>	0,61	--	1,00 ± 0	--	0,01 ± 0,078	--
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub>	1,83	4,05	1,33 ± 0,58	1,33 ± 0,52	0,02 ± 0,190	0,05 ± 0,281
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub>	0,61	--	1,00 ± 0	--	0,02 ± 0,174	--
<i>Rhinonastes</i> sp.	12,19	14,86	3,65 ± 2,13	3,00 ± 2,29	0,45 ± 1,402	0,45 ± 1,377
<b>Eucestoda</b>						
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	42,07	40,54	1804,83 ± 1464,10	1898,82 ± 1431,62	759,36 ± 1301,180	770,06 ± 1303,098
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	12,19	11,49	4,65 ± 3,10	5,24 ± 4,59	0,57 ± 1,857	0,60 ± 2,258
<i>Valipora</i> sp.	6,70	11,49	2,18 ± 2,32	2,82 ± 3,11	0,15 ± 0,793	0,32 ± 1,366

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

Continuação da Tabela V

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média $\pm$ DP		Abundância média $\pm$ DP	
	Machos ( $n = 164$ )	Fêmeas ( $n = 148$ )	Machos ( $n = 164$ )	Fêmeas ( $n = 148$ )	Machos ( $n = 164$ )	Fêmeas ( $n = 148$ )
<b>Nematoda</b>						
<i>Contracaecum</i> sp.	1,22	1,35	1,50 $\pm$ 0,70	3,00 $\pm$ 1,41	0,018 $\pm$ 0,1741	0,0135 $\pm$ 0,16440
<i>Guyanema</i> sp.	31,09	31,08	2,84 $\pm$ 1,94	2,74 $\pm$ 1,97	0,88 $\pm$ 1,703	0,85 $\pm$ 1,676
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,61	--	3,00 $\pm$ 0	--	0,07 $\pm$ 0,739	--
<i>Philometra</i> sp.	7,31	7,43	1,83 $\pm$ 1,59	1,36 $\pm$ 0,50	0,12 $\pm$ 0,611	0,10 $\pm$ 0,382
<i>Philometrioides</i> sp.	--	0,67	--	1,00 $\pm$ 0	--	0,01 $\pm$ 0,082
<i>Spinitectus asperus</i>	41,46	43,92	3,50 $\pm$ 3,02	3,45 $\pm$ 2,99	1,45 $\pm$ 0,0009	1,51 $\pm$ 2,615
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neochinorhynchus prochilodorum</i>	2,44	0,67	2,50 $\pm$ 2,38	7,00 $\pm$ 0	0,06 $\pm$ 2,5961	0,05 $\pm$ 0,575
<b>Hirudinea</b>						
<i>Placobdella</i> sp.	54,27	58,11	19,55 $\pm$ 27,08	22,86 $\pm$ 27,95	10,61 $\pm$ 0,504	13,28 $\pm$ 24,079
<b>Crustacea</b>						
<i>Acusicola</i> sp.	3,66	6,08	3,33 $\pm$ 3,50	2,56 $\pm$ 2,60	0,01 $\pm$ 22,164	0,02 $\pm$ 0,141
<i>Argulus multicolor</i>	0,61	2,02	1,00 $\pm$ 0	1,00 $\pm$ 0,00	0,01 $\pm$ 0,078	0,10 $\pm$ 0,531
<i>Dolops nana</i>	0,61	--	1,00 $\pm$ 0	--	0,16 $\pm$ 0,078	--
<i>Gamidactylus</i> sp.	4,88	4,73	2,00 $\pm$ 0	3,57 $\pm$ 3,87	0,21 $\pm$ 1,033	0,09 $\pm$ 0,785
<i>Lernaea</i> sp.	2,43	--	2,00 $\pm$ 0,82	--	0,05 $\pm$ 0,329	--
Copépodo não identificado	0,61	2,02	1,00 $\pm$ 0	2,33 $\pm$ 2,31	0,04 $\pm$ 0,329	0,05 $\pm$ 0,426

$n$  = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

A influência do peso corporal sobre a intensidade de infecção dos parasitos de *P. argenteus* (Tab. VI) apresentou resultados significativos negativos para *S. nanii*, *A. discoidea*, *T. toksonum* e *Placobdella* sp. nos hospedeiros machos e somente para *Placobdella* sp. nos hospedeiros fêmeas. Em todos estes casos o coeficiente de correlação de Spearman encontrado foi considerado fraco, variando, em valores absolutos de 0,227 a 0,452. Não foi observada correlação entre o comprimento dos hospedeiros e a intensidade de infecção/infestação de nenhuma das espécies de parasitos de *P. argenteus* (Tab. VI).

**Tabela VI.** Correlação entre o peso (machos e fêmeas separadamente) e o comprimento padrão com a intensidade de infecção/infestação das espécies parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécie de parasito	Peso				Comprimento padrão	
	Macho		Fêmea		Geral	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
<i>Henneguya</i> sp.	-0,161	0,315	0,001	0,994	-0,062	0,059
<i>Myxobolus</i> sp.	-0,235	0,134	-0,268	0,120	-0,232	0,043
<i>Saccocoelioides nanii</i>	-0,227	0,021*	-0,188	0,064	-0,231	0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i>	-0,321	0,026*	-0,279	0,060	-0,300	0,003*
<i>Telethecium</i> sp.	0,084	0,508	0,014	0,920	-0,086	0,348
<i>Tereancistrum ornatus</i>	-0,210	0,099	-0,187	0,121	-0,171	0,049*
<i>Tereancistrum toksonum</i>	-0,365	0,031*	-0,134	0,405	-0,192	0,096
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	-0,288	0,154	0,053	0,785	-0,100	0,466
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,118	0,620	0,147	0,515	0,118	0,455
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	-0,005	0,967	0,027	0,836	0,016	0,860
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	0,176	0,457	-0,200	0,441	0,023	0,891
<i>Guyanema</i> sp.	-0,111	0,437	-0,037	0,808	-0,030	0,768
<i>Spinitectus asperus</i>	0,012	0,922	-0,079	0,531	-0,027	0,759
<i>Placobdella</i> sp.	-0,232	0,028*	-0,452	≤0,005*	-0,322	≤0,005*

$r_s$  = correlação de Spearman;  $p$  = nível de significância; \* = significativo para  $p \leq 0,05$ .

A análise da correlação entre a abundância da infecção/infestação das espécies de parasitos e o peso nos hospedeiros machos e fêmeas e da abundância parasitária e o comprimento padrão dos hospedeiros é apresentada na Tabela VII. A relação entre o peso corporal e a abundância da infecção/infestação apresentou resultados significativos para 11 das 14 espécies analisadas em hospedeiros machos. Foram elas: *Henneguya* sp., *Myxobolus* sp., *S. nanii*, *A. discoidea*, *T. toksonum*, *T. sp.*<sub>1</sub>, *Rhinonastes* sp., Metacestóide sp.<sub>1</sub>, *Guyanema* sp., *Spinitectus asperus* e *Placobdella* sp. Nas fêmeas, a abundância da infecção/infestação mostrou resultados significativos para *Henneguya* sp., *Myxobolus* sp., *T. toksonum*, *Rhinonastes* sp., metacestóide sp.<sub>2</sub> e *Placobdella* sp.. Houve correlação significativa entre o comprimento padrão e a abundância da infecção/infestação de *Henneguya* sp., *Myxobolus* sp., *S. nanii*, *A. discoidea*, *T. ornatus*, *T. toksonum*, *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>, *Rhinonastes* sp., Metacestóide sp.<sub>2</sub>, *Guyanema* sp. e *Placobdella* sp.. Tanto para o peso corporal, como para o comprimento padrão, os valores de correlação encontrados com de correlação com a abundância da infecção/infestação foram negativos e considerados fracos (menor que 0,5).

**Tabela VII.** Correlação entre o peso (machos e fêmeas separadamente) e o comprimento padrão de espécimes machos e fêmeas com a abundância das espécies parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécie de parasito	Peso				Comprimento padrão	
	Macho		Fêmea		Geral	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
<i>Henneguya</i> sp.	-0,169	0,031*	-0,172	0,036*	-0,144	0,011*
<i>Myxobolus</i> sp.	-0,259	0,001*	-0,234	0,004*	-0,244	≤0,001*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	-0,309	≤0,001*	-0,146	0,077	-0,210	≤0,001*
<i>Apedunculata discoidea</i>	-0,209	0,007*	-0,111	0,179	-0,159	0,005*
<i>Telethecium</i> sp.	-0,041	0,0605	-0,055	0,506	-0,034	0,550
<i>Tereancistrum ornatus</i>	-0,132	0,092	-0,129	0,506	-0,160	0,005*
<i>Tereancistrum toksonum</i>	-0,156	0,047*	-0,169	0,041*	-0,170	0,003*
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	-0,155	0,048*	-0,124	0,133	-0,140	0,013*
<i>Rhinonastes</i> sp.	-0,169	0,031*	-0,271	0,001*	-0,226	≤0,001*
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	-0,163	0,031*	-0,010	0,904	-0,062	0,275
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	-0,090	0,250	-0,188	0,022*	-0,126	0,026*
<i>Guyanema</i> sp.	-0,298	≤0,001*	-0,122	0,140	-0,195	0,001*
<i>Spinitectus asperus</i>	-0,191	0,014*	-0,134	0,104	-0,162	0,004
<i>Placobdella</i> sp.	-0,308	≤0,001*	-0,255	0,002*	-0,260	≤0,001*

$r_s$  = correlação de Spearman;  $p$  = nível de significância; \* = significativo para  $p \leq 0,05$ .

A influência do peso corporal e do comprimento padrão dos hospedeiros sobre a prevalência foi avaliada (Tab. VIII). Nos hospedeiros machos, não foi encontrada qualquer correlação significativa entre o peso e a prevalência dos parasitos. Entre as fêmeas, somente *Myxobolus* sp. apresentou correlação significativa com o peso corporal, esta foi considerada negativa e considerada forte ( $r_s = -0,961$ ), o quê nos leva a pensar que fêmeas mais leves e menores (provavelmente mais jovens) foram mais susceptíveis a infecção por este parasito. O comprimento padrão apresentou correlação negativa forte com a prevalência para *Henneguya* sp., *Myxobolus* sp., *S. nanii*, Metacestóide sp.<sub>1</sub> e *Guyanema* sp. A grande maioria das correlações encontradas, independentes de serem significativas ou não, foram negativas, ou seja, de um modo geral quanto maior e/ou mais pesado o hospedeiro menor foi a prevalência parasitária. Mais importante aqui do que os resultados dos testes de correlação, propriamente ditos são os valores negativos de correlação observados. De um modo geral, hospedeiros com menor peso corporal e menor comprimento padrão apresentaram valores mais baixos de intensidade, abundância e prevalência.

O sexo dos hospedeiros não apresentou correlação significativa nem com a intensidade, nem com a abundância e nem com a prevalência de nenhuma das espécies parasitas de *P. argenteus* (Tab. IX).

**Tabela VIII.** Correlação entre o peso (machos e fêmeas separadamente) e o comprimento padrão de espécimes machos e fêmeas e com a prevalência das espécies parasitas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécie de parasito	Peso				Comprimento padrão	
	Macho		Fêmea		Geral	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	-0,958	0,186	-0,711	0,289	-0,878	0,022*
<i>Myxobolus</i> sp.	-0,806	0,403	-0,961	0,039*	-0,931	0,007*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	-0,969	0,159	-0,518	0,482	-0,967	0,002*
<i>Apedunculata discoidea</i>	-0,740	0,469	-0,455	0,545	-0,354	0,491
<i>Telethecium</i> sp.	-0,324	0,790	-0,569	0,431	-0,498	0,315
<i>Tereancistrum ornatus</i>	-0,996	0,055	0,458	0,542	-0,001	0,999
<i>Tereancistrum toksonum</i>	-0,863	0,337	-0,714	0,286	-0,664	0,150
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	-0,796	0,414	-0,870	0,130	-0,494	0,319
<i>Rhinonastes</i> sp.	-0,375	0,756	-0,872	0,128	-0,490	0,323
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	-0,993	0,076	-0,739	0,261	-0,901	0,014*
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	-0,996	0,054	-0,828	0,172	-0,758	0,081
<i>Guyanema</i> sp.	-0,801	0,409	-0,688	0,312	-0,938	0,006*
<i>Spinitectus asperus</i>	-0,801	0,409	-0,940	0,060	-0,694	0,126
<i>Placobdella</i> sp.	-0,890	0,301	-0,407	0,593	-0,308	0,556

*r* = correlação de Pearson; *p* = nível de significância; \* = significativo para  $p \leq 0,05$ .

**Tabela IX.** Análise da possível influência dos índices parasitários pelo sexo de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

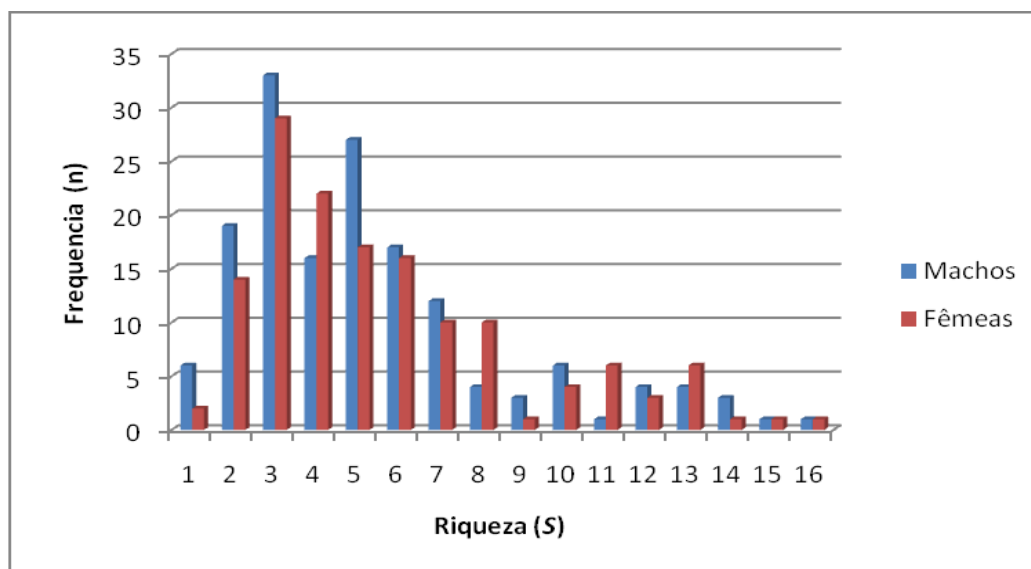
Espécie de parasito	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	1,001	1,00	665,50	0,351	11950,50	0,853
<i>Myxobolus</i> sp.	1,083	0,695	670,00	0,506	11963,00	0,774
<i>Saccocoelioides nanii</i>	0,948	0,553	4492,50	0,895	11776,50	0,644
<i>Apedunculata discoidea</i>	0,942	0,804	1048,50	0,673	11860,50	0,670
<i>Telethecium</i> sp.	1,031	0,907	1737,50	0,773	12046,50	0,898
<i>Tereancistrum ornatus</i>	0,812	0,136	2103,50	0,645	11159,50	0,173
<i>Tereancistrum toksonum</i>	0,770	0,235	702,50	0,875	11379,00	0,206
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	0,809	0,457	365,00	0,838	11696,50	0,491
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,820	0,510	169,50	0,195	11862,50	0,562
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	1,038	0,818	1889,50	0,334	12133,00	0,997
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	1,062	0,862	163,50	0,845	11968,00	0,703
<i>Guyanema</i> sp.	1,00	1,00	1131,00	0,755	12092,00	0,946
<i>Spinitectus asperus</i>	0,944	0,731	2176,50	0,878	11804,50	0,643
<i>Placobdella</i> sp.	0,934	0,568	3497,50	0,325	11340,00	0,296

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

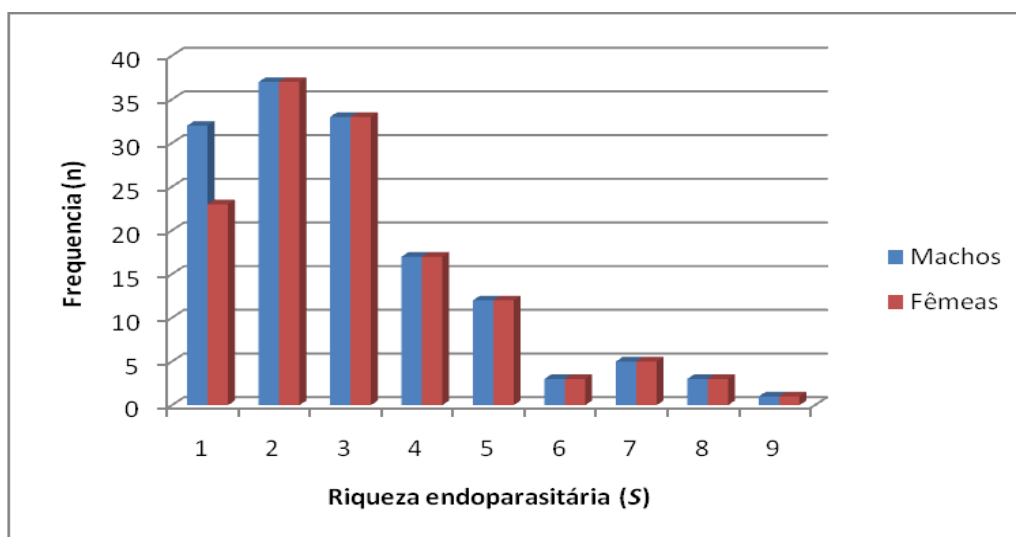
#### 5.4.2. Infracomunidades parasitárias

A riqueza total, endoparasitária e ectoparasitária, os índices de diversidade de Brillouin, dominância de Simpson, equitabilidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Hill modificada para hospedeiros agrupados por sexo são apresentados na tabela X. A riqueza (*S*) das comunidades parasitárias variou entre uma e 16 espécies tanto em hospedeiros machos como em fêmeas (Fig. 40). As riquezas das comunidades de

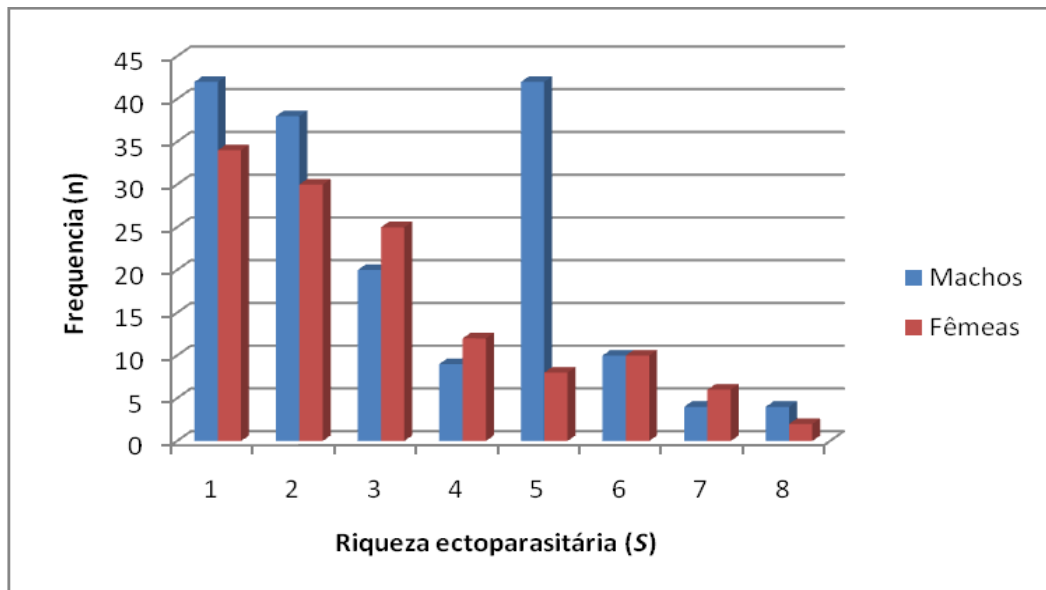
ectoparasitos e de endoparasitos apresentaram a mesma amplitude de variação em hospedeiros de ambos os sexos, e variou de uma a nove espécies e de uma a oito espécies, respectivamente (Figs 41 e 42). A riqueza total, a de ectoparasitos e a de endoparasitos nas comunidades parasitárias de hospedeiros machos e fêmeas foi comparada e nenhuma diferença significativa foi encontrada (Tab. XI).



**Figura 40.** Riqueza total das infracomunidades parasitárias de machos e fêmeas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 41.** Riqueza das infracomunidades endoparasitárias de machos e fêmeas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 42.** Riqueza das infracomunidades ectoparasitárias de machos e fêmeas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

A comparação entre os índices de diversidade, de dominância e de equitabilidade e as comunidades parasitárias de machos e de fêmeas não apresentou resultados significativos (Tab. XII). Foi observada correlação negativa significativa entre a riqueza total e de ectoparasitos e a equitabilidade de ectoparasitos com o peso de machos e de fêmeas e o com o comprimento padrão (Tab. XIII). A riqueza e a diversidade de Brillouin de endoparasitas apresentaram correlação negativa significativa com o peso nos machos e com o comprimento padrão, enquanto a diversidade de Brillouin de ectoparasitos apresentou correlação negativa significativa somente com o comprimento padrão. Estes valores de correlação significativa variaram de fracos a moderados. As demais variáveis correlacionadas com o peso e o com o comprimento padrão não apresentaram valores de correlação significativa.

**Tabela X.** Características das infracomunidades dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetros	Machos	Fêmeas
Hospedeiros coletados	164	148
Hospedeiros parasitados	157	143
Prevalência do parasitismo	95,73%	96,62%
<b>Ectoparasitos</b>		
Riqueza (média) ± DP	2,3293 ± 1,9075	2,6824 ± 2,0035
Diversidade de Brillouin	0,4634 ± 0,4462	0,4944 ± 0,4544
Dominância de Simpson (média) ± DP	0,6337 ± 0,2974	0,6296 ± 0,2937
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) ± DP	0,8594 ± 0,1603	0,8262 ± 0,2000
Equitabilidade de Hill-modificada (média) ± DP	2,1353 ± 1,8652	2,3293 ± 1,2769
<b>Endoparasitos</b>		
Riqueza	2,6890 – 1,9075	2,8041 ± 1,9817
Diversidade de Brillouin (média) ± DP	0,3205 ± 0,3795	0,2982 ± 0,3301
Dominância de Simpson (média) ± DP	0,6337 ± 0,2974	0,6296 ± 0,2937
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) ± DP	0,8592 ± 0,1603	0,8662 ± 0,2000
Equitabilidade de Hill-modificada (média) ± DP	2,1353 ± 1,8652	2,3292 ± 1,2769

**Tabela XI.** Comparação entre a riqueza total, ectoparasitária e endoparasitária das infracomunidades de parasitos de machos e de fêmeas de *Prochilodus argenteus*, Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	<i>t</i>	<i>p</i>
Riqueza total	- 1,225	0,221
Riqueza ectoparasitária	- 1,574	0,117
Riqueza endoparasitária	- 0,522	0,602

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância.

**Tabela XII.** Comparação dos índices de diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos entre machos e fêmeas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	Total		Ectoparasitos		Endoparasitos	
	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Diversidade de Brillouin	0,849	0,397	-0,609	0,543	0,55	0,582
Dominância de Simpson	0,961	0,337	0,118	0,906	0,118	0,906
Equitabilidade de Shannon-Wiener	-0,614	0,539	1,589	0,113	1,589	0,113
Equitabilidade de Hill modificada	-0,446	0,656	-1,043	0,298	-1,043	0,298

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância

**Tabela XIII.** Correlação entre o peso e o comprimento padrão de *Prochilodus argenteus*, Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais Brasil com os índices de riqueza, diversidade, dominância e equitabilidade das infracomunidades parasitárias.

Espécie de parasito	Peso				Comprimento padrão	
	Macho		Fêmea		Geral	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
<b>Ectoparasitos</b>						
Riqueza	-0,348	<0,001*	-0,189	0,021*	-0,282	<0,001*
Diversidade de Brillouin	-0,234	0,003*	-0,124	0,133	-0,192	<0,001*
Dominância de Simpson	0,054	0,503	-0,028	0,741	0,028	0,624
Equitabilidade de Shannon-Wiener	0,203	0,011*	0,174	0,037*	-0,171	0,003*
Equitabilidade de Hill modificada	0,055	0,495	0,135	0,106	0,073	0,206
<b>Endoparasitos</b>						
Riqueza	-0,182	0,020*	-0,134	0,106	-0,169	0,003*
Diversidade de Brillouin	-0,325	<0,001*	-0,165	0,046*	-0,222	<0,001*
Dominância de Simpson	0,057	0,482	0,066	0,434	0,054	0,350
Equitabilidade de Shannon-Wiener	-0,193	0,016*	-0,092	0,271	0,049	0,400
Equitabilidade de Hill modificada	0,072	0,371	-0,091	0,279	-0,020	0,729
<b>Total</b>						
Riqueza total	-0,416	<0,001*	-0,0228	0,005*	-0,317	<0,001*
Diversidade de Brillouin	-0,060	0,442	-0,056	0,499	-0,039	0,488
Dominância de Simpson	0,082	0,311	0,094	0,264	0,101	0,080
Equitabilidade de Shannon-Wiener	0,094	0,252	-0,050	0,561	0,100	0,871
Equitabilidade de Hill modificada	0,061	0,458	-0,046	0,590	-0,005	0,928

*r*<sub>s</sub> = correlação de Spearman; *p* = nível de significância; \* = significativo para *p* ≤ 0,05.

## 5.5. Influência das localidades e dos períodos de coleta dos hospedeiros sobre os descritores ecológicos das infrapopulações e das infracomunidades parasitárias

### 5.5.1. Infrapopulações parasitárias

Dos 312 espécimes de *P. argenteus* examinados, 159 espécimes foram coletados à jusante da barragem de Três Marias e 153, à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco. Quando hospedeiros foram agrupados de acordo com o local de coleta, 179 foram coletados durante o período chuvoso e 133 durante o período de estiagem. Os descritores das infrapopulações parasitárias para hospedeiros coletados nas duas localidades e nos dois períodos foram apresentados nas Tabelas XIV e XV, respectivamente.

A influência do período de coleta sobre a prevalência, a intensidade e a abundância das infecções/infestações parasitárias foi avaliada e os resultados são apresentados na Tabela XVI. Todos os resultados significativos indicaram índices de parasitismo mais elevados no ponto de coleta localizado à jusante da barragem de Três Marias. Das 14 espécies que tiveram seus índices ecológicos avaliados, somente *T. toksonum*, *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub> e metacestóide sp.<sub>2</sub> não apresentaram diferença significativa quanto à prevalência, entre as duas localidades e as demais 11 espécies apresentaram prevalência mais elevada na localidade de coleta localizada à jusante da barragem de Três Marias. As intensidades de infecção/infestação de *S. nanii*, de *A. discoidea*, de *T. ornatus*, de *T. toksonum* e de *Placobdella* sp., foram mais elevadas neste mesmo ponto. A abundância de todas as espécies analisadas, com exceção do metacestóide sp.<sub>2</sub>, foi significativamente mais elevada à jusante da barragem de Três Marias.

**Tabela XIV.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média ± DP		Abundância média ± DP	
	JB (n = 159)	JA (n = 153)	JB (n = 159)	JA (n = 153)	JB (n = 159)	JA (n = 153)
<b>Myxozoa</b>						
<i>Henneguya</i> sp.	39,62	9,80	31,90 ± 71,06	8,87 ± 8,41	12,64 ± 47,18	0,087 ± 3,67
<i>Myxobolus franciscoi</i>	3,14	-	14,80 ± 13,42	-	0,47 ± 3,35	-
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	39,24	11,11	20,32 ± 19,43	8,65 ± 10,36	7,67 ± 15,44	0,96 ± 4,33
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub>	1,88	-	3,33 ± 1,52	-	0,06 ± 0,486	-
<b>Digenea</b>						
<i>Acanthostomum</i> sp.	5,66	5,22	2,67 ± 1,80	3 ± 3,11	0,15 ± 0,739	0,16 ± 0,94
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	2,51	1,96	2 ± 0,82	3,67 ± 0,57	0,05 ± 0,33	0,07 ± 0,51
<i>Saccocoelioides nanii</i>	75,47	52,94	32,35 ± 35,82	16,58 ± 14,58	24,42 ± 37,07	8,78 ± 13,45
<b>Monogenoidea</b>						
<i>Anacanthoroides</i> sp.	10,42	4,57	1,94 ± 0,96	2 ± 1	0,20 ± 0,67	0,09 ± 0,46
<i>Apedunculata discoidea</i>	36,47	23,52	15,43 ± 16,37	3,83 ± 2,82	5,63 ± 12,34	0,90 ± 2,12
<i>Telethecium</i> sp.	46,54	30,06	5,35 ± 3,85	4,74 ± 3,94	2,49 ± 3,74	1,42 ± 3,06
<i>Tereancistrum ornatus</i>	46,54	38,56	15,42 ± 16,03	4,41 ± 3,93	7,18 ± 13,35	1,70 ± 3,24
<i>Tereancistrum toksonum</i>	34,59	13,72	10,76 ± 10,91	2,67 ± 1,49	3,72 ± 8,18	0,37 ± 1,06
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	22,01	13,07	5,54 ± 6,65	3,30 ± 2,02	1,23 ± 3,85	0,43 ± 1,32
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub>	0,06	-	1	-	0,01 ± 0,07	-
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub>	4,40	1,30	1,29 ± 0,48	1,50 ± 0,70	0,06 ± 0,28	0,02 ± 0,18
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub>	0,06	-	1	-	0,01 ± 0,07	0,01 ± 0,16
<i>Rhinonastes</i> sp.	20,12	6,53	3,38 ± 2,36	3,10 ± 1,72	0,68 ± 1,71	0,20 ± 0,87
<b>Eucestoda</b>						
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	54,08	28,10	1.978,35 ± 1.410,21	1.588,93 ± 1.492,71	1.071,31 ± 1.413,17	446,56 ± 1.062
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	13,20	10,45	4,90 ± 4,18	4,94 ± 3,39	0,65 ± 2,23	0,48 ± 0,179
<i>Valipora</i> sp.	0,06	7,84	1,81 ± 1,37	3,58 ± 3,83	0,18 ± 0,69	0,28 ± 1,41

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

Continuação da tabela XIV

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média ± DP		Abundância média ± DP	
	JB (n = 159)	JA (n = 153)	JB (n = 159)	JA (n = 153)	JB (n = 159)	JA (n = 153)
<b>Nematoda</b>						
<i>Contracaecum</i> sp.	-	2,61	-	2,25 ± 1,2	-	0,03 ± 0,24
<i>Guyanema</i> sp.	45,28	16,33	2,97 ± 1,98	2,28 ± 1,76	1,35 ± 1,99	0,37 ± 1,10
<i>Hysterothylacium</i> sp.	0,06	-	3	-	0,08 ± 0,751	-
<i>Philometra</i> sp.	11,32	3,26	1,67 ± 1,37	1,40 ± 0,548	0,01 ± 0,11	0,05 ± 0,26
<i>Philometrioides</i> sp.	0,06	-	1	-	0,01 ± 0,079	-
<i>Spinitectus asperus</i>	54,71	30,06	3,75 ± 3,46	2,93 ± 1,69	2,05 ± 3,17	0,88 ± 1,63
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neoechinorhynchus prochilodorum</i>	3,14	-	3,40 ± 2,88	-	0,11 ± 0,75	-
<b>Hirudinea</b>						
<i>Placobdella</i> sp.	66,07	45,75	29,12 ± 32,04	9,26 ± 10,76	19,23 ± 29,45	4,24 ± 8,60
<b>Crustacea</b>						
<i>Acusicola</i> sp.	6,91	2,61	2,64 ± 2,69	3,50 ± 3,78	0,18 ± 0,973	0,13 ± 0,841
<i>Argulus multicolor</i>	1,25	1,30	1	1	0,01 ± 0,11	0,01 ± 0,114
<i>Dolops nana</i>	-	0,06	-	1	-	0,01 ± 0,081
<i>Gamidactylus</i> sp.	5,66	3,91	2,89 ± 3,58	2,50 ± 1,04	0,10 ± 0,49	0,16 ± 1,07
<i>Lernaea</i> sp.	2,51	-	2 ± 0,86	-	0,05 ± 0,33	-
Copépode não identificado	1,25	1,30	3 ± 2,82	1	0,07 ± 0,56	0,01 ± 0,11

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

**Tabela XV.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados no período de estiagem (PE) e no período chuvoso (PC) no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média $\pm$ DP		Abundância média $\pm$ DP	
	PE (n = 133)	PC (n = 179)	PE (n = 133)	PC (n = 179)	PE (n = 133)	PC (n = 179)
<b>Myxozoa</b>						
<i>Henneguya</i> sp.	33,08	18,99	13,91 $\pm$ 19,66	45,03 $\pm$ 92,80	4,60 $\pm$ 13,01	8,55 $\pm$ 43,77
<i>Myxobolus franciscoi</i>	3,75	-	14,80 $\pm$ 13,42	-	0,56 $\pm$ 3,66	-
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	40,60	12,84	17,20 $\pm$ 17,50	3,33 $\pm$ 1,52	6,98 $\pm$ 13,96	2,44 $\pm$ 9,69
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub>	-	1,67	-	1,80 $\pm$ 0,91		0,06 $\pm$ 0,45
<b>Digenea</b>						
<i>Acanthostomum</i> sp.	8,27	3,35	3,09 $\pm$ 2,73	2,33 $\pm$ 1,86	0,26 $\pm$ 1,13	0,08 $\pm$ 0,52
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	2,25	2,23	3 $\pm$ 1	2,50 $\pm$ 1,29	0,07 $\pm$ 0,46	0,06 $\pm$ 0,40
<i>Saccocoeilioides nanii</i>	69,17	60,89	31,57 $\pm$ 32,72	21,29 $\pm$ 27,05	21,84 $\pm$ 30,85	12,96 $\pm$ 23,50
<b>Monogenoidea</b>						
<i>Anacanthoroides</i> sp.	10,52	5,58	2,07 $\pm$ 0,99	1,80 $\pm$ 0,91	0,22 $\pm$ 0,71	0,09 $\pm$ 0,45
<i>Apedunculata discoidea</i>	39,09	23,46	13,44 $\pm$ 14,45	7,95 $\pm$ 13,25	5,26 $\pm$ 11,13	1,87 $\pm$ 7,20
<i>Telethecium</i> sp.	45,11	33,51	5,82 $\pm$ 4,57	4,42 $\pm$ 2,92	2,62 $\pm$ 4,21	1,48 $\pm$ 2,68
<i>Tereancistrum ornatus</i>	51,12	36,31	14,68 $\pm$ 15,67	6,20 $\pm$ 8,64	7,50 $\pm$ 13,37	2,25 $\pm$ 5,98
<i>Tereancistrum toksonum</i>	34,58	16,75	9,41 $\pm$ 9,56	7,17 $\pm$ 10,60	3,26 $\pm$ 7,17	1,20 $\pm$ 5,05
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	21,80	14,52	6 $\pm$ 7,13	3,31 $\pm$ 2,20	1,31 $\pm$ 4,12	0,49 $\pm$ 1,43
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub>	-	0,05	-	1	-	0,01 $\pm$ 0,07
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub>	5,26	0,10	1,14 $\pm$ 0,37	2	0,06 $\pm$ 2,26	0,02 $\pm$ 0,21
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub>	-	0,05	-	1	-	0,02 $\pm$ 0,16
<i>Rhinonastes</i> sp.	21,05	7,82	3,25 $\pm$ 2,44	3,43 $\pm$ 1,74	0,68 $\pm$ 1,72	0,27 $\pm$ 1,03
<b>Eucestoda</b>						
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	56,33	30,16	1.814,29 $\pm$ 1.446,72	1.896,11 $\pm$ 1.452,88	1.023,41 $\pm$ 1.410,44	572,01 $\pm$ 1.179,05
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	22,55	3,91	4,63 $\pm$ 2,89	6,14 $\pm$ 6,66	1,05 $\pm$ 2,37	0,21 $\pm$ 1,65
<i>Valipora</i> sp.	15,03	4,46	2,90 $\pm$ 3,24	1,75 $\pm$ 0,70	0,44 $\pm$ 1,61	0,08 $\pm$ 0,38

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

Continuação da tabela XV

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média ± DP		Abundância média ± DP	
	PE (n = 133)	PC (n = 179)	PE (n = 133)	PC (n = 179)	PE (n = 133)	PC (n = 179)
<b>Nematoda</b>						
<i>Contracaecum</i> sp.	0,07	0,16	2	2,33 ± 1,52	0,015 ± 0,17	0,016 ± 0,16
<i>Guyanema</i> sp.	40,60	24,02	2,83 ± 2,13	2,74 ± 1,70	1,15 ± 1,94	0,02 ± 0,22
<i>Hysterothylacium</i> sp.	-	0,05	-	3	0,07 ± 0,78	0,66 ± 1,43
<i>Philometra</i> sp.	11,27	4,46	1,80 ± 1,42	1,25 ± 0,46	0,18 ± 0,71	0,06 ± 0,27
<i>Philometrioides</i> sp.	0	0,05	-	1	0	0,01 ± 0,07
<i>Spinitectus asperus</i>	43,60	41,89	3,32 ± 1,86	3,58 ± 3,64	1,45 ± 2,06	1,50 ± 2,94
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neoechinorhynchus prohilodorum</i>	0,07	2,23	2	3,75 ± 3,20	0,02 ± 0,17	0,08 ± 0,69
<b>Hirudinea</b>						
<i>Placobdella</i> sp.	67,66	47,48	30,09 ± 33,71	11,74 ± 13,58		
<b>Crustacea</b>						
<i>Acusicola</i> sp.	-	8,37	-	2,87 ± 2,90	0,30 ± 1,30	0,05 ± 0,38
<i>Argulus multicolor</i>	-	0,22	-	1	0	0,02 ± 0,14
<i>Dolops nana</i>	-	0,11	-	1	0	0,01 ± 0,07
<i>Gamidactylus</i> sp.	-	8,37	-	2,73 ± 2,78	0,23 ± 1,20	0,06 ± 0,34
<i>Lernaea</i> sp.	-	0,22	-	2 ± 0,81	0	0,04 ± 0,31
Copépode não identificado	-	0,22	-	2 ± 2	0,04 ± 0,43	0,04 ± 0,39

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

**Tabela XVI.** Influência do local de coleta dos espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, sobre os índices parasitários.

Espécie de parasito	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	4,042	≤0,0001*	349	0,117	8329	≤0,005*
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	3,396	≤0,0001*	280,5	0,07	8.695,5	≤0,005*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	1,426	≤0,0001*	3.826,5	0,01*	8.389,5	0,005*
<i>Apedunculata discoidea</i>	1,550	0,0138*	538,5	0,005*	100.083	0,001*
<i>Telethecium</i> sp.	1,548	0,0036*	1.479,5	0,226	9.937	0,001*
<i>Tereancistrum ornatus</i>	1,548	0,0036*	1.348,5	0,005*	10.358,5	0,012*
<i>Tereancistrum toksonum</i>	1,207	0,1702	212	0,005*	9.260	≤0,005*
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	1,684	0,0527	278	0,208	10.850	0,020*
<i>Rhinonastes</i> sp.	3,079	0,0004*	158,5	0,964	10.509	≤0,005*
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	1,925	≤0,0001*	156,5	0,104	8.694	≤0,005*
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	1,263	0,4875	167,5	0,988	11.742	0,341
<i>Guyanema</i> sp.	2,771	≤0,0001*	677,5	0,059	8.420,5	≤0,005*
<i>Spinitectus asperus</i>	1,820	≤0,0001*	1.816,5	0,375	8.990,5	≤0,005*
<i>Placobdella</i> sp.	1,443	0,0004*	1.858,5	0,005*	7.879,5	≤0,005*

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

Os resultados da avaliação comparativa dos índices parasitários, prevalência, intensidade e abundância entre os períodos de coleta na tabela XVII, indicam que com exceção de *S. asperus*, as demais espécies apresentaram prevalência mais elevada no período de estiagem. A intensidade de infecção/infestação de *S. nanii*, de *A. discoidea*, de *T. ornatus*, de *T. toksonum* e de *Placobdella* sp., foi mais elevada durante o período de estiagem e de *Henneguya* sp., foi mais elevada no período chuvoso. A abundância da infecção/infestação foi mais elevada no período de estiagem para *Myxobolus* sp., *S. nanii*, *A. discoidea*, *Telethecium* sp., *T. ornatus*, *T. toksonum*, *Rhinonastes* sp., metacestóides sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>, *Guyanema* sp., *Placobdella* sp. e no período chuvoso para *Henneguya* sp..

**Tabela XVII.** Influência do período de coleta dos espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais, sobre os índices parasitários.

Espécie de parasito	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	1,742	0,005*	550,50	0,046*	10.379,50	<0,0001*
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	3,160	<0,0001*	591	0,738	8.630	<0,0001*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	1,136	0,1516*	3.819,50	0,004*	9.723,50	0,005*
<i>Apedunculata discoidea</i>	1,666	0,004*	762	0,012*	9.712,50	0,001*
<i>Telethecium</i> sp.	1,346	0,045*	1.553	0,192	10.277	0,018*
<i>Tereancistrum ornatus</i>	1,408	0,010*	1.368,50	0,0001*	9.298	<0,0001*
<i>Tereancistrum toksonum</i>	2,064	0,0005*	476,50	0,022*	9.568	<0,0001*
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	1,501	0,1008*	276,50	0,087	10.938	0,087
<i>Rhinonastes</i> sp.	2,692	0,0012*	167,50	0,439	10.357	0,001*
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	1,869	<0,0001*	1.972	0,774	8.801	<0,0001*
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	5,768	<0,0001*	103	0,955	9.611,50	<0,0001*
<i>Guyanema</i> sp.	1,690	0,002*	1.104	0,670	9.987	0,003*
<i>Spinitectus asperus</i>	1,041	0,8172	1.989,50	0,392	11.514,50	0,583
<i>Placobdella</i> sp.	1,425	0,0005*	2.422	<0,0001*	8.098	<0,0001*

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

Como foram observadas diferenças em alguns índices ecológicos quando foram comparados as duas localidades e os dois períodos de coleta, foi necessário avaliar a influência dos períodos de coleta em cada uma das localidades separadamente. Os valores de prevalência, intensidade e abundância das infecções/infestações dos parasitos coletados à jusante da barragem de Três Marias nos diferentes períodos de coleta foram apresentados na tabela XVIII.

A análise da influência do período de coleta sobre os índices ecológicos dos parasitos de *P. argenteus* coletados à jusante da barragem de Três Marias foi apresentada na tabela XIX. A prevalência foi significativamente mais elevada para *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, *A. discoidea*, *T. ornatus*, *T. toksonum*, *Rhinonastes* sp., metacestóides sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>, *Guyanema* sp. e *Placobdella* sp. de *P. argenteus* durante o período de estiagem. *Henneguya* sp. teve intensidade mais elevada durante o período chuvoso. *Saccocoelioides nanii* apresentou intensidade de infecção mais elevada durante o período de estiagem. *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, *A. discoidea*, *T. toksonum*, *Rhinonastes* sp., metacestóides sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub> e *Guyanema* sp., apresentaram abundância significativamente mais elevada no período de estiagem. *Tereancistrum ornatus*, *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub> e *Placobdella* sp., tiveram intensidade e abundância de infestação significativamente mais elevada durante o período de estiagem. *Telethecium* sp. e *S. asperus* não apresentam variação significativa nos índices entre os dois períodos de coleta. Os valores de intensidade, abundância e prevalência das infecções / infestações das espécies parasitas de *P. argenteus* coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco nos diferentes períodos de coleta foram apresentados na tabela XX.

**Tabela XVIII.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais no período de estiagem (PE) e no período chuvoso (PC), no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média $\pm$ DP		Abundância média $\pm$ DP	
	PE (n = 78)	PC (n = 81)	PE (n = 78)	PC (n = 81)	PE (n = 78)	PC (n = 81)
<b>Myxozoa</b>						
<i>Henneguya</i> sp.	47,43	32,09	14,46 $\pm$ 21,05	56,73 $\pm$ 103,88	6,68 $\pm$ 16,12	18,21 $\pm$ 63,89
<i>Myxobolus franciscoi</i>	6,41	-	14,80 $\pm$ 13,42	-	0,95 $\pm$ 4,76	-
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	53,84	22,22	20,88 $\pm$ 18,15	19 $\pm$ 22,64	11,24 $\pm$ 16,88	4,22 $\pm$ 13,12
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub>	-	3,70	-	3,33 $\pm$ 1,52	-	0,12 $\pm$ 0,67
<b>Digenea</b>						
<i>Acanthostomum</i> sp.	7,69	3,70	2,50 $\pm$ 1,51	1,25 $\pm$ 0,50	0,19 $\pm$ 0,77	0,11 $\pm$ 0,71
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	2,56	2,46	2,50 $\pm$ 0,71	3 $\pm$ 2,64	0,06 $\pm$ 0,41	0,04 $\pm$ 0,25
<i>Saccocoelioides nanii</i>	75,64	75,30	39,69 $\pm$ 37,28	1,50 $\pm$ 0,71	30,02 $\pm$ 36,62	19,02 $\pm$ 30,70
<b>Monogenoidea</b>						
<i>Anacanthoroides</i> sp.	16,16	4,93	2,15 $\pm$ 0,98	25,26 $\pm$ 33,11	0,36 $\pm$ 0,89	0,05 $\pm$ 0,26
<i>Apedunculata discoidea</i>	50,63	22,22	16,23 $\pm$ 15,36	13,67 $\pm$ 18,79	8,32 $\pm$ 13,64	3,04 $\pm$ 10,32
<i>Telethecium</i> sp.	50	43,20	5,79 $\pm$ 4,27	4,86 $\pm$ 3,32	2,90 $\pm$ 4,18	2,10 $\pm$ 3,25
<i>Tereancistrum ornatus</i>	60,25	33,33	18,87 $\pm$ 16,97	9,41 $\pm$ 12,35	11,37 $\pm$ 16,008	3,14 $\pm$ 8,33
<i>Tereancistrum toksonum</i>	50	19,75	10,67 $\pm$ 9,87	11 $\pm$ 13,46	5,33 $\pm$ 8,77	2,17 $\pm$ 7,31
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	28,20	16,04	7,05 $\pm$ 7,91	3 $\pm$ 2,16	1,99 $\pm$ 5,22	0,49 $\pm$ 1,38
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub>	-	2,46	-	1	-	0,01 $\pm$ 0,11
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub>	7,69	2,46	1,17 $\pm$ 0,41	2	0,09 $\pm$ 0,33	0,02 $\pm$ 0,22
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub>	-	2,46	-	1	-	0,01 $\pm$ 0,11
<i>Rhinonastes</i> sp.	32,05	8,64	3,20 $\pm$ 2,51	4 $\pm$ 1,73	1,03 $\pm$ 2,05	0,35 $\pm$ 2,38
<b>Eucestoda</b>						
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	75,64	33,33	1.964,78 $\pm$ 1.413,34	2.008 $\pm$ 1.429,71	1.486,72 $\pm$ 1.491,76	669,33 $\pm$ 1.253,61
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	23,07	3,70	4,17 $\pm$ 2,12	9,33 $\pm$ 10,11	0,96 $\pm$ 2,02	0,35 $\pm$ 2,38
<i>Valipora</i> sp.	17,94	2,46	1,86 $\pm$ 1,46	1,50 $\pm$ 0,71	0,33 $\pm$ 0,93	0,04 $\pm$ 0,33

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

Continuação da tabela XVIII

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média ± DP		Abundância média ± DP	
	PE (n = 78)	PC (n = 81)	PE (n = 78)	PC (n = 81)	PE (n = 78)	PC (n = 81)
<b>Nematoda</b>						
<i>Contracaecum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Guyanema</i> sp.	53,84	37,03	3,12 ± 2,21	2,77 ± 1,63	1,68 ± 2,24	1,02 ± 1,66
<i>Hysterothylacium</i> sp.	-	1,23	-	3	-	0,04 ± 0,33
<i>Philometra</i> sp.	15,38	7,40	1,92 ± 1,56	1,17 ± 0,41	0,26 ± 0,88	0,09 ± 0,32
<i>Philometrioides</i> sp.	-	2,46	-	1	-	0,01 ± 0,11
<i>Spinitectus asperus</i>	55,12	54,34	3,39 ± 1,88	4,11 ± 4,51	1,87 ± 2,19	2,23 ± 3,89
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neoechinorhynchus prochilodorum</i>	1,28	4,93	2	3,75 ± 3,20	0,03 ± 0,22	0,19 ± 1,02
<b>Hirudinea</b>						
<i>Placobdella</i> sp.	79,48	53,08	38,94 ± 36,97	14,98 ± 14,53	30,95 ± 36,51	7,95 ± 12,93
<b>Crustacea</b>						
<i>Acusicola</i> sp.	-	13,58	-	2,64 ± 2,69	-	0,11 ± 0,57
<i>Argulus multicolor</i>	-	2,46	-	1	-	0,012 ± 0,15
<i>Dolops nana</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Gamidactylus</i> sp.	-	11,11	-	2,89 ± 3,58	-	0,12 ± 0,51
<i>Lernaea</i> sp.	-	4,93	-	2 ± 0,82	-	0,10 ± 0,46
Copépode não identificado	-	2,46	-	3 ± 2,82	-	0,07 ± 0,56

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

**Tabela XIX.** Influência do período de coleta de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, sobre os índices parasitários.

Espécie de parasito	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	1,375	0,06	274	0,004*	2.861	0,309
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	1,925	<0,0001*	324,50	0,388	2.106,50	<0,0001*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	1,009	0,99	1.273	0,006*	2.622,50	0,062
<i>Apedunculata discoidea</i>	1,833	0,0002*	294,50	0,270	2.175,50	<0,0001*
<i>Telethecium</i> sp.	1,149	0,428	614,50	0,459	2.876,50	0,290
<i>Tereancistrum ornatus</i>	1,741	0,0008*	375	0,004*	2.049,50	<0,0001*
<i>Tereancistrum toksonum</i>	1,891	<0,0001*	266,50	0,398	2.158	<0,0001*
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	1,392	0,084	81	0,034*	2.714	<0,0001*
<i>Rhinonastes</i> sp.	1,872	0,0003*	57	0,175	2.450	<0,0001*
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	2,636	<0,0001*	780,50	0,861	1.820,50	<0,0001*
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	1,971	0,0003*	22,50	0,669	2.551,50	<0,0001*
<i>Guyanema</i> sp.	1,410	0,03*	609	0,81	2.607	0,037*
<i>Spinitectus asperus</i>	1,017	1	890	0,63	3.077	0,768
<i>Placobdella</i> sp.	1,993	0,0005*	789	<0,0001*	1.781	<0,0001*

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

**Tabela XX.** Prevalência, intensidade média e abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais no período de estiagem (PE) e no período chuvoso (PC), no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média $\pm$ DP		Abundância média $\pm$ DP	
	PE (n = 55)	PC (n = 98)	PE (n = 55)	PC (n = 98)	PE (n = 55)	PC (n = 98)
<b>Myxozoa</b>						
<i>Henneguya</i> sp.	12,72	8,16	11 $\pm$ 9,86	7 $\pm$ 7,05	1,40 $\pm$ 4,95	0,57 $\pm$ 2,70
<i>Myxobolus franciscoi</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	21,81	5,10	4,33 $\pm$ 4	19 $\pm$ 14	0,95 $\pm$ 2,55	0,97 $\pm$ 5,07
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-
<b>Digenea</b>						
<i>Acanthostomum</i> sp.	9,09	6,12	3,80 $\pm$ 3,83	1,67 $\pm$ 0,57	0,35 $\pm$ 1,51	0,05 $\pm$ 0,30
<i>Austrodiplostomum</i> sp.	1,81	3,06	4	3,50 $\pm$ 0,70	0,07 $\pm$ 0,53	0,07 $\pm$ 0,50
<i>Saccocoelioides nanii</i>	60	2,04	17,06 $\pm$ 13,64	16,25 $\pm$ 15,33	10,23 $\pm$ 13,46	7,95 $\pm$ 13,44
<b>Monogenoidea</b>						
<i>Anacanthoroides</i> sp.	1,81	6,12	1	2,17 $\pm$ 0,98	0,02 $\pm$ 0,13	0,13 $\pm$ 0,56
<i>Apedunculata discoidea</i>	21,81	24,48	4,17 $\pm$ 3,18	3,67 $\pm$ 2,68	0,91 $\pm$ 2,25	0,90 $\pm$ 2,05
<i>Telethecium</i> sp.	38,18	25,52	5,86 $\pm$ 5,19	3,80 $\pm$ 2,16	2,24 $\pm$ 4,27	0,97 $\pm$ 1,98
<i>Tereancistrum ornatus</i>	38,18	38,77	5,29 $\pm$ 5,13	3,92 $\pm$ 3,04	2,02 $\pm$ 4,06	1,52 $\pm$ 2,68
<i>Tereancistrum toksonum</i>	12,72	14,28	2,43 $\pm$ 1,27	2,79 $\pm$ 1,62	0,31 $\pm$ 0,92	0,40 $\pm$ 1,14
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	12,72	13,26	2,71 $\pm$ 1,38	3,62 $\pm$ 2,29	0,35 $\pm$ 1,02	0,48 $\pm$ 1,47
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>3</sub>	1,81	1,02	1	2	0,02 $\pm$ 0,13	0,02 $\pm$ 0,202
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-
<i>Rhionastes</i> sp.	5,45	7,14	3,67 $\pm$ 2,08	2,86 $\pm$ 1,67	0,20 $\pm$ 0,93	0,20 $\pm$ 0,85
<b>Eucestoda</b>						
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	29,09	27,55	1.259,38 $\pm$ 1.477,89	1.784,22 $\pm$ 1.494,26	366,36 $\pm$ 969,50	0,02 $\pm$ 0,20
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	21,81	4,08	5,33 $\pm$ 3,77	3,75 $\pm$ 1,70	0,58 $\pm$ 2,25	0,02 $\pm$ 20
<i>Valipora</i> sp.	10,90	6,12	5,33 $\pm$ 4,92	1,83 $\pm$ 0,75	0,03 $\pm$ 0,26	0,20 $\pm$ 0,89

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

Continuação da tabela XX

Espécies de parasitos	Prevalência (%)		Intensidade média ± DP		Abundância média ± DP	
	PE (n = 55)	PC (n = 98)	PE (n = 55)	PC (n = 98)	PE (n = 55)	PC (n = 98)
<b>Nematoda</b>						
<i>Contracaecum</i> sp.	1,81	3,06	2	2,33 ± 1,52	0,03 ± 0,26	0,03 ± 0,22
<i>Guyanema</i> sp.	21,81	13,26	1,83 ± 1,52	2,69 ± 1,93	0,40 ± 1,02	0,36 ± 1,14
<i>Hysterothylacium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Philometra</i> sp.	5,45	2,04	1,33 ± 0,57	1,50 ± 0,70	0,07 ± 0,32	0,03 ± 0,22
<i>Philometrioides</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Spinitectus asperus</i>	27,27	31,63	3,13 ± 1,88	2,83 ± 1,61	0,85 ± 1,70	0,89 ± 1,60
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neoechinorhynchus prochilodorum</i>	-	-	-	-	-	-
<b>Hirudinea</b>						
<i>Placobdella</i> sp.	50,90	42,85	10,50 ± 9,05	8,43 ± 11,80	5,35 ± 8,31	3,61 ± 8,74
<b>Crustacea</b>						
<i>Acusicola</i> sp.	-	4,08	-	3,50 ± 3,78	-	0,14 ± 1,37
<i>Argulus multicolor</i>	-	2,04	-	1	-	0,02 ± 0,14
<i>Dolops nana</i>	-	1,02	-	1	-	0,01 ± 0,10
<i>Gamidactylus</i> sp.	-	6,12	-	2,50 ± 1,04	-	0,15 ± 1,54
<i>Lernaea</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Copépode não identificado	-	2,04	-	1	-	0,02 ± 0,14

n = número de hospedeiros; DP = desvio padrão

A influência do período de coleta sobre os índices ecológicos dos parasitos de *P. argenteus* coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco foi avaliada (Tab. XXI). Metacestóide sp.<sub>2</sub> foi significativamente mais prevalente e abundante durante o período de estiagem. *Myxobolus* sp.<sub>1</sub> apresentou prevalência mais elevada durante o período de estiagem, no entanto a intensidade e a abundância de infecção foram mais elevadas durante o período chuvoso. As demais espécies não apresentaram diferenças significativas quanto aos seus índices ecológicos.

**Tabela XXI.** Influência do período de coleta de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil, sobre os índices parasitários.

Espécie de parasito	Prevalência		Intensidade		Abundância	
	<i>rr</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	1,559	0,402	17,50	0,232	2.561,50	0,325
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	4,276	0,002*	6	0,011*	2.268,50	0,003*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	1,225	0,237	712	0,441	2.318	0,130
<i>Apedunculata discoidea</i>	0,89	0,84	129	0,631	2.638	0,771
<i>Telethecium</i> sp.	1,497	0,141	217,50	0,315	2.308	0,070
<i>Tereancistrum ornatus</i>	0,984	1	347,50	0,409	2.659	0,877
<i>Tereancistrum toksonum</i>	0,890	1	43	0,643	2.647	0,76
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	0,959	1	35	0,392	2.670	0,871
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,763	1	7,50	0,517	2.652	0,706
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	1,056	0,853	180,50	0,338	2.689	0,977
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	5,345	0,001*	20,50	0,665	2.184	0,0005*
<i>Guyanema</i> sp.	1,645	0,179	51,50	0,124	2.491	0,228
<i>Spinitectus asperus</i>	0,862	0,713	212,50	0,633	2.597,50	0,647
<i>Placobdella</i> sp.	1,188	0,398	461	0,126	2.351	0,153

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

### 5.5.2. Infracomunidades parasitárias

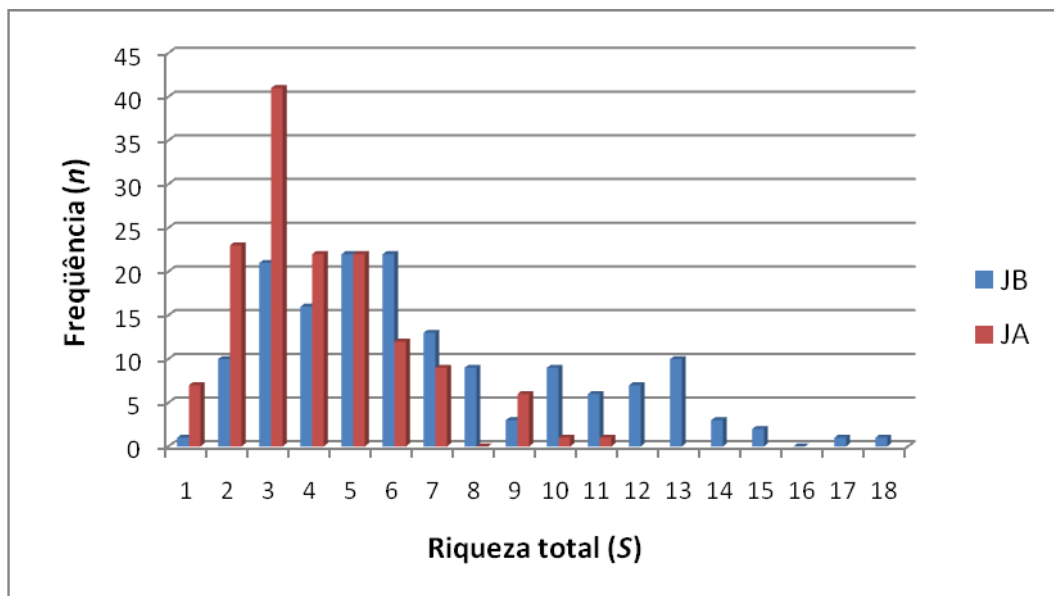
A riqueza total, endoparasitária e ectoparasitária, os índices de diversidade de Brillouin, dominância de Simpson, Equitabilidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Hill modificada para hospedeiros agrupados de acordo com a localidade e a estação de coleta, são apresentados nas tabelas XXII e XXIII, respectivamente. A riqueza total (*S*) das infracomunidades parasitárias variou de 1 a 18 e de 1 a 11 espécies por hospedeiro, para espécimes de *P. argenteus* coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté como rio São Francisco (Fig. 43), respectivamente. A riqueza endoparasitária variou de 1 a 10 e de 1 a 6 espécies por hospedeiro para espécimes de *P. argenteus* coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante do rio Abaeté, respectivamente (Fig. 44). A riqueza ectoparasitária variou de 1 a 8 espécies por hospedeiro à jusante da barragem de Três Marias e variou de 1 a 6 espécies por hospedeiro no segundo ponto de coleta (Fig. 45)

**Tabela XXII.** Características das infracomunidades dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

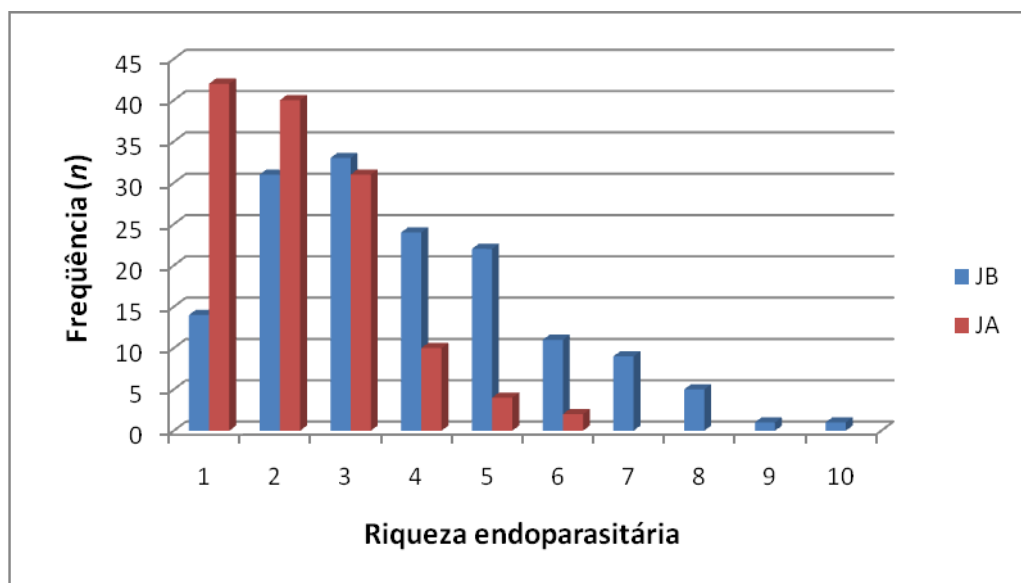
Parâmetros	JB	JA
Hospedeiros coletados	159	153
Hospedeiros parasitados	156	144
Prevalência do parasitismo	98,11%	94,11%
<b>Ectoparasitos</b>		
Riqueza (média) $\pm$ DP	$3,06 \pm 2,23$	$1,90 \pm 1,47$
Diversidade de Brillouin (média) $\pm$ DP	$0,581 \pm 0,482$	$0,371 \pm 0,386$
Dominância de Simpson (média) $\pm$ DP	$0,6154 \pm 0,2848$	$0,6744 \pm 0,3079$
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) $\pm$ DP	$0,8036 \pm 0,1931$	$0,8970 \pm 0,1517$
Equitabilidade de Hill-modificada (média) $\pm$ DP	$2,099 \pm 1,3628$	$2,2138 \pm 1,8582$
<b>Endoparasitos</b>		
Riqueza (média) $\pm$ DP	$3,57 \pm 2,06$	$1,87 \pm 1,34$
Diversidade de Brillouin (média) $\pm$ DP	$0,374 \pm 0,384$	$0,243 \pm 0,313$
Dominância de Simpson (média) $\pm$ DP	$0,6040 \pm 0,2825$	$0,6574 \pm 0,3072$
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) $\pm$ DP	$0,8000 \pm 0,1931$	$0,8905 \pm 0,1541$
Equitabilidade de Hill-modificada (média) $\pm$ DP	$2,1334 \pm 1,3518$	$2,3313 \pm 1,8492$
<b>Total</b>		
Riqueza (média) $\pm$ DP	$6,64 \pm 3,75$	$3,77 \pm 2,09$
Diversidade de Brillouin (média) $\pm$ DP	$0,6243 \pm 0,516$	$0,6446 \pm 0,543$
Dominância de Simpson (média) $\pm$ DP	$0,6030 \pm 0,3057$	$0,5399 \pm 0,2968$
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) $\pm$ DP	$0,4747 \pm 0,3370$	$0,6523 \pm 0,3251$
Equitabilidade de Hill-modificada (média) $\pm$ DP	$2,0213 \pm 1,2870$	$2,8064 \pm 1,6698$

**Tabela XXIII.** Características das infracomunidades dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e período chuvoso no alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

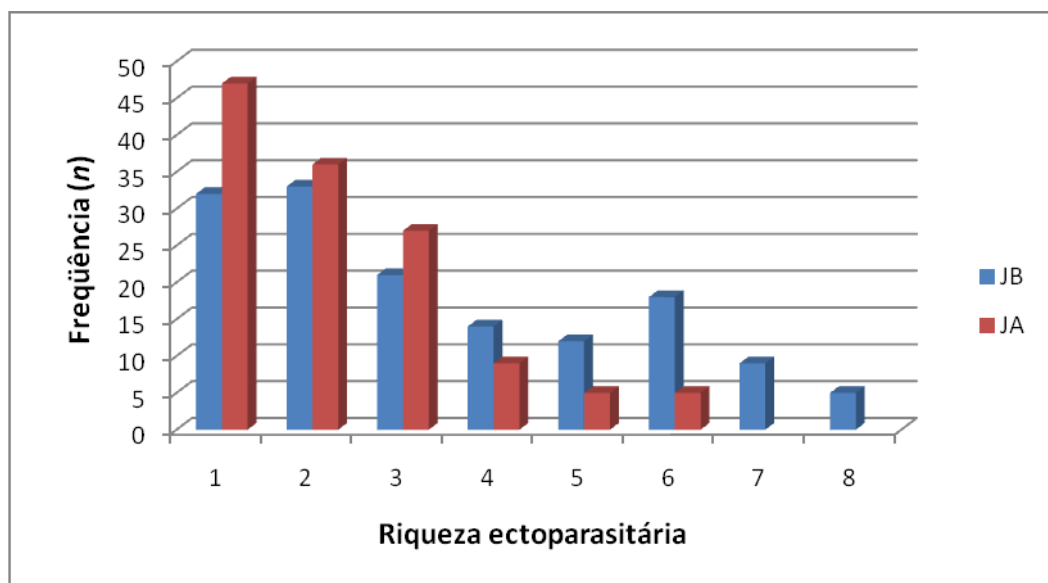
Parâmetros	Período de estiagem	Período chuvoso
Hospedeiros coletados	133	179
Hospedeiros parasitados	130	170
Prevalência do parasitismo	97,74%	94,97%
<b>Ectoparasitos</b>		
Riqueza (média) $\pm$ DP	$2,97 \pm 2,24$	$2,13 \pm 1,68$
Diversidade de Brillouin (média) $\pm$ DP	$0,5775 \pm 0,4856$	$0,4042 \pm 0,4068$
Dominância de Simpson (média) $\pm$ DP	$0,6114 \pm 0,2796$	$0,6689 \pm 0,3084$
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) $\pm$ DP	$0,7994 \pm 0,1856$	$0,8867 \pm 0,1666$
Equitabilidade de Hill-modificada (média) $\pm$ DP	$2,0972 \pm 1,4000$	$2,1989 \pm 1,7732$
<b>Endoparasitos</b>		
Riqueza (média) $\pm$ DP	$3,52 \pm 2,26$	$2,16 \pm 1,41$
Diversidade de Brillouin (média) $\pm$ DP	$0,3714 \pm 0,3584$	$0,2642 \pm 0,3492$
Dominância de Simpson (média) $\pm$ DP	$0,6055 \pm 0,2775$	$0,6521 \pm 0,3074$
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) $\pm$ DP	$0,7963 \pm 0,1853$	$0,8800 \pm 0,1691$
Equitabilidade de Hill-modificada (média) $\pm$ DP	$2,1216 \pm 1,3954$	$2,3112 \pm 1,7583$
<b>Total</b>		
Riqueza (média) $\pm$ DP	$6,50 \pm 4,08$	$4,30 \pm 2,37$
Diversidade de Brillouin (média) $\pm$ DP	$0,5884 \pm 0,5141$	$0,6602 \pm 0,5395$
Dominância de Simpson (média) $\pm$ DP	$0,5844 \pm 0,3121$	$0,5636 \pm 0,2957$
Equitabilidade de Shannon-Wiener (média) $\pm$ DP	$0,5050 \pm 0,3457$	$0,5981 \pm 0,3356$
Equitabilidade de Hill-modificada (média) $\pm$ DP	$2,1405 \pm 1,3772$	$2,5785 \pm 1,6111$



**Figura 43.** Riqueza total das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

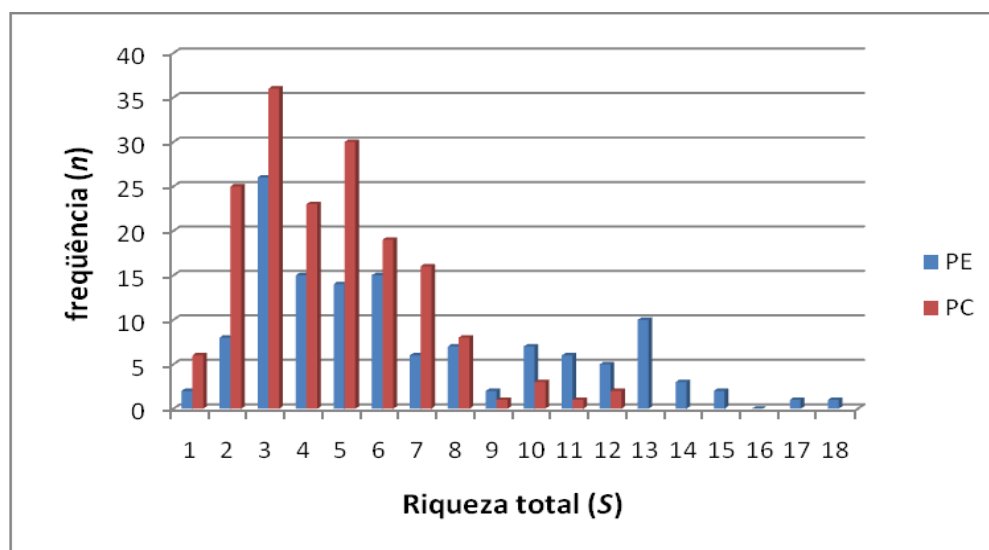


**Figura 44.** Riqueza endoparasitária das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

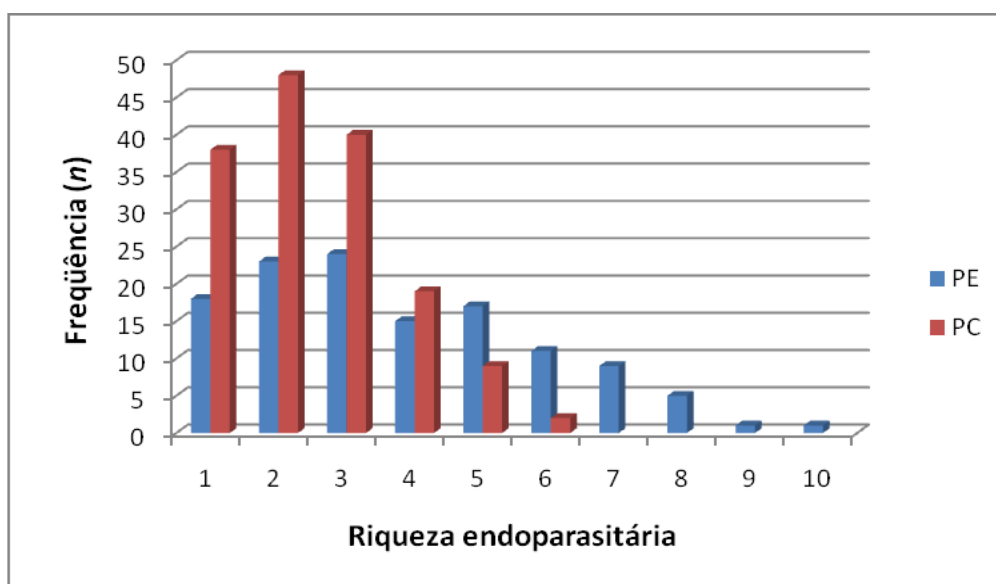


**Figura 45.** Riqueza ectoparasitária das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

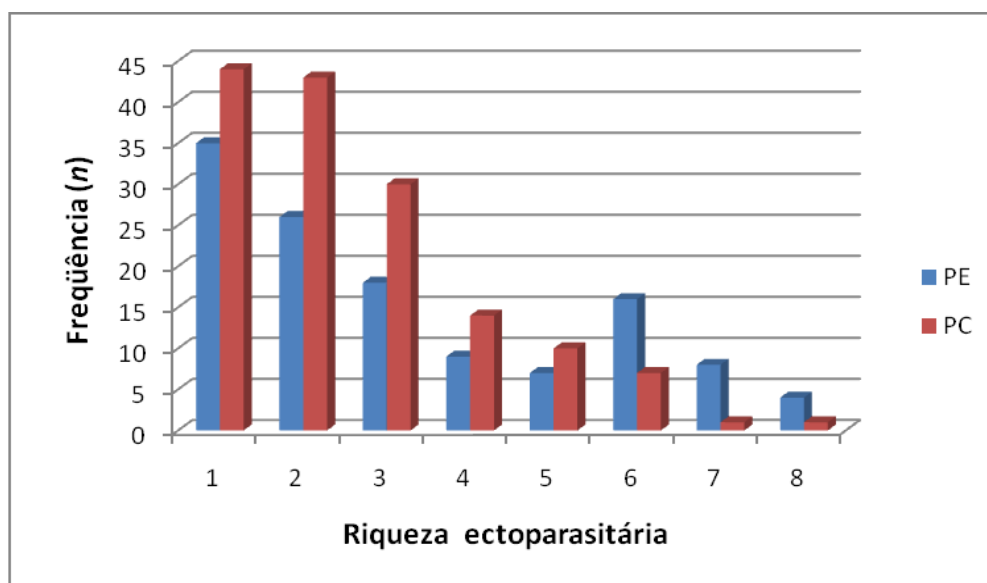
A riqueza total ( $S$ ) das infracomunidades parasitárias variou de 1 a 18 e de 1 a 12 espécies por hospedeiro, para espécimes de *P. argenteus* coletados durante o período de estiagem e durante o período chuvoso no alto rio São Francisco (Fig. 46), respectivamente. A riqueza endoparasitária das infracomunidades variou de 1 a 10 e de 1 a 6 espécies por hospedeiro para espécimes de *P. argenteus* coletados durante o período de estiagem e o chuvoso (Fig. 47). Enquanto a riqueza ectoparasitária teve amplitude de 1 a 8 espécies por hospedeiro para espécimes de *P. argenteus* coletados tanto no período de estiagem como no período de chuvas (Fig. 48).



**Figura 46.** Riqueza total das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem (PE) e o período chuvoso (PC) no alto São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 47.** Riqueza endoparasitária das infracomunidades de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem (PE) e o período chuvoso (PC) no alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 48.** Riqueza ectoparasitária das infracomunidades de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem (PE) e o período chuvoso (PC) no alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

A comparação da riqueza de todas as infracomunidades parasitárias, e das infracomunidades ecto- e endoparasitárias dos hospedeiros coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, apresentou diferença significativa (Tabs XXIV e XXV), sendo os valores mais elevados encontrados na primeira localidade de coleta. Quando os hospedeiros foram agrupados de acordo com o período de coleta (Tab. XXV) tanto os valores de riqueza total como os de riqueza ecto- e endoparasitária foram significativamente mais elevados durante o período de estiagem.

**Tabela XXIV.** Comparação entre a riqueza total, ectoparasitária e endoparasitária das infracomunidades de parasitos de *Prochilodus argenteus*, Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	<i>t</i>	<i>p</i>
Riqueza total	8,37	< 0,0001*
Riqueza ectoparasitária	5,46	< 0,0001*
Riqueza endoparasitária	8,67	< 0,0001*

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância.

**Tabela XXV.** Comparação entre a riqueza total, ectoparasitária e endoparasitária das infracomunidades de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados durante o período de estiagem e o período chuvoso no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	<i>t</i>	<i>p</i>
Riqueza total	5,59	< 0,0001*
Riqueza ectoparasitária	3,61	< 0,0001*
Riqueza endoparasitária	6,54	< 0,0001*

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância.

Os índices de diversidade de Brillouin, dominância de Simpson, Equitabilidade de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Hill modificada foram comparados para hospedeiros coletados nas duas localidades sendo os valores de Equitabilidade de Shannon-Wiener e de Hill modificado mais elevados para a infracomunidade parasitária total dos hospedeiros coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco e o índice de diversidade de Brillouin mais elevado nas infracomunidades de ectoparasitos e de endoparasitos coletados à jusante da barragem de Três Marias (Tab. XXVI). Estes índices comparados para hospedeiros coletados entre os períodos de estiagem e chuvoso indicaram que a Equitabilidade, tanto a de Shannon-Wiener quanto a de Hill modificada, foi mais elevada na fauna parasitária total dos hospedeiros coletados durante o período chuvoso e que através da Equitabilidade de Shannon-Wiener, foi possível verificar valores mais elevados também para as infracomunidades de endoparasitos e ectoparasitos durante este período. Além disso, a diversidade de Brillouin apresentou valores significativamente mais elevados para ectoparasitos e endoparasitos durante o período de estiagem (Tab. XXVII).

**Tabela XXVI.** Comparação entre os índices de diversidade, dominância e Equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	Total		Ectoparasitos		Endoparasitos	
	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Diversidade de Brillouin (média) ± DP	-0,475	0,635	4,233	< 0,0001*	3,293	< 0,001*
Dominância de Simpson	1,814	0,071	-1,755	0,080	-1,445	0,150
Equitabilidade de Shannon-Wiener	-4,542	< 0,0001*	-4,748	< 0,0001*	-4,504	< 0,0001*
Equitabilidade de Hill modificada	-4,413	< 0,0001*	-0,618	0,537	-1,051	0,294

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância

**Tabela XXVII.** Comparação entre os índices de diversidade, dominância e Equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus*, curimatã-pacu, coletados no período de estiagem e no chuvoso no alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	Total		Ectoparasitos		Endoparasitos	
	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Diversidade de Brillouin (média) ± DP	-1,185	0,237	3,424	< 0,001*	2,651	0,008*
Dominância de Simpson	0,586	0,559	-1,718	0,087	-1,377	0,170
Equitabilidade de Shannon-Wiener	-2,302	0,022*	-4,287	< 0,0001*	-4,024	0,0001*
Equitabilidade de Hill modificada	-2,443	0,015*	-0,566	0,572	-1,042	0,298

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância

Comparando os índices de diversidade, de dominância e de Equitabilidade nas duas localidades de coleta, foi possível verificar que à jusante da barragem de Três Marias os índices de Equitabilidade, tanto o de Shannon-Wiener como o de Hill, foram mais elevados para a fauna parasitária total no período chuvoso, as infracomunidades de ectoparasitos e de endoparasitos mostraram diversidade maior no período de estiagem e maior dominância durante o período chuvoso (Tab. XXVIII). Quando a mesma análise foi feita comparando as infracomunidades de parasitos dos hospedeiros coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, foi observada diferença significativa no índice de Equitabilidade de Shannon-Wiener que foi mais elevado no período de cheia, tanto para as infracomunidades de endoparasitos, como para as de ectoparasitos (Tab. XXIX).

**Tabela XXVIII.** Comparação entre os índices de diversidade, dominância e Equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus*, curimatã-pacu, coletados no período de estiagem e no chuvoso à jusante da barragem de Três Marias, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	Total		Ectoparasitos		Endoparasitos	
	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Diversidade de Brillouin (média) ± DP	-1,912	0,057	3,277	0,001*	2,308	0,022*
Dominância de Simpson	1,142	0,255	-2,566	0,011*	-2,687	0,008*
Dominância de Berger-Parker	1,423	0,157	-1,484	0,140	-1,614	0,109
Equitabilidade de Shannon-Wiener	-2,693	0,008*	-1,386	0,168	-1,532	0,128
Equitabilidade de Hill modificada	-2,326	0,021*	-1,364	0,175	-1,315	0,191

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância

**Tabela XXIX.** Comparação entre os índices de diversidade, dominância e Equitabilidade das infracomunidades parasitárias total, de ectoparasitos e endoparasitos das infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus*, curimatã-pacu, coletados no período de estiagem e no chuvoso à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	Total		Ectoparasitos		Endoparasitos	
	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Diversidade de Brillouin (média) ± DP	0,312	0,756	0,612	0,541	0,712	0,477
Dominância de Simpson	-0,661	0,510	-2,669	0,009*	-0,358	0,021*
Equitabilidade de Shannon-Wiener	0,097	0,923	-0,736	0,463	-0,208	0,835
Equitabilidade de Hill modificada	-0,801	0,424	0,473	0,637	-0,129	0,897

*t* = teste “t” de Student, *p* = nível de significância

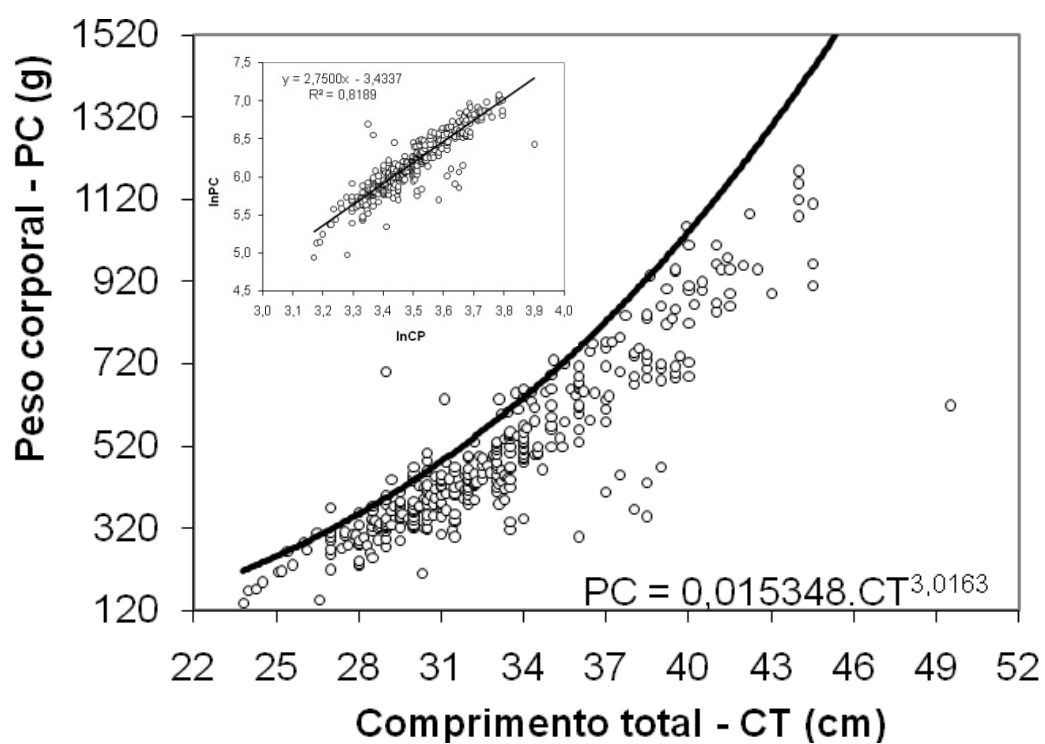
### 5.6. Influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo (*kn*) e crescimento de espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais

A relação entre peso corporal e comprimento total de *P. argenteus* foi calculada para peixes de ambos os sexos. Foram obtidas curvas correlacionando o comprimento total e o comprimento padrão para os peixes provenientes do rio São Francisco, coletados à jusante barragem de Três Marias (JB) (Fig. 49) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA) (Fig. 50). Os peixes coletados à jusante da barragem de Três Marias apresentaram peso entre 140 e 1.190 g e comprimento total entre 23,4 e 49,5 cm, a relação entre estes dois parâmetros morfométricos foi expressa pela equação,  $PC = 0,015348.CT^{3,03163}$ , cuja a forma logaritimizada é  $\ln PC = -3,4337 + 2,75 \times \ln CT$  ( $r^2 = 0,8189$ ) (Fig. 49). O comprimento dos hospedeiros coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco variou entre 26 e 46 cm e o peso variou entre 244 e 1.250 g, a relação entre estes parâmetros foi expressa pela equação  $PC = 0,00949 \times CT^{3,0562}$ , cuja a forma logaritimizada corresponde a  $\ln PC = -3,421 + 2,7556 \times \ln CT$  ( $r^2 = 0,8503$ ) (Fig. 50).

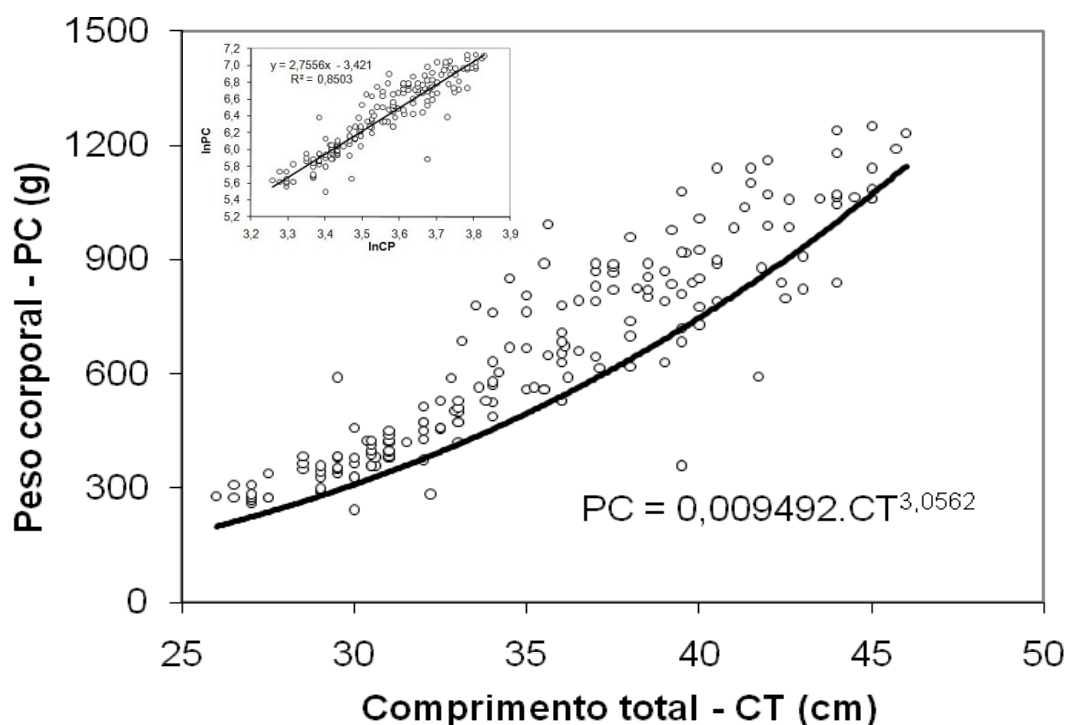
Na Figura 53 foram representados os valores do coeficiente de alometria (*b*) dos espécimes de *P. argenteus* coletados a jusante barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, mostrando sua distribuição em relação ao  $b = 3,0$ . Na Figura 54 são apresentados os valores do fator de condição relativo (*kn*) dos espécimes de *P. argenteus* coletados à jusante barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, mostrando sua distribuição em relação ao  $kn = 1,0$ .

Através da comparação dos valores de *b* obtidos para os dois locais de coleta com o valor padrão de *b* igual a 3, foi possível determinar que tanto à jusante do barragem de Três Marias como à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco espécimes de *P. argenteus* apresentam crescimento do tipo alométrico positivo (jusante barragem de Três Marias:  $t_b = [-4,6884]$ ,  $t_{0,05} = 1,965$ ; 586 GL) (Jusante rio Abaeté:  $t_b = [-3,0115]$ ,  $t_{0,05} = 1,972$ ; 203 GL), pois os valores obtidos foram significativamente maiores do que 3.

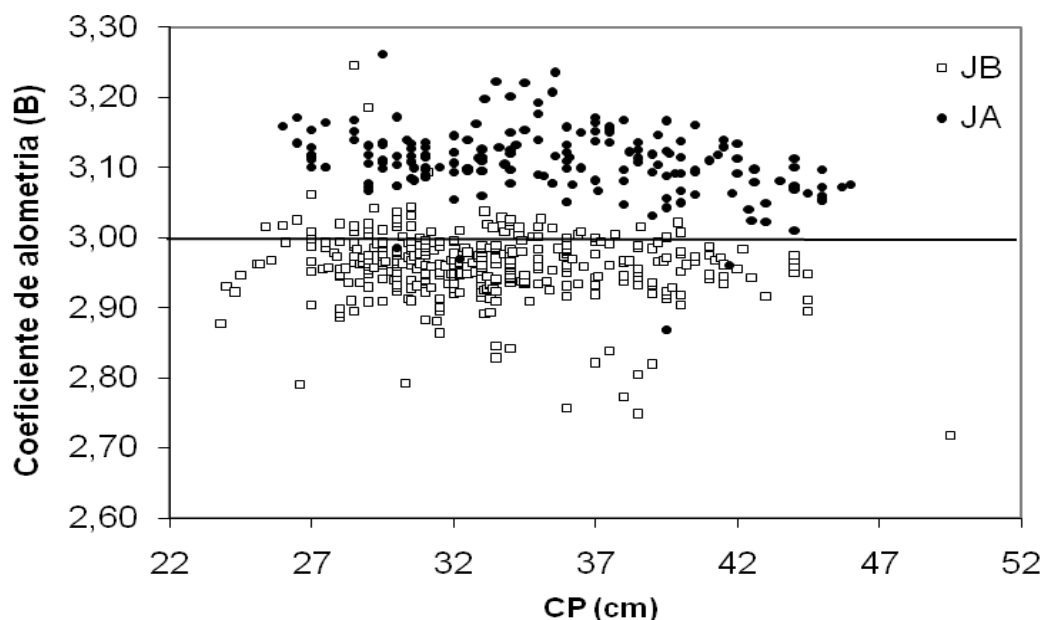
A comparação entre os valores de *b* e de *kn* dos hospedeiros coletados nas duas localidades demonstrou que ambos os valores são significativamente menores à jusante da barragem de Três Marias ( $b = 2,96 \pm 0,046$  e  $kn = 0,83 \pm 0,136$ ) do que à jusante do rio Abaeté ( $b = 3,10 \pm 0,049$  e  $kn = 1,20 \pm 0,200$ )  $U = 2520$ ,  $p < 0,0001$  e  $U = 5387$ ,  $p < 0,0001$ , respectivamente.



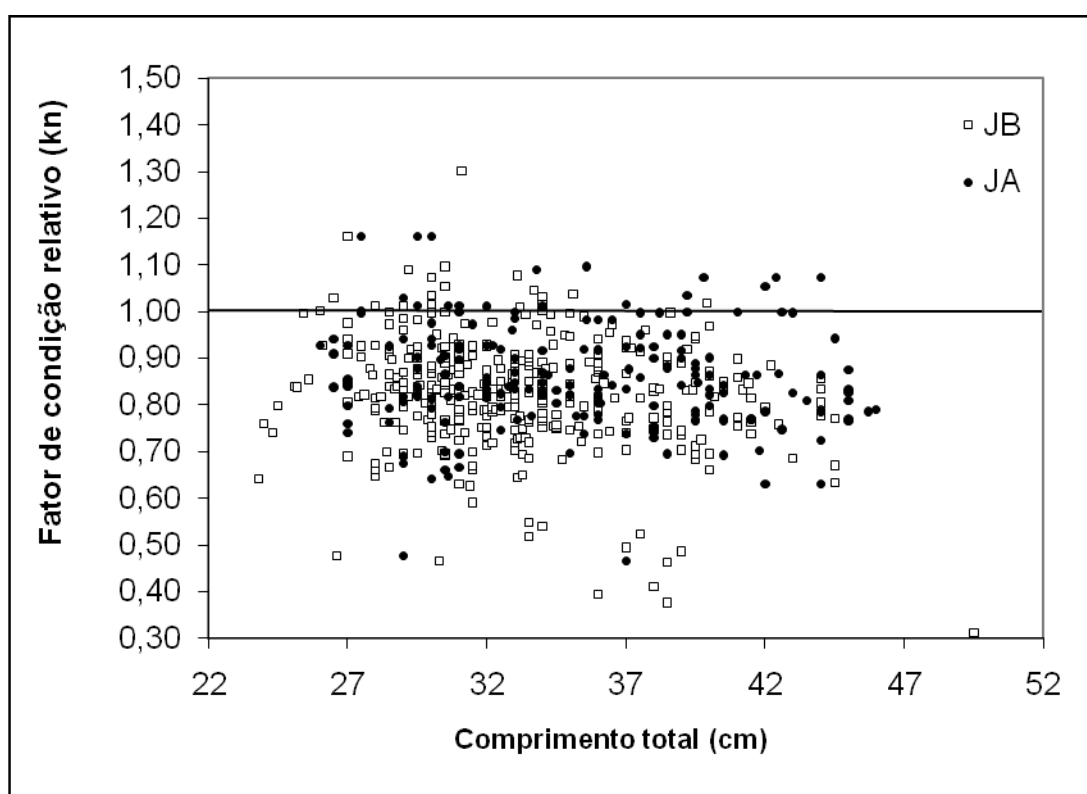
**Figura 49.** Relação entre o peso corporal e o comprimento total de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da barragem de Três Marias, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 50.** Relação entre o peso corporal e o comprimento total de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 51.** Distribuição dos valores coeficiente de alometria (B) x comprimento total de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 52.** Distribuição dos valores do valor de condição relativo ( $kn$ ) e comprimento total de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, coletados à jusante barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), Minas Gerais, Brasil.

Os hospedeiros parasitados foram agrupados por localidade de coleta e na tabela XXX, são apresentados os valores médios de  $b$ , de  $kn$  e os respectivos desvios padrões, dos peixes parasitados por *Henneguya* sp., *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, *S. nanii*, *T. ornatus*, *Rhinonastes* sp., metacestóide sp.<sub>1</sub>, *S. asperus* e *Placobdella* sp.

**Tabela XXX.** Coeficiente de alometria ( $b$ ) e fator de condição relativo ( $kn$ ) de espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parasitas	JB		JA	
	$b (x \pm DP)$	$kn (x \pm DP)$	$b (x \pm DP)$	$kn (x \pm DP)$
<i>Henneguya</i> sp.	$2,963 \pm 0,031$	$0,835 \pm 0,087$	$2,980 \pm 0,045$	$0,885 \pm 0,153$
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	$2,960 \pm 0,030$	$0,827 \pm 0,085$	$2,979 \pm 0,051$	$0,890 \pm 0,148$
<i>Saccocoeilioides nanii</i>	$2,964 \pm 0,037$	$0,837 \pm 0,104$	$2,972 \pm 0,043$	$0,864 \pm 0,139$
<i>Tereancistrum ornatus</i>	$2,971 \pm 0,038$	$0,859 \pm 0,105$	$2,978 \pm 0,057$	$0,888 \pm 0,175$
<i>Rhinonastes</i> sp.	$2,967 \pm 0,033$	$0,847 \pm 0,096$	$2,962 \pm 0,034$	$0,831 \pm 0,105$
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	$2,961 \pm 0,031$	$0,828 \pm 0,087$	$2,968 \pm 0,048$	$0,850 \pm 0,150$
<i>Spinitectus asperus</i>	$2,961 \pm 0,037$	$0,829 \pm 0,102$	$2,978 \pm 0,046$	$0,884 \pm 0,159$
<i>Placobdella</i> sp.	$2,959 \pm 0,033$	$0,822 \pm 0,094$	$2,959 \pm 0,046$	$0,826 \pm 0,132$

$x$  = média; DP = desvio padrão.

Os valores de  $b$  e de  $kn$  dos indivíduos parasitados pelas espécies acima citadas nas duas localidades de coleta foram comparados com os valores inicialmente obtidos e considerados padrão para estas localidades (Tab. XXXI). Os valores tanto de  $b$  como de  $kn$  para indivíduos parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias e aqueles usados como padrão não apresentaram diferenças. No entanto, todos os valores de  $b$  e de  $kn$  dos indivíduos parasitados foram significativamente menores à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco do que aqueles calculados e usados como padrão para a população de *P. argenteus*.

**Tabela XXXI.** Comparação do fator de condição relativo ( $kn$ ) e do coeficiente de alometria ( $b$ ) de espécimes de *Phochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, parasitados, coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parasitos	JB				JA			
	$b$		$kn$		$b$		$Kn$	
	$t$	$p$	$t$	$p$	$t$	$p$	$t$	$P$
<i>Henneguya</i> sp.	0,140	0,888	0,165	0,868	9,272	< 0,0001*	5,899	< 0,0001*
<i>Myxobolus</i> sp.	0,116	0,907	0,195	0,845	9,813	< 0,0001*	6,209	< 0,0001*
<i>Saccocoelioides nanii</i>	0,224	0,122	0,924	0,924	20,869	< 0,0001*	13,827	< 0,0001*
<i>Tereancistrum ornatus</i>	1,425	0,154	1,267	1,267	16,266	< 0,0001*	10,666	< 0,0001*
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,522	0,601	0,351	0,351	9,498	< 0,0001*	6,193	< 0,0001*
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	0,320	0,748	0,707	0,707	16,335	< 0,0001*	10,823	< 0,0001*
<i>Spinitectus asperus</i>	0,316	0,756	0,578	0,578	15,814	< 0,0001*	10,135	< 0,0001*
<i>Placobdella</i> sp.	0,823	0,410	0,118	1,187	18,034	< 0,0001*	12,082	< 0,0001*

$t$  = teste 't' de Student;  $p$  = nível de significância; \* = valores significativos para  $p \leq 0,05$ .

Foi avaliada a possível relação entre os valores de infecção/infestação dos parasitos com os valores do fator de condição relativo e do coeficiente de alometria de espécimes de *P. argenteus* (Tab. XXXII). A correlação foi positiva, fraca e significativa tanto para os valores do coeficiente de correlação quanto para os valores do coeficiente de alometria com a abundância de *S. nanii* à jusante da barragem de Três Marias. A abundância da infestação de *Placobdella* sp. apresentou correlação negativa, fraca e significativa com o coeficiente de alometria. Os demais valores para as duas localidades não apresentaram valores de correlação significativos.

**Tabela XXXII.** Correlação entre as abundâncias de infecção/infestação com os valores de dos parasitos do fator de condição relativo (*kn*) e do coeficiente de alometria (*b*) de espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

Parasitos	JB				JA			
	<i>b</i>		<i>kn</i>		<i>b</i>		<i>kn</i>	
	<i>r<sub>s</sub></i>	<i>p</i>	<i>r<sub>s</sub></i>	<i>p</i>	<i>r<sub>s</sub></i>	<i>p</i>	<i>r<sub>s</sub></i>	<i>p</i>
<i>Henneguya</i> sp.	-0,040	0,618	-0,027	0,734	0,096	0,252	0,095	0,255
<i>Myxobolus</i> sp.	0,022	0,789	0,022	0,029	0,061	0,468	0,057	0,496
<i>Saccocoelioides nanii</i>	0,236	0,003*	0,212	0,007*	-0,011	0,900	-0,011	0,900
<i>Tereancistrum ornatus</i>	0,085	0,290	0,058	0,467	0,150	0,073	0,160	0,056
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,022	0,787	0,021	0,795	0,001	0,997	-0,005	0,952
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	-0,039	0,753	-0,026	0,748	0,011	0,893	0,008	0,923
<i>Spinitectus asperus</i>	-0,046	0,566	-0,046	0,563	0,001	0,996	-0,007	0,932
<i>Placobdella</i> sp.	0,037	0,646	0,016	0,846	-0,196	0,018*	-0,163	0,054

‘*r<sub>s</sub>*’ = correlação por postos de Spearman; *p* = nível de significância; \* = valores significativos para *p* ≤ 0,05.

### 5.7. Influência das condições limnológicas sobre os índices ecológicos dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, Minas Gerais

Os parâmetros límnicos foram obtidos nos mesmos períodos em que foram coletados os espécimes de *P. argenteus*. Dentre os parâmetros límnicos avaliados estavam o potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), percentual de oxigênio saturado, temperatura e condutividade elétrica da água (Tab. XXXIII). Para cada grupo de hospedeiros coletados nas diferentes datas relacionadas por período e por localidade foram estabelecidos valores de abundância média dos parasitos agrupados por espécie (Tab. XXXIV) e por grupo taxonômico (Tab. XXXV). A possível correlação entre os parâmetros límnicos e a abundância média dos parasitos com prevalência maior ou igual a 10 % e abundância média dos diferentes grupos de parasitos, foi avaliada (Tab. XXXVI e XXXVII, respectivamente).

**Tabela XXXIII.** Parâmetros límnicos durante as coletas de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco, Minas Gerais.

Localidades e datas	Períodos	n	Parâmetros Límnicos				
			pH	OD (mg/L)	OD%	T (°C)	C (µS/cm)
JB							
Jun 2004	1	18	6,81	77,54	6,48	21,3	53
Ago 2005	1	20	5,98	86,39	7,09	22,2	52
Jun 2006	1	18	6,84	50,09	3,94	24,6	46
Jul 2007	1	19	6,58	55	4,48	22,8	49
Jan 2004	2	26	5,84	31,86	2,49	24,8	48
Dez 2005	2	13	5,79	57,44	4,71	22,3	51,3
Nov 2006	2	23	5,79	57,44	4,71	22,3	51,3
Dez 2007	2	19	6,38	59,67	4,83	22,08	48
JA							
Jun 2004	1	21	6,45	37,91	2,99	24,4	43
Jun 2005	1	20	6,52	102,79	8,49	21,9	53,9
Jul 2007	1	17	6,92	87,32	7,05	23	54
Jan 2005	2	8	6,12	92,07	7,09	25,7	50
Dez 2005	2	28	6,21	97,81	7,87	23,3	58
Jan 2008	2	19	6,63	87,05	6,63	26,3	51

n – número de hospedeiros; 1 – período de estiagem; 2 – período chuvoso; pH - potencial hidrogeniônico; OD - oxigênio dissolvido; OD% – percentual saturado de oxigênio dissolvido; T – temperatura; C – condutividade elétrica.

**Tabela XXXIV.** Abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, nas diferentes datas de coleta à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco.

Localidades			Parasitos						
e datas	Período	<i>n</i>	<i>Henneguya</i> sp.	<i>Myxobolus</i> sp.1	<i>Saccocoelioides</i> <i>nanii</i>	<i>Apedunculata</i> <i>discoidea</i>	<i>Telethecium</i> sp.	<i>Tereancistrum</i> <i>ornatus</i>	<i>Tereancistrum</i> <i>toksonum</i>
<b>JB</b>									9,56
Jun 2004	1	18	15,83	20,33	40,56	13,28	4,83	27,06	0,95
Ago 2005	1	20	-	1,05	9,05	1,55	0,60	2,55	12,39
Jun 2006	1	18	5,94	25,06	68,94	18,78	3,11	18,72	0,11
Jul 2007	1	19	7,53	2,05	10,00	2,16	3,74	0,63	0,46
Jan 2004	2	26	24,58	6,27	4,42	1,85	2,12	0,92	10,08
Dez 2005	2	13	1,08	0,54	63,31	9,08	2,62	11,38	0,17
Nov 2006	2	23	23,13	1,78	11,26	0,22	2,43	0,61	0,58
Dez 2007	2	19	6,00	-	12,89	0,95	0,26	2,37	
<b>JA</b>									0,47
Jun 2004	1	20	1,21	0,58	5,84	1,26	1,32	1,63	0,24
Jun 2005	1	21	-	1,05	12,48	1,14	0,95	1,81	0,18
Jul 2007	1	17	3,18	1,12	11,18	0,12	4,59	2,47	0,63
Jan 2005	2	8	-	-	10,00	1,13	0,00	1,63	0,07
Dez 2005	2	28	0,36	-	6,61	0,14	1,54	0,86	0,48
Jan 2008	2	19	0,79	0,16	3,74	0,74	0,42	1,74	9,56

*n* – número de hospedeiros.

**Continuação Tabela XXXIV.** Abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, nas diferentes datas de coleta à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco.

Localidades e datas	Período	n	Parasitos						
			<i>Tereancistrum</i>	<i>Rhinonastes</i>	Metacestóide	Metacestóide	<i>Guyanema</i>	<i>Spinitectus</i>	<i>Placobdella</i>
			sp.1	sp.	sp.1	sp.2	sp.	<i>asperus</i>	sp.
JB									
Jun 2004	1	18	3,78	2,67	2168,72	0,33	2,78	3,61	65,06
Ago 2005	1	20	0,80	0,15	1500,00	1,05	1,45	0,80	9,10
Jun 2006	1	18	3,94	1,44	2180,44	1,33	1,89	3,00	47,78
Jul 2007	1	19	-	0,16	404,16	1,26	0,95	0,58	10,58
Jan 2004	2	26	0,12	0,38	230,92	-	0,50	0,81	6,96
Dez 2005	2	13	1,00	0,92	5,46	-	1,38	3,62	11,85
Nov 2006	2	23	0,30	0,26	1305,04	0,30	0,65	2,74	6,30
Dez 2007	2	19	0,79	-	479,00	1,11	1,16	1,11	3,95
JA									
Jun 2004	1	20	0,21	0,42	474,42	0,11	0,26	0,84	5,00
Jun 2005	1	21	0,52	0,14	2,90	1,10	0,29	0,86	3,24
Jul 2007	1	17	0,24	-	651,47	2,29	0,65	0,76	7,71
Jan 2005	2	8	1,25	-	750,13	-	-	0,88	1,38
Dez 2005	2	28	-	0,04	107,93	-	0,14	0,61	3,75
Jan 2008	2	19	0,32	0,11	790,58	-	0,42	0,63	1,16

*n* – número de hospedeiros.

**Tabela XXXV.** Abundância média dos diferentes grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, nas diferentes datas de coletas à jusante da barragem de Três Marias (JB) e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco (JA), alto rio São Francisco.

Localidades			Parasitos							
e datas	Período	<i>n</i>	Myxozoa	Digenea	Monogenoidea	Cestoda	Nematoda	Acanthocephala	Crustacea	Hirudinea
<b>JB</b>										
Jun 2004	1	18	1,22	14,89	6,90	4,83	1,56	-	0,28	3,78
Ago 2005	1	20	1,05	9,05	59,22	1501,35	2,90	-	0,55	9,10
Jun 2006	1	18	31,00	69,28	6,84	2182,17	4,94	0,11	-	47,78
Jul 2007	1	19	13,47	10,42	10,35	405,58	1,58	-	1,05	10,58
Jan 2004	2	26	42,65	8,31	56,31	578,12	3,19	0,58	0,92	10,04
Dez 2005	2	13	89,46	80,54	21,14	1161,69	11,92	1,15	1,85	33,15
Nov 2006	2	23	28,32	24,45	5,00	3825,68	7,55	-	0,50	12,77
Dez 2007	2	19	6,53	12,95	5,05	480,11	2,32	-	0,53	3,95
<b>JA</b>										
Jun 2004	1	20	1,70	5,55	52,95	451,60	1,10	-	1,40	4,75
Jun 2005	1	21	31,00	35,05	7,65	1859,67	6,14	-	-	55,76
Jul 2007	1	17	4,29	12,18	4,63	654,53	1,47	-	0,71	7,71
Jan 2005	2	8	-	10,00	2,86	750,13	0,88	-	0,13	1,38
Dez 2005	2	28	0,36	6,61	5,62	108,04	0,79	-	-	3,75
Jan 2008	2	19	4,67	18,48	3,74	146,33	2,05	-	-	7,57

*n* – número de hospedeiros.

Através da análise das correlações entre os parâmetros límnicos e as abundâncias médias das espécies e dos grupos de parasitos foi constatada poucas correlações negativas. A abundância média de *Tereancistrum toksonum* apresentou correlação forte e significativa com o potencial hidrogeniônico. A abundância média de *Placobdella* sp. foi fortemente correlacionada a temperatura. As outras espécies não apresentaram correlação significativa com os parâmetros límnicos testados (Tab. XXXVI). As correlações entre as abundâncias médias dos grupos de parasitos e os parâmetros límnicos, foi apresentada na tabela XXXVII. Foram observadas correlações positivas significativas entre a abundância de Myxozoa e de Hirudinea com a temperatura. Myxozoa e condutividade elétrica apresentaram correlação negativa significativa, assim como Monogenoidea e o potencial hidrogeniônico. Os demais valores de correlação obtidos entre os grupos de parasitos e os parâmetros límnicos não foram significativos.

**Tabela XXXVI.** Correlação entre os valores de abundância média dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, e os parâmetros límnicos, no alto rio São Francisco.

Variáveis	pH		OD		OD%		T		C	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
<i>Henneguya</i> sp.	0,766	0,234	-0,092	0,908	-0,046	0,954	-0,398	0,602	0,261	0,739
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	0,804	0,196	-0,349	0,651	-0,344	0,656	0,341	0,659	-0,334	0,666
<i>Saccocoelioides nanii</i>	0,742	0,258	-0,478	0,522	-0,485	0,515	0,565	0,435	-0,539	0,461
<i>Apedunculata discoidea</i>	0,786	0,214	-0,410	0,590	-0,411	0,589	0,440	0,560	0,426	0,574
<i>Telethecium</i> sp.	0,884	0,116	-0,405	0,595	-0,360	0,640	-0,145	0,855	-0,029	0,971
<i>Tereancistrum ornatus</i>	0,713	0,287	-0,003	0,997	0,015	0,985	-0,089	0,911	0,089	0,911
<i>Tereancistrum toksonum</i>	-0,955	0,045*	0,767	0,233	0,736	0,264	-0,306	0,694	0,473	0,527
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	0,680	0,320	-0,127	0,873	-0,124	0,876	0,187	0,813	-0,147	0,853
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,706	0,294	0,058	0,942	0,083	0,917	-0,232	0,768	0,209	0,791
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	0,338	0,662	0,197	0,803	0,186	0,814	0,069	0,931	0,048	0,952
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	-0,181	0,819	-0,616	0,384	-0,649	0,351	0,819	0,181	-0,804	0,196
<i>Guyanema</i> sp.	0,490	0,510	0,301	0,699	0,318	0,682	-0,341	0,659	0,371	0,629
<i>Spinitectus asperus</i>	0,736	0,264	-0,077	0,923	-0,063	0,937	-0,063	0,937	-0,010	0,990
<i>Placobdella</i> sp.	0,405	0,595	-0,696	0,304	-0,726	0,274	0,950	0,046*	-0,899	0,101

pH - potencial hidrogeniônico; OD - oxigênio dissolvido; OD% – percentual saturado de oxigênio dissolvido; T – temperatura; C – condutividade elétrica;  $r_s$  = coeficiente de correlação por postos de Spearman;  $p$  = nível de significância; \* = valores significativos para  $p \leq 0,05$ .

**Tabela XXXVII.** Correlação entre os valores de abundância média dos grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu e os parâmetros límnicos, no alto rio São Francisco.

Variáveis	pH		OD		OD%		T		C	
	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
Myxozoa	0,532	0,468	-0,897	0,103	-0,916	0,084	0,962	0,038*	-0,983	0,017*
Digenea	0,543	0,457	-0,651	0,349	-0,675	0,325	0,63	0,137	-0,816	0,184
Monogenoidea	-0,973	0,027*	0,714	0,286	0,682	0,318	-0,255	0,745	0,417	0,583
Cestoda	-0,184	0,816	-0,261	0,739	-0,310	0,690	0,797	0,203	-0,646	0,354
Nematoda	0,108	0,892	-0,391	0,609	-0,433	0,567	0,847	0,153	-0,719	0,281
Acanthocephala	0,480	0,520	-0,655	0,345	-0,682	0,318	0,897	0,103	-0,843	0,157
Crustacea	-0,400	0,600	0,023	0,977	0,040	0,960	-0,326	0,674	0,210	0,790
Hirudinea	0,405	0,595	-0,696	0,304	-0,726	0,274	0,950	0,046*	-0,899	0,101

pH - potencial hidrogeniônico; OD - oxigênio dissolvido; OD% – percentual saturado de oxigênio dissolvido; T – temperatura; C – condutividade elétrica;  $r_s$ =coeficiente de correlação por postos de Spearman;  $p$  = nível de significância; \* = valores significativos para  $p \leq 0,05$ .

### 5.7.1. Análise dos Componentes Principais (PCA)

Quando os parasitos foram agrupados por espécies, a análise dos componentes principais mostrou que as três primeiras variáveis, (abundância média de metacestóide sp.<sub>1</sub>, *Placobdella* sp. e *S. nanii*) apresentaram quase 70% da variância observada, sendo que a primeira espécie citada contribuiu com a metade aproximada deste valor. As outras 11 espécies de parasitos foram responsáveis pelos 30% restantes da variância observada, os parâmetros límnicos contribuíram de modo quase imperceptível com a variância dos dados amostrais (Tab. XXXVIII). Os valores de correlação das espécies de parasitos e dos parâmetros límnicos nos eixos I, II e III são apresentados (Tab. XXXIX). Nas figuras 53, 54 e 55 foram exibidos os valores dos eixos I e II, I e III e II e III, respectivamente. A observação conjunta destas figuras mostra alguns padrões de agregação. Metacestóide sp.<sub>1</sub> e *A. discoidea* formaram um grupo, sendo que ambos apresentaram correlação negativa elevada no eixo I, correlação negativa média no eixo II e correlação positiva fraca no eixo III. O outro grupo formado por sete variáveis e que está presente nas Figuras 56, 57 e 58 foi composto por *T. toksonum*, *Rhinonastes* sp., *S. nanii*, *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, potencial hidrogeniônico, percentual de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, no qual a elevação dos parâmetros límnicos ocasionou elevação das taxas de parasitismo. Estas variáveis apresentaram correlação positiva média no eixo I e negativa fraca nos eixos II e III.

**Tabela XXXVIII.** Autovalores, variações totais e variações acumuladas dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, e dos parâmetros límnicos do alto rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil.

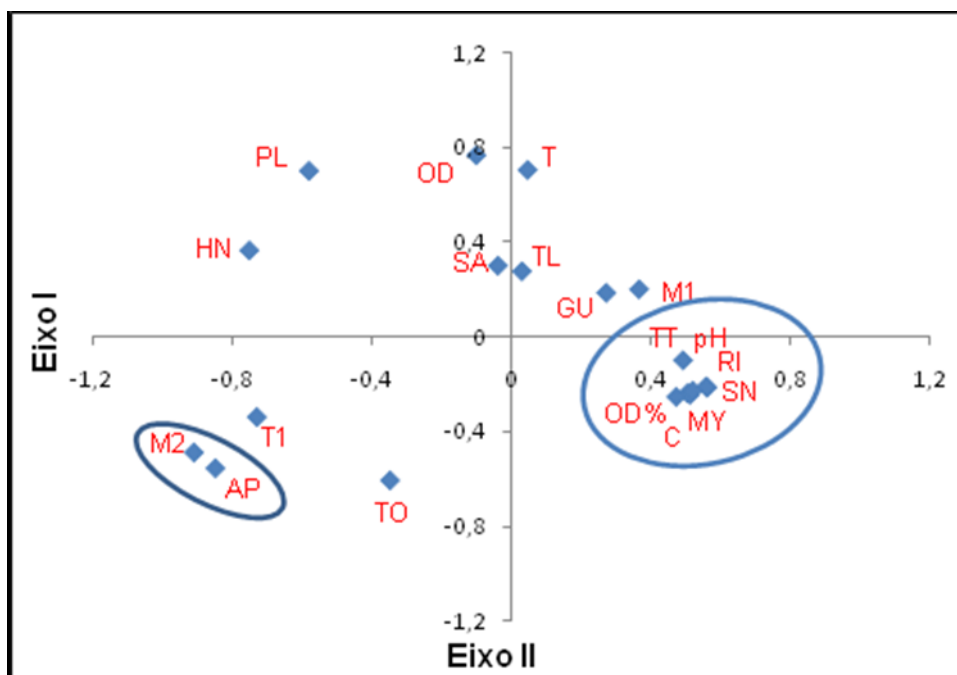
Variáveis	Autovalores	Variância total (%)	Variância acumulada (%)
<b>Parasitos</b>			
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	5,21	34,64	34,64
<i>Placobdella</i> sp.	3,30	21,94	56,58
<i>Saccocoelioides nanii</i>	1,58	12,39	68,98
<i>Henneguya</i> sp.	0,93	10,48	79,46
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	0,93	6,17	85,63
<i>Apedunculata discoidea</i>	0,80	5,29	90,92
<i>Telethecium</i> sp.	0,45	3,02	93,94
<i>Tereancistrum ornatus</i>	0,28	1,87	95,81
<i>Tereancistrum toksonum</i>	0,26	1,70	97,51
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	0,17	1,15	98,66
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,11	0,71	99,37
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	0,007	0,47	99,84
<i>Guyanema</i> sp.	0,02	0,14	99,97
<i>Spinitectus asperus</i>	-	0,03	100
<b>Parâmetros límnicos</b>			
pH	-	-	100
OD	-	-	100
OD%	-	-	100
T	-	-	100
C	-	-	100

pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura; C – condutividade elétrica.

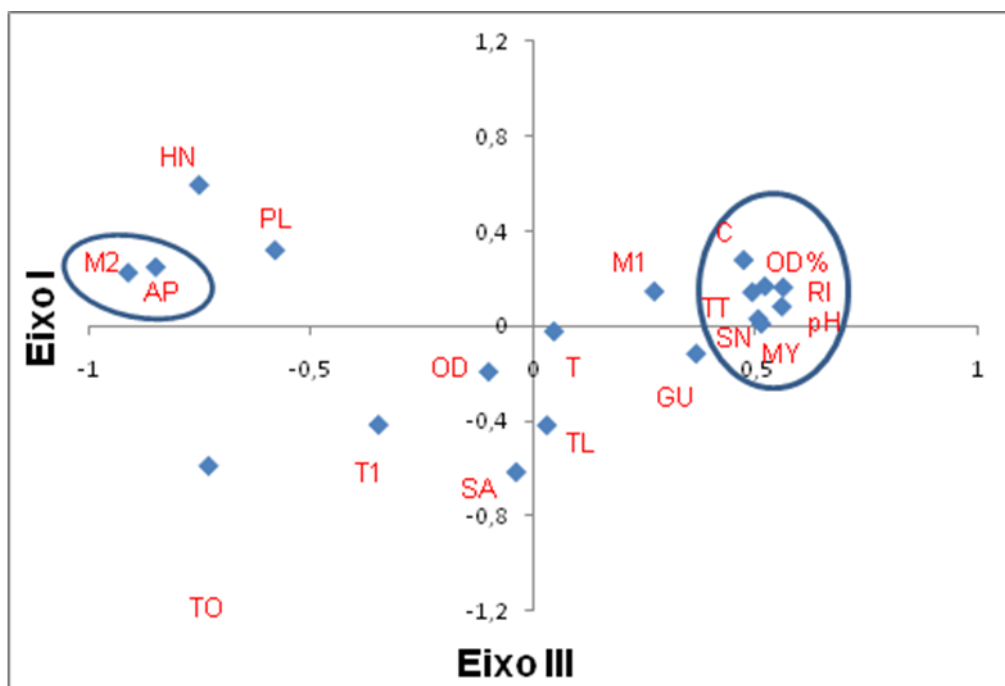
**Tabela XXXIX.** Coeficientes de correlação das abundâncias dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco e dos parâmetros límnicos com os três primeiros eixos da Análise dos Componentes Principais.

Parâmetros	Eixo I	Eixo II	Eixo III
<b>Parasitos</b>			
Metacestóide sp. <sub>1</sub>	0,270722	0,18439	0,143878
<i>Placobdella</i> sp.	-0,582312	0,698247	0,317238
<i>Saccocoelioides nanii</i>	0,504044	-0,238436	0,027924
<i>Henneguya</i> sp.	-0,753417	0,363110	0,591154
<i>Myxobolus</i> sp. <sub>1</sub>	0,510729	-0,245382	0,0080
<i>Apedunculata discoidea</i>	-0,850783	-0,555708	0,245823
<i>Telethecium</i> sp.	0,028683	0,275158	-0,419030
<i>Tereancistrum ornatus</i>	-0,349644	-0,606773	-0,416934
<i>Tereancistrum toksonum</i>	0,490805	-0,10032	0,140613
<i>Tereancistrum</i> sp. <sub>1</sub>	-0,732125	-0,33992	-0,58972
<i>Rhinonastes</i> sp.	0,560200	-0,21602	0,160456
Metacestóide sp. <sub>2</sub>	-0,912332	-0,48925	0,222499
<i>Guyanema</i> sp.	0,364831	0,199315	-0,118174
<i>Spinitectus asperus</i>	-0,040227	0,298737	-0,616134
<b>Parâmetros límnicos</b>			
pH	0,55749	-0,21077	0,079956
OD	-0,10217	0,764364	-0,19416
OD%	0,51911	-0,22884	0,1653
T	0,045021	0,702643	-0,02436
C	0,471351	-0,25455	0,275617

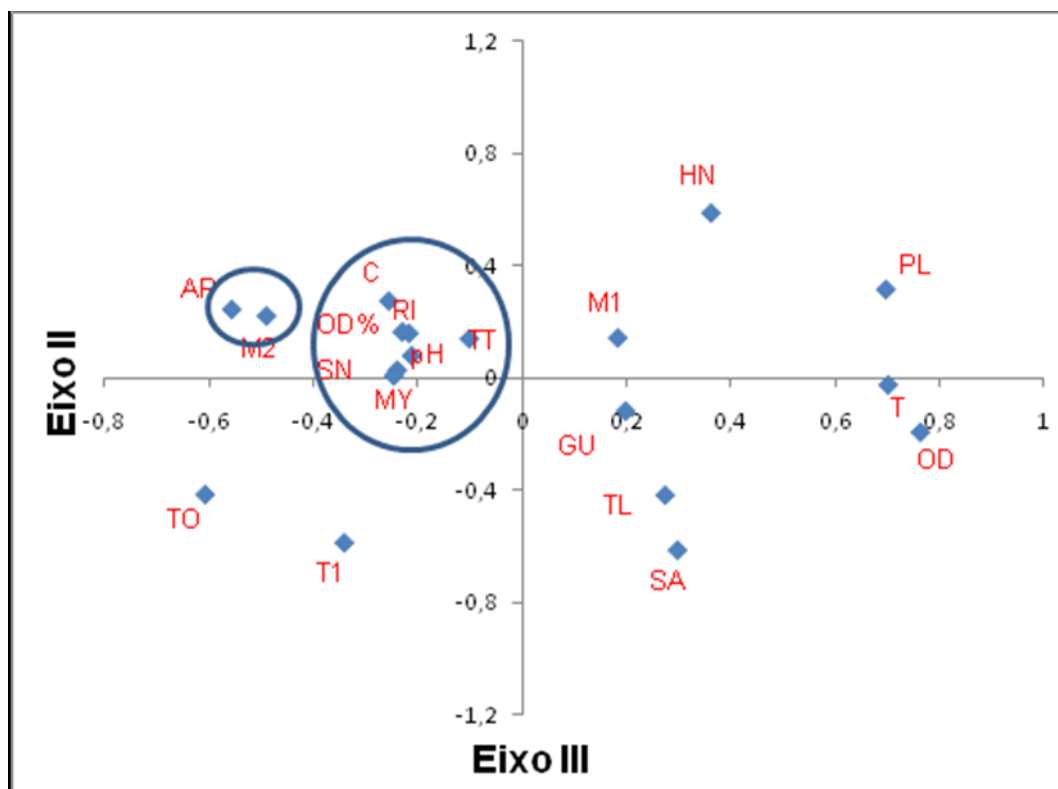
pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura; C – condutividade elétrica.



**Figura 53.** Valores de correlação dos eixos I e II das espécies de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros límnicos obtidos. AP - *Apedunculata discoidea*; GU - *Guyanema* sp.; HN - *Henneguya* sp.; M1 - metacestóide sp.<sub>1</sub>; M2 - metacestóide sp.<sub>2</sub>; MY - *Myxobolus* sp. <sub>1</sub>; PL - *Placobdella* sp.; TL - *Telethecium* sp.; TO - *Tereancistrum ornatus*; TT - *Tereancistrum toksonum*; T1 - *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>; RI - *Rhinonastes* sp.; SA - *Spinitectus asperus*; SN - *Saccocoelioides nanii*; pH - potencial hidrogeniônico; OD - oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T - temperatura e C - condutividade elétrica.



**Figura 54.** Valores de correlação dos eixos I e III das espécies de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros límnicos obtidos. AP - *Apedunculata discoidea*; GU - *Guyanema* sp.; HN - *Henneguya* sp.; M1 - metacestóide sp.<sub>1</sub>; M2 - metacestóide sp.<sub>2</sub>; MY - *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>; PL - *Placobdella* sp.; TL - *Telethecium* sp.; TO - *Tereancistrum ornatus*; TT - *Tereancistrum toksonum*; T1 - *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>; RI - *Rhinonastes* sp.; SA - *Spinitectus asperus*; SN - *Saccocoelioides nanii*; pH - potencial hidrogeniônico; OD - oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T - temperatura e C - condutividade elétrica.



**Figura 55.** Valores de correlação dos eixos II e III das espécies de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros límnicos obtidos. AP - *Apedunculata discoidea*; GU – *Guyanema* sp.; HN - *Henneguya* sp.; M1 – metacestóide sp.1; M2 – metacestóide sp.2; MY - *Myxobolus* sp.1; PL – *Placobdella* sp.; TL - *Telethecium* sp.; TO – *Tereancistrum ornatus*; TT – *Tereancistrum toksonum*; T1 – *Tereancistrum* sp.1; RI – *Rhinonastes* sp.; SA – *Spinitectus asperus*; SN – *Saccocoelioides nanii*; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica.

Quando os parasitos foram agrupados pelos grupos taxonômicos, a análise dos componentes principais mostrou que as três primeiras variáveis, (abundância média de Cestoda, Hirudinea e Monogenoidea) apresentaram mais de 80% da variância observada, sendo que a primeiro grupo contribuiu com mais de 50% deste valor. Os outros cinco grupos de parasitos foram responsáveis pelos aproximadamente 20% restantes da variância observada, os parâmetros límnicos contribuíram com menos de 0,01% da variância dos dados amostrais (Tab. XL). Os valores de correlação dos grupos de parasitos e dos parâmetros límnicos nos eixos I, II e III são apresentados na tabela XLI. Nas figuras 58, 59 e 60 foram representados os valores respectivamente, os valores dos eixos I e II, I e III e II e III, respectivamente. A observação conjunta destas figuras mostra alguns padrões de agregação. O oxigênio dissolvido e o percentual de oxigênio dissolvido formaram um grupo nas três figuras, sendo que apresentaram correlação negativa forte no eixo I, positiva muito fraca no eixo II e III. O outro grupo encontrado formado por Myxozoa, Monogenoidea, Hirudinea e Digenea, apresentou correlação positiva média no eixo I, positiva fraca no eixo II e III.

A associação de grupos de variáveis mostra uma co-variância entre seus valores. Algumas variáveis ambientais (percentual de oxigênio dissolvido saturado, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica) formaram um grupo com algumas espécies de parasitos (*T. toksonum*, *S. nanii*, *Myxobolus* sp. <sub>1</sub> e *Rhinonastes* sp.), no entanto, o mesmo não foi observado quando os parasitos foram agrupados por grupos taxonômicos a que pertencem.

**Tabela XL.** Autovalores, variações totais e variações acumuladas dos parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, e dos parâmetros límnicos do alto São Francisco, Minas Gerais Brasil.

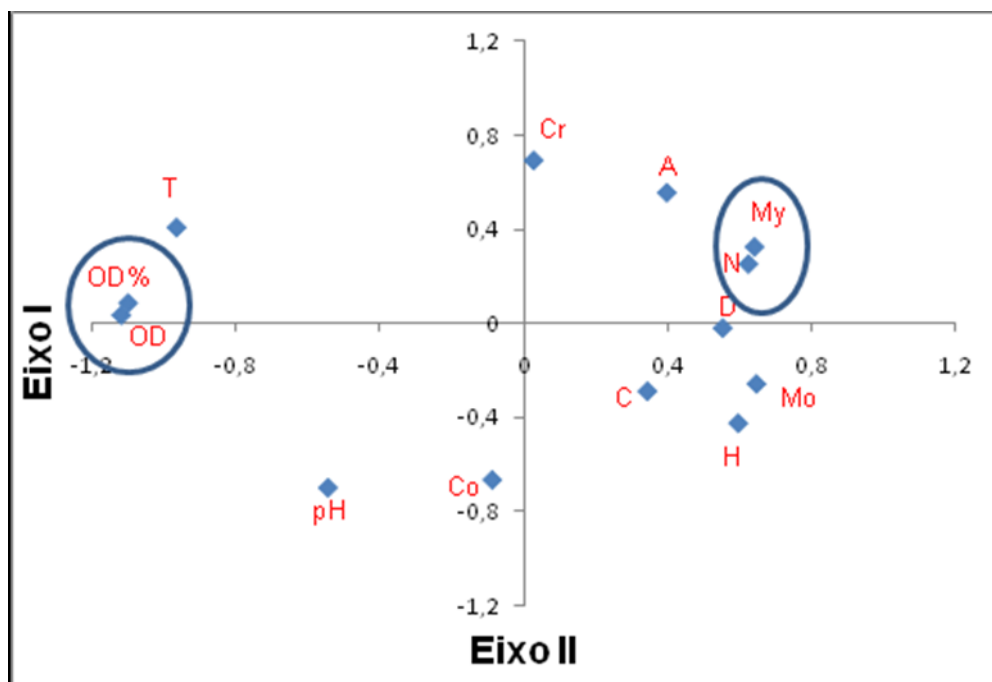
<b>Parâmetros</b>	<b>Autovalores</b>	<b>Variância total (%)</b>	<b>Variância acumulada (%)</b>
<b>Parasitos</b>			
Cestoda	5,79	51,51	51,51
Hirudinea	2,33	20,74	72,25
Monogenoidea	1,07	9,49	81,75
Myxozoa	1,05	9,33	91,08
Digenea	0,57	5,03	96,11
Crustacea	0,23	2,06	98,177
Nematoda	0,13	1,18	99,35
Acanthocephala	0,05	0,43	99,80
<b>Parâmetros límnicos</b>			
pH	0,02	0,14	99,94
OD	-	0,04	99,99
OD%	-	0,01	100
T	-	-	100
C	-	-	100

pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica.

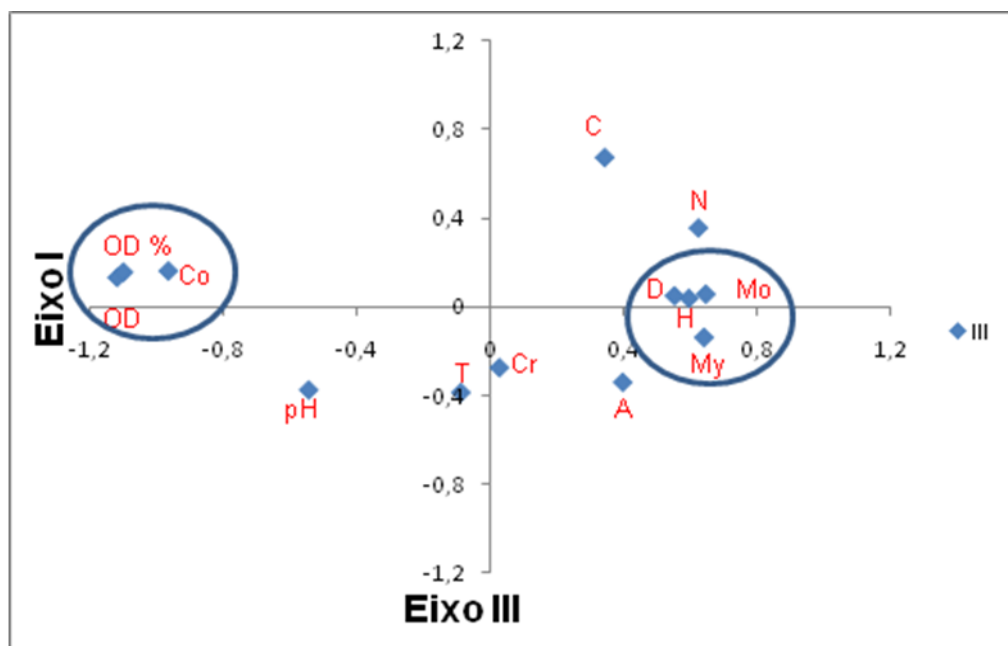
**Tabela XLI.** Coeficientes de correlação das abundâncias dos grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu do alto rio São Francisco e dos parâmetros límnicos com os três primeiros eixos da Análise dos Componentes Principais.

Parâmetros	Eixo I	Eixo II	Eixo III
<b>Parasitos</b>			
Cestoda	0,3445	-0,2876	0,6754
Hirudinea	0,5972	-0,4237	0,0371
Monogenoidea	0,6481	-0,2561	0,0562
Myxozoa	0,6426	0,3267	-0,1397
Digenea	0,5541	-0,0187	0,0487
Crustacea	0,0283	0,6942	-0,2768
Nematoda	0,6256	0,2536	0,3562
Acanthocephala	0,3987	0,5573	-0,3432
<b>Parâmetros límnicos</b>			
pH	-0,5443	-0,6981	-0,3781
OD	-1,1193	0,0359	0,1317
OD%	-1,1004	0,0876	0,1562
T	-0,0871	-0,6643	-0,3896
C	-0,9658	0,409	0,1612

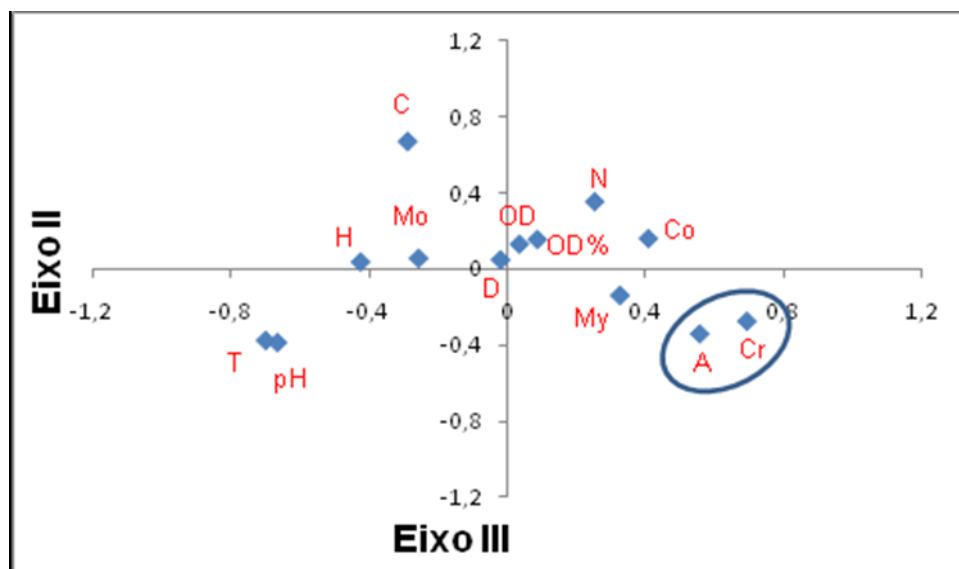
pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica.



**Figura 56.** Valores de correlação dos eixos I e II dos grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros límnicos obtidos. A – Acanthocephala ; C – Cestoda; Cr – Crustacea; D – Digenea; H – Hirudinea; Mo – Monogenoidea; My – Myxozoa; N =Nematoda; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica.



**Figura 57.** Valores de correlação dos eixos I e III dos grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros límnicos obtidos. A – Acanthocephala ; C – Cestoda; Cr – Crustacea; D – Digenea; H – Hirudinea; Mo – Monogenoidea; My – Myxozoa; N = Nematoda; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica.



**Figura 58.** Valores de correlação dos eixos II e III dos grupos de parasitos de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto rio São Francisco, e dos parâmetros límnicos obtidos. A – Acanthocephala ; C – Cestoda; Cr – Crustacea; D – Digenea; H – Hirudinea; Mo – Monogeneoidea; My – Myxozoa; N =Nematoda; pH – potencial hidrogeniônico; OD – oxigênio dissolvido; OD% - percentual de oxigênio dissolvido saturado; T – temperatura e C – condutividade elétrica.

## 6. DISCUSSÃO

No presente estudo, primeiramente foi inventariada a composição da fauna de metazoários parasitos de *P. argenteus* na região do alto São Francisco, que até então era representada por poucas espécies. Esta é composta por 34 espécies distribuídas entre mixozoários, digenéticos, monogenóideos, cestóides, nematóides, acantocéfalos crustáceos e anelídeos. Dentre estas 34 espécies 16 delas, *Henneguya* sp., *Myxobolus* sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>, *Acanthostomum* sp., *A. discoidea*, *T. ornatus*, *T. toksonum*, *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Philometroides* sp. *Acusicola* sp., *Gamidactylus* sp., *Lernaea* sp., *A. multicolor*, *D. bidentata* e *Placobdella* sp. foram registradas pela primeira vez em *P. argenteus* e 10 espécies, *M. franciscoi*, *Anacanthoroides* sp., *Telethecium* sp., *Tereancistrum* sp.<sub>1</sub>, sp.<sub>2</sub>, sp.<sub>3</sub>, sp.<sub>4</sub>, *Rhinonastes* sp. *Guyanema* sp. e *Philometra* sp, provavelmente tratam-se de espécies ainda não descritas.

Num segundo momento foi avaliada a estrutura das populações e comunidades parasitárias, as influências de fatores bióticos (peso, comprimento, sexo, fator de condição relativo) e abióticos (localidade e estação de coleta) sobre as infrapopulações e infracomunidades parasitárias através da análise das variações da intensidade, abundância e prevalência das espécies e também sobre os de riqueza e os índices de diversidade, dominância e equitabilidade. A comunidade parasitária foi caracterizada pela: (1) presença de espécies satélites e secundárias e ausência de espécies centrais; (2) *S. nanii* foi a espécie de maior prevalência, enquanto os metacestóides sp.<sub>1</sub> foram os mais abundantes; (3) Monogenoidea foi o grupo de parasitos que apresentou maior riqueza e (4) foram observadas associações positivas entre a prevalência e a abundância de espécies co-ocorrentes.

Dentre os ectoparasitos de *P. argenteus* foram encontradas 17 espécies de ciclo monoxeno, sendo elas 10 espécies de monogenóideos, uma de hirudínea e seis de crustáceos. As larvas ou espécimes infectantes destes parasitos chegaram ativamente aos seus hospedeiros, o que só foi possível devido à co-ocorrência de ambos simultaneamente no mesmo ambiente.

As outras 17 espécies de parasitos encontradas em *P. argenteus* dependem de dois ou mais hospedeiros durante seu desenvolvimento para obtenção de sucesso em seu ciclo biológico. Estas espécies podem ser separadas em dois grupos, o primeiro deles composto por espécies que têm *P. argenteus* como hospedeiro intermediário ou paratênico e o segundo como hospedeiro definitivo. O primeiro grupo é composto por metacercárias das espécies de *Austrodiplostomum* e de *Acanthostomum*, quatro espécies de mixozoários, metacestóides sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>, *Valipora* sp., larvas de *Contracaecum* e *Hysterothylacium*. Metacercárias de *Acanthostomum* sp. foram encontradas encistadas nas brânquias de *P. argenteus*. Sua chegada ao segundo hospedeiro intermediário, dentre os quais estão moluscos, peixes e anfíbios, é guiada pelas cadeias longas de glicoproteínas encontradas na superfície destes hospedeiros (WILLIAMS; JONES, 1994). Já as cercárias de *Austrodiplostomum* sp. penetram ativamente através da pele de *P. argenteus* e migram até os olhos, onde transformam-se em metacercárias infectantes para o hospedeiro definitivo, aves piscívoras (NIEWIADOMSKA, 1996). Os mixozoários, *Henneguya* sp., *M. franciscoi*, *Myxobolus* sp.<sub>1</sub>, *Myxobolus* sp.<sub>2</sub>, reconhecem e penetram ativamente em *P. argenteus* guiadas por moléculas constituintes do muco e do epitélio de revestimento (WILLIAMS; JONES, 1994). Metacestóide sp.<sub>1</sub> e sp.<sub>2</sub>, e *Valipora* sp., foram obtidos através da ingestão de microcrustáceos infectados. As espécies de *Contracaecum* quando adultas parasitam peixes, aves ou mamíferos associados aos mais

diferentes ambientes aquáticos, seus primeiros hospedeiros intermediários são invertebrados aquáticos, principalmente copépodes (ANDERSON, 1992). Já as espécies de *Hysterothylacium*, quando adultas, são encontradas em uma ampla variedade de peixes marinhos ou de água doce, e assim como as espécies de *Contracaecum* utilizam invertebrados como segundo hospedeiro intermediário (ANDERSON, 1992). A presença de todas estas espécies em estágio infectante para o hospedeiro definitivo entre os componentes da fauna de *P. argenteus* são um indício que estes compõem a dieta de predadores topo, entre eles podem ser citados, peixes, aves e mamíferos piscívoros. Dentre as espécies encontradas somente as larvas de *Contracaecum* sp. apresentam potencial zoonótico. No entanto, a prevalência e a intensidade de infecção desta espécie são baixas.

O segundo grupo de parasitos de ciclo heteroxeno tem *P. argenteus* como hospedeiro definitivo. *Saccocoelioides nanii* parasita *P. argenteus* com alta prevalência e intensidade de infecção, estes espécimes chegaram às diferentes porções intestinais do hospedeiro através da ingestão de metacercárias encistadas no ambiente (YAMAGUTI, 1975). Os dracunculódeos, *Guyanema* sp., *Philometra* sp. e *Philometroides* sp., têm copépodes como segundo hospedeiro intermediário (MORAVEC, 2006). *Spinitectus asperus* e *N. prochilodorum* foram adquiridos por *P. argenteus* através da ingestão de microcrustáceos infectados.

Analizando os ciclos biológicos dos parasitos heteroxenos de *P. argenteus* é possível verificar que muitos deles têm crustáceos, especialmente copépodes, como hospedeiros intermediários. Isso nos mostra que embora *P. argenteus* seja considerado detritívoro (ALVIM; PERET, 2004), os crustáceos são um elemento constante na sua dieta, o que pode ser verificado pela presença e pela manutenção destes parasitos a eles relacionados ao longo do ano. Se o intuito deste trabalho fosse avaliar os possíveis hospedeiros intermediários envolvidos no ciclo destes parasitos, um bom ponto de partida seria buscar suas formas larvais nos crustáceos presentes no sedimento de fundo.

Algumas das espécies de parasitos de *P. argenteus* apresentam em seu ciclo, hospedeiros sabidamente relacionados a ambientes de fundo, como é o caso dos mixozoários que têm oligoquetos como hospedeiros definitivos. *Prochilodus argenteus* alimenta-se de sedimentos depositados no fundo dos locais que habitam, durante este momento tornam-se mais susceptíveis a infecção por estes parasitos. Segundo Williams & Jones (1994) a presença dos parasitos no hospedeiro definitivo (predador) está relacionado à presença do hospedeiro intermediário (presa) no mesmo ambiente e a este raciocínio, pode-se acrescentar que não somente o hábito alimentar mas também o comportamento alimentar do hospedeiro definitivo influencia nessa aquisição.

*Prochilodus lineatus* teve a sua fauna de parasitos metazoários inventariada na planície de inundação do rio Paraná (LIZAMA et al. 2005, 2006a, b). Esta é composta por 33 espécies distribuídas entre digenéticos, monogenóideos, cestóides, nematóides, acantocéfalos, crustáceos e hirudíneas. Em *P. argenteus*, neste trabalho é registrada a presença de 34 espécies, distribuídas nos mesmos grupos que em *P. lineatus* com exceção dos mixozoários, que foram encontrados somente em *P. argenteus*. A fauna de digenéticos é mais rica em *P. lineatus* do que em *P. argenteus*. No entanto, as faunas dos demais grupos, com exceção de acantocéfalos, branquiuros e hirudíneas, é mais rica em *P. argenteus*.

Comparando a fauna de *P. argenteus* com a de *P. lineatus* nas duas localidades é verificada a presença de apenas duas espécies em comum, uma de monogenóideo e uma de digenético, *T. toksonum* e *S. nanii*, respectivamente. Além das espécies, seis gêneros ocorreram nas duas localidades em questão: *Rhinonastes*, *Anacanthoroides*, *Valipora*,

*Neoechinorhynchus*, *Gamidactylus* e *Dolops* e cujas espécies alocadas neles, podem ser consideradas características entre os parasitos de *Prochilodus*. Espécies de *Henneguya*, *Myxobolus Acanthostomum*, *Austrodiplostomum*, *Apedunculata*, *Contracaecum*, *Guyanema*, *Hysterothylacium*, *Philometra*, *Philometroides*, *Spinitectus*, *Acusicola* e *Argulus* foram encontradas exclusivamente em *P. argenteus* do alto rio São Francisco, enquanto *Kritskyia*, *Gyrodactylus*, *Unicoelium*, *Megacoelium*, *Tylodelphis*, *Raphidascaris*, *Gamispatulus* e *Amplexibranchius* integram somente a fauna parasitária de *P. lineatus* na planície de inundação do rio Paraná, o que demonstra que a fauna parasitária destas espécies possui elementos exclusivos nas duas localidades.

Comparando os índices parasitários das espécies comuns à fauna de *P. argenteus* e à de *P. lineatus* da planície de inundação do rio Paraná (LIZAMA et al., 2005), a prevalência, a intensidade e a abundância média de *S. nani* e *T. toksonum* foram mais elevadas para os hospedeiros coletados no rio São Francisco. Este fato não ocorreu somente com estas duas espécies comuns aos hospedeiros das duas localidades, mas com todas as espécies de parasitos de *P. argenteus* da região do alto rio São Francisco. Quando foi comparado o número de espécies consideradas secundárias e satélites nas duas amostras que é de seis e 28 no alto rio São Francisco, e de um e 33 na Planície de inundação do rio Paraná, verifica-se alguma diferença na estrutura das comunidades parasitárias nestas duas localidades. A presença de maior número de espécies consideradas secundárias em *P. argenteus* mostra que de um modo geral as espécies de *P. argenteus* apresentaram maior prevalência.

A análise das espécies co-ocorrentes em *P. argenteus* foi significativa para a maioria dos pares de espécies em questão, tanto na análise da prevalência, como da abundância. Assim de um modo geral, podemos dizer que a presença de uma espécie parasita favorece a presença e o aumento do número de indivíduos da outra. Deste modo, se o hospedeiro é acometido por uma espécie, este se tornará mais susceptível a infecção pelas demais. Segundo Poulin (1999) existe uma tendência de ocorrência de correlação positiva entre o número de espécimes co-específicos por hospedeiro e na porcentagem de indivíduos infectados. As co-ocorrências positivas no hospedeiro definitivo são muitas vezes um reflexo de seu padrão de distribuição agregada das larvas em seus hospedeiros intermediários (POULIN, 1993; ZUBEN, 1997; BUSH et al., 2001).

### **6.1. Influência de fatores bióticos sobre infrapopulações e infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto São Francisco, Minas Gerais**

Foi avaliada a influência do sexo, do comprimento padrão e do peso corporal sobre as infrapopulações e infracomunidades parasitárias de *P. argenteus*. O sexo não interferiu na intensidade, abundância ou prevalência dos parasitos, assim como não alterou os índices de diversidade, equitabilidade e dominância analisados para as infracomunidades parasitárias. Quando os índices de riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância foram avaliados o mesmo padrão foi observado, uma vez que não foram verificadas diferenças nestes índices em hospedeiros de sexos distintos. A partir da ausência de diferenças significativas entre os hospedeiros de sexos distintos pode-se inferir que este não constituiu um fator determinante nos níveis de parasitismo. Esses resultados estão relacionados com a semelhança dos hábitos alimentares, dos habitats utilizados e das condições fisiológicas, dentre elas, a eficácia de seu sistema imunológico, nos hospedeiros de ambos os sexos.

Teoricamente indivíduos maiores oferecem maior espaço, disponibilidade de alimentos e maior número de nichos que indivíduos menores, além de sofrerem maior acúmulo de formas larvais (POULIN; MORAND, 2004). Gregory et al. (1996) encontrou correlação entre a riqueza da fauna parasitária e o tamanho corporal do hospedeiro, no entanto, Poulin (1995) considerou o tamanho do hospedeiro um fator pouco determinante na composição da fauna parasitária de vertebrados. Sendo assim, a relação entre os índices parasitários e o tamanho corporal do hospedeiro é variável. Embora nem todas as correlações entre o peso corporal, o comprimento padrão e as abundâncias parasitárias tenham apresentado valores de correlação significativa, todos os valores de correlação negativa foram fracos. Assim, detectou-se um padrão, no qual os indivíduos com menor peso e menor comprimento padrão apresentaram as menores abundâncias parasitárias. A riqueza, a diversidade e a equitabilidade de um modo geral foram associadas negativamente com o tamanho do hospedeiro. À jusante da barragem Três Marias os hospedeiros apresentaram valores menores de comprimento padrão, o que pode ser observado pelo menor valor de coeficiente de crescimento. Os índices mais elevados de parasitismo encontrados neste ponto de coleta podem ser reflexo do menor comprimento dos hospedeiros. Seria esperado que indivíduos maiores apresentassem maior riqueza de endoparasitos se estes fossem acumulados ao longo da vida. Porém foi observado justamente o contrário.

Estes resultados de um modo geral opõem-se aos de Lizama et al. (2005) que encontraram algumas correlações positivas significativas entre as abundâncias e o comprimento padrão dos hospedeiros e não observaram correlação entre a diversidade e o comprimento ou o peso dos hospedeiros. Por outro lado, estes resultados concordaram com os observados por Monteiro et al. (2009) para *P. argenteus* do rio São Francisco, que observaram correlação negativa entre as abundâncias de metacestóide sp.<sub>1</sub> e *S. nanii* com o comprimento padrão dos hospedeiros. Monteiro et al. (2009) também não observaram influência do sexo sobre os índices parasitários.

Diferentes fatores bióticos influenciam os índices parasitários e a composição das infracomunidades parasitárias. O hábito alimentar do hospedeiro, certamente está entre os mais importantes para espécies transmitidas troficamente, desde que os animais que albergam as formas infectantes dos parasitos constem de sua dieta (DOGIEL, 1970). Outro fator importante é o comportamento alimentar, já que muitas espécies de parasitos chegam aos hospedeiros de forma ativa (WILLIAMS; JONES, 1994). Considerando que, teoricamente, indivíduos mais jovens apresentaram menor peso corporal e menor comprimento padrão e que foi encontrada correlação negativa fraca entre estes parâmetros e os índices parasitários, além da dieta e do comportamento alimentar, a resistência adquirida pode ter influenciado nestes resultados (BUSH et al., 2001). A resistência adquirida aumenta com a idade devido à maior exposição aos antígenos, que conduz normalmente à produção de anticorpos e maior eficiência do sistema imunológico na detecção de substâncias previamente conhecidas, o que vale para parasitos (POULIN; MORAND, 2004)..

## **6.2. Influência de fatores abióticos sobre infrapopulações e infracomunidades parasitárias de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto São Francisco, Minas Gerais**

Há muito é sabido que a estrutura das comunidades parasitárias em ambientes aquáticos é determinada pela inter-relação dos hospedeiros intermediários, dos definitivos e dos fatores físico-químicos (WISNIEWSKI, 1958; DOGIEL, 1970; KENNEDY, 1978; ESCH

et al., 1988; KENNEDY; HARTVIGSEN, 2000; THOMAS, 2002). Segundo Thomas (2002) os fatores físico-químicos que interferem de modo mais significativo na distribuição e na abundância dos parasitos são os fatores climáticos, dentre eles mudanças sazonais e de fotoperíodo e com menor importância a temperatura, a precipitação, as características químicas da água e seu fluxo.

Diante deste panorama, discutir separadamente a influência dos diferentes períodos e localidades de coleta sobre os índices parasitários da fauna de *P. argenteus* seria uma tentativa de simplificação de algo sabidamente multifatorial. Comparando os resultados obtidos nas duas localidades de coleta foi possível observar que há diferença na composição de espécies e qualitativas nas duas localidades amostradas, assim como diferenças qualitativas e quantitativas na composição da fauna parasitária e nos descritores comunitários nos dois períodos de coleta.

O fato de *P. argenteus* ser uma espécie migradora agrega maior complexidade a este panorama. Este hospedeiro realiza migrações reprodutivas em direção à nascente do rio durante a estação chuvosa (SATO et al., 1996). Outra migração sem o intuito reprodutivo também ocorre em direção à nascente, porém esta não é documentada na literatura e ocorre durante os meses de abril e maio. Durante este período, peixes de diversas espécies chegam à região de Três Marias, dentre eles, são encontradas grandes quantidades de espécimes jovens de *P. argenteus* (Yoshimi Sato, comunicação pessoal), provavelmente vindos das lagoas marginais onde ocorre o desenvolvimento dos jovens. Sendo assim os espécimes de *P. argenteus* coletados no ponto à jusante da barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco não constituem populações residentes. A composição da fauna parasitária pode mudar durante a migração devido a uma variedade de razões, como por exemplo, a habilidade dos parasitos de se adaptarem às condições de osmolaridade do meio (ESCH et al., 1990) e a disponibilidade de hospedeiros intermediários envolvidos no ciclo biológico.

As diferenças qualitativas e quantitativas entre as localidades e os períodos de coleta podem estar ligadas à bagagem evolutiva trazida pelos hospedeiros envolvidos, já que segundo alguns autores constituem sub-populações distintas nas duas localidades (HATANAKA et al., 2006; ARANTES et al., 2010), uma vez que estamos avaliando a diferença nos índices parasitários de hospedeiros coespecíficos em localidades que não distam entre si mais de 40 km e também a composição da fauna de invertebrados nas mesmas. De modo geral, os indivíduos coletados à jusante da barragem de Três Marias durante o período de estiagem foram os que apresentaram os índices das infrapopulações parasitárias mais elevados. Os índices de riqueza endoparasitária, ectoparasitária e total também foram mais elevados à jusante da barragem de Três Marias e no período de estiagem. Já os índices de equitabilidade da comunidade total, de ectoparasitos e de endoparasitos foram mais elevados à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco. Isso mostra que na comunidade parasitária da primeira localidade citada há maior dominância de algumas espécies, enquanto na segunda localidade isto não ocorre. Isso nos leva a postular que as condições ambientais durante a estiagem à jusante da barragem de Três Marias favorecem a ocorrência dos parasitos. É sabido que condições ambientais influenciam a reprodução de *P. argenteus*, que praticamente não ocorre à jusante da barragem de Três Marias e é restabelecida à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco. As diferenças de temperatura, vazão e transparência da água nestas duas localidades são os mais importantes fatores quando se fala na reprodução deste peixe. Quando foi avaliada a correlação do pH, do oxigênio dissolvido,

do oxigênio dissolvido saturado, da condutibilidade e da temperatura com os índices parasitários não foram observados resultados significativos. Deste modo, podemos inferir que os fatores que afetam reprodução de *P. argenteus* no alto rio São Francisco não modelam diretamente as infecções parasitárias.

Existem alguns pesquisadores estudando a população de *P. argenteus* da mesma área onde as coletas para o presente estudo foram realizadas. Através de diferentes ferramentas, esses autores concluíram que a população de *P. argenteus* à jusante da barragem de Três Marias está estruturada em sub-populações (HATANAKA et al., 2006; ARANTES et al. 2010). A primeira delas encontrada no primeiro trecho do rio, localizado de Três Marias até a confluência do rio Abaeté como rio São Francisco e a segunda à jusante da confluência destes rios. As diferenças observadas entre a fauna parasitária de *P. argenteus* nas duas localidades de coleta podem ter sido geradas pelos mesmos fatores que geraram esta subdivisão na população, ou pode ser decorrente das diferenças genéticas encontradas entre elas.

Muitas espécies de parasitos, principalmente os helmintos, possuem ciclos de vida complexos e sua chegada aos diferentes hospedeiros muitas vezes envolve transmissão trófica de um hospedeiro para o outro, pelo consumo de organismos infectados (AMUNDSEN et al., 2003). Seguindo este raciocínio duas hipóteses podem ser lançadas para os parasitos de ciclo heteroxeno: (1) os hospedeiros intermediários envolvidos nos ciclos biológicos de *P. argenteus* são mais abundantes à jusante da barragem de Três Marias do que à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco ou (2) e as condições ambientais favorecem a dispersão e a chegada das larvas aos hospedeiros ou (3) a infecção dos espécimes de *P. argenteus* ocorre durante o deslocamento para a região à jusante da barragem e os altos índices de parasitismo ali encontrados podem ser influenciados pelos indivíduos jovens que chegaram à região durante os meses de abril e maio já infectados.

Também podem ser levadas em consideração as condições fisiológicas de *P. argenteus* nas duas localidades, que devido às alterações ambientais causadas pela barragem, podem ter a eficiência do seu sistema imunológico diminuída. Durante todo o período de coleta, o vertedouro da barragem de Três Marias foi aberto somente duas vezes (informação obtidas nos relatórios dos parâmetros limnológicos). As condições ambientais encontradas à jusante da barragem de Três Marias são mais estáveis que as encontradas à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, isso porque no primeiro ponto foram eliminados os picos de cheia e vazão causados pelo período das chuvas. Quanto aos parasitos de ciclo direto, é importante pensar na viabilidade das formas de vida livre infectantes para os hospedeiros definitivos. Estas seguiram o mesmo padrão observado para as espécies de ciclos biológicos complexos. As infecções/infestações parasitárias isoladamente são consideradas um tipo de estresse para os hospedeiros, diminuindo sua resistência ao parasitismo e sua habilidade de se adaptar às variações nas condições ambientais, como por exemplo, oscilações na temperatura, salinidade e concentração de substâncias poluentes (WILLIAMS; JONES, 1994). Parasitos de peixes são eficientes no monitoramento das condições fisiológicas e imunológicas de seu hospedeiro (LEWIS et al., 2003). Muitos fatores ambientais afetam a resposta imunológica, humoral e/ou celular dos hospedeiros, dentre elas a variável mais importante é a temperatura. Tratando-se de uma variação dentro do limite tolerável, temperaturas mais elevadas aceleram as respostas imunológicas, enquanto temperaturas mais baixas alteram substancialmente a ação dos anticorpos, podendo inclusive torná-los ausentes. A variação nos ritmos endógenos, como por exemplo o período reprodutivo, pode causar alteração na resposta dos anticorpos. Situações de estresse afetam o sistema imunológico dos hospedeiros, tornando-os de um

modo geral mais suscetíveis ao parasitismo. Como verificado através da análise da correlação entre as intensidades de infecção e abundância dos parasitos, a presença de um parasito favorece a instalação das demais espécies e o aumento da intensidade de infecção. Levando em consideração o estresse causado pela mudança das condições ambientais à jusante da barragem de Três Marias, esta poderia levar a uma menor eficiência do sistema imunológico destes hospedeiros e subsequente aumento nos índices parasitários nesta localidade.

### **6.3. Influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo (*kn*) e o coeficiente de crescimento de espécimes de *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, curimatã-pacu, do alto São Francisco, Minas Gerais**

Alguns autores avaliaram a influência do parasitismo sobre diferentes aspectos da biologia dos hospedeiros. Uma série de estudos hematológicos sob influência do parasitismo foi conduzida por (RANZANI-PAIVA et al., 1987; 1997; 2000). Ranzani-Paiva et al. (1987) detectaram anemia em carpas infestadas com *Argulus* sp.. Ranzani-Paiva et al. (1997) observaram alterações em níveis de hemoglobina, contagem de algunstipos celulares, percentual de leucócitos e no fator de condição relativo de espécimes de *M. platanus* parasitados. Ranzani-Paiva et al. (2000) avaliaram a influência do parasitismo sobre os parâmetros ecológicos e o fator de condição relativo de *P. lineatus* e *S. borelli*. Dentre os resultados observaram que espécimes de *P. lineatus* parasitados apresentaram valores médios mais baixos de taxa de hemoglobina, porcentagens mais baixas de linfócitos, altos percentuais de monócitos e neutrófilos sendo que estas alterações foram causadas principalmente pelos monogenóideos e ergasilídeos nas brânquias e acantocéfalos no intestino.

Outros artigos abordaram a influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo dos hospedeiros e o crescimento, assim como avaliaram a existência de correlação entre os índices parasitários com estes parâmetros. Isaac et al. (2004) apresentaram a fauna parasitária de espécies de *Gymnotus* Linnaeus, observaram valor do fator de condição relativo mais elevado em indivíduos parasitados e correlação significativa positiva entre a abundância e o fator de condição relativo. Santos & Brasil-Sato (2006) avaliaram a influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo de *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt) do alto rio São Francisco e nenhuma alteração foi observada. Lemos et al. (2007) realizou o mesmo tipo de trabalho com *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz), enquanto Yamada et al. (2008), Moreira et al. (2010), Carvalho et al. (2010) e Guidelli et al. (2010) avaliaram a influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo de ciclídeos da bacia do Paraná, *Metynnis lippincottianus* (Coper), *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard) e diferentes espécies de *Leporinus* Spix, respectivamente. O parasitismo de *Prochilodus lineatus* influenciou no fator de condição relativo, na relação hepatossômica e esplenosômica e na relação comprimento-peso, avaliados por Lizama et al. (2006a)

Em *P. argenteus* da bacia do rio São Francisco foi observado diferença no padrão de crescimento e fator de condição relativo em espécimes coletados à jusante da Barragem de Três Marias e à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, o que nos mostra que em um espaço relativamente pequeno, estes respondem as variações ambientais encontradas nas duas localidades. O primeiro ponto de coleta citado é diretamente influenciado pela barragem de Três Marias, enquanto no segundo devido à junção das águas do rio Abaeté com o rio São Francisco as condições limnológicas encontram restabelecidas (SATO et al., 2003) e podemos inferir que as diferenças no crescimento, alométrico negativo

(à jusante da barragem) e alométrico positivo (à jusante do Abaeté) no fator de condição relativo são um reflexo das condições ambientais sobre a fisiologia dos hospedeiros.

É interessante observar que o fator de condição relativo e o coeficiente de alometria dos peixes parasitados coletados à jusante da barragem de Três Marias não apresentaram diferença significativa quando comparado com o valor considerado padrão para esta localidade. Sendo assim, duas hipóteses podem ser mencionadas para justificar o que foi observado à jusante da barragem de Três Marias: (1) peixes coletados nesta localidade encontram-se debilitados pelas condições ambientais, assim o parasitismo constitui um elemento de baixa significância neste panorama; (2) devido às condições ambientais neste ponto ocorre a diminuição da eficiência do sistema imunológico, hospedeiros tornaram-se mais susceptíveis ao parasitismo e os valores do coeficiente de crescimento e do fator de condição relativo nestas duas localidades são reflexo deste fenômeno. Um modo de determinar qual destas hipóteses corresponde à realidade seria avaliar estes índices em peixes não parasitados, porém, o parasitismo foi um fenômeno prevalente (maior que 95% em ambas as localidades) nas duas localidades, não permitindo esta comparação. Em contrapartida, à jusante da confluência do rio Abaeté com o rio São Francisco, os valores de coeficiente de crescimento e os valores do fator de condição relativo dos indivíduos parasitados foram significativamente mais baixos que os valores pré-estabelecidos como padrão para a localidade. Assim podemos ponderar que o parasitismo neste ponto de coleta influencia de forma considerável o crescimento e o ganho de peso dos espécimes de *P. argenteus*. Cabe lembrar que os valores considerados padrão para ambas as localidades foram obtidos através de uma amostra composta por indivíduos parasitados e não parasitados, e que a prevalência do parasitismo dos hospedeiros nas duas localidades foi maior que 95%.

Lizama et al. (2006a) observaram que os espécimes de *P. lineatus* indivíduos parasitados apresentaram crescimento mais acelerado e maior ganho de peso, além disso verificaram que entre os espécimes parasitados o fator de condição relativo foi mais elevado. Estes resultados diferem dos encontrados para *P. argenteus* nas duas localidades de coleta, sendo que à jusante do rio Abaeté não foi observada influência do parasitismo sobre o *kn* dos hospedeiros e à jusante da confluência do rio Abaeté como rio São Francisco a influência do parasitismo sobre o *kn* foi negativa. Moreira et al. (2010) realizaram um trabalho semelhante ao realizado com *P. argenteus*, compararam o parasitismo entre duas localidades na planície de inundação do rio Paraná, uma delas localizada em área sem influência direta de barragem e onde ocorrem as cheias periódicas e a outra localizada em área sob influência direta do reservatório de Rosana, porém estes autores não compararam os pontos entre si, mas compararam os dados de hospedeiros parasitados com os de não-parasitados em cada uma das localidades e registraram que os indivíduos parasitados por *Dadayus pacupeva* Lacerda, Takemoto & Pavanelli, 2003 apresentaram *kn* mais elevado. Isaac et al. (2004), Lizama et al. (2006b) e Moreira et al. (2010) observaram maior fator de condição relativo em hospedeiros parasitados, para estes autores isto está relacionado a maior disponibilidade de recursos para estes hospedeiros. Em *P. argenteus* coletados à jusante do rio Abaeté foi observado o inverso, assim podemos inferir que o parasitismo interfere nestes parâmetros, ou que a diminuição do fator de condição relativo devido a outro(s) motivo(s), diminui as defesas do hospedeiro, tornando-o mais susceptível ao parasitismo.

Entre os parasitos que tiveram a abundância correlacionada com o coeficiente de alometria e o fator de condição relativo, somente *S. nani* apresentou valores significativos. Lizama et al. (2006a) observaram resultados semelhantes para *S. magnorchis* e atribuíram isto

a maior quantidade de recurso alimentar disponível para os hospedeiros. Moreira et al. (2010) também verificaram correlação positiva significativa entre a abundância de *D. pacupeva* e *Spinoxyurus oxydoras* e o fator de condição relativo de *M. lippincottianus*.

Santos & Brasil-Sato (2006) mostraram a ausência de diferença significativa entre espécimes de *F. marmoratus* parasitados e não parasitados pelos cestóides *Proteocephalus renaudi* Chambrier & Vaucher, 1994. Lizama et al. (2006a) observaram fator de condição relativo mais elevado em indivíduos parasitados. Cone (1995) inferiu que peixes com fator de condição relativo mais alto apresentariam as mais altas intensidades de infecção por monogenódeos. Os diferentes resultados encontrados por diversos autores que analisaram relações parasito-hospedeiro, nos levam a crer que não há padrões quando nos referimos a metodologia de uso e de análise da influência do parasitismo sobre o fator de condição relativo e sobre o coeficiente de crescimento os quais estão diretamente relacionados aos organismos envolvidos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível aumentar de modo considerável a lista de parasitos conhecidos de *P. argenteus* do rio São Francisco, anteriormente constituída por cinco espécies e atualmente composta por 34 espécies. Muitas espécies não foram identificadas até o nível específico por serem representantes de táxons não descritos, algo imaginável quando é sabido o grande número de espécies endêmicas que caracteriza a fauna ictiíca do rio São Francisco. Entre estas espécies somente uma, *Contracaecum* sp. possui potencial zoonótico.

O sexo não foi um fator determinante nos índices parasitários das infrapopulações ou das infracomunidades. O peso e o comprimento padrão dos hospedeiros tiveram correlação negativa fraca, nem sempre significativa, com os índices ecológicos das infracomunidades parasitárias, demonstrando que devido às condições fisiológicas e ou etológicas, espécimes menores e mais leves, teoricamente mais jovens, são mais suscetíveis ao parasitismo. Os resultados obtidos para as infracomunidades parasitárias de certo modo corroboram os obtidos para as infrapopulações, sendo os indivíduos menores e mais leves os que possuem maior riqueza específica e menor dominância.

As localidades e os períodos de coleta influenciaram de modo significativo os índices parasitários das infrapopulações e das infracomunidades. Em geral, indivíduos coletados à jusante da barragem de Três Marias durante o período de estiagem apresentaram os maiores valores de prevalência, intensidade e abundância parasitárias. A diferença entre as localidades e os períodos de coleta eram esperadas, uma vez que estas apresentam características límnicas distintas, o que influencia diretamente a fauna de invertebrados (hospedeiros intermediários) e a presença ou dispersão das larvas de parasitos de ciclos diretos e indiretos. As correlações entre as variáveis limnológicas e os índices parasitários analisados não mostraram resultados significativos. Outro fator muito importante que deve ser levado em conta é o deslocamento das populações de *P. argenteus*. Estes peixes migram em direção à nascente do rio durante o período reprodutivo (período chuvoso), porém este não é o único deslocamento realizado por estes indivíduos. Durante os meses de abril e de maio indivíduos de diferentes espécies migram na mesma direção, constituindo um fenômeno ainda não caracterizado, deste modo não podemos considerar os espécimes de *P. argenteus* residentes nas localidades onde foram coletados. Diante os deslocamentos de *P. argenteus*, constrói-se um panorama complexo no alto rio São Francisco, o que nos leva a pensar onde e quando seus parasitos foram adquiridos. Podemos afirmar somente que os indivíduos com os maiores índices parasitários foram aqueles provenientes da região jusante à barragem de Três Marias, durante o período de estiagem. Para elucidar onde e quando os parasitos foram adquiridos, compreender e avaliar a influência da dinâmica de cheia e vazão do rio São Francisco e dos eventos migratórios realizados pela espécie sobre sua fauna parasitária, um estudo com coletas mensais ou bimestrais nas duas localidades seria necessário.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, E. A.; ARANA, S.; CECCARELLI, P. S.; CORDEIRO, N. S. Light and scanning microscopy of *Myxobolus porofilus* sp. nov. (Myxosporea: Myxobolidae) infecting the visceral cavity of *Prochilodus lineatus* (Pisces: Characiformes: Prochilodontidae) cultivated in Brazil. **Folia Parasitologica**, v. 49, n. 1, p. 259-262, 2002.
- ADRIANO, E. A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N. S. *Myxobolus cuneus* n. sp. (Myxosporea) infecting the connective tissue of *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae) in Brazil: histopathology and ultrastructure. **Parasite**, v. 13, n. 2, p. 137-142, 2006.
- ADRIANO, E. A.; ARANA, S.; ALVES, A. L.; SILVA, M. R. M.; CECCARELLI, P. S.; ENRIQUE-S ILVA, F. H.; MAIA, A. A. M. *Myxobolus cordeiroi* n. sp., a parasite of *Zungaro jahu* (Siluriformes: Pimelodidae) from Brazilian Pantanal: morphology, phylogeny and histopathology. **Veterinary Parasitology**, v. 162, n. 3-4, p. 221-229, 2009a.
- ADRIANO, E. A.; ARANA, S.; CARRIERO, M. M.; ALDONI, J. N.; CECCARELLI, P. S.; MAIA, A. A. M. Light, electron microscopy and histopathology of *Myxobolus salminus* n. sp., a parasite of *Salminus brasiliensis* from the Brazilian Pantanal. **Veterinary Parasitology**, v.165, p. 25-29, 2009b.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO, H. F. JR.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos sobre a ictiofauna e medidas para sua manutenção. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, v. 14, supl. 1, p. 89-107, 1992.
- AGUIRRE-MACEDO, M. L.; VIOLANTE-GONZÁLEZ, J. *Saccocoelioides lamothei* n. sp. from *Dominator latifrons* (Pisces: Eleotridae) from coastal lagoons of Guerrero, Mexico. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 70, suppl. 1, p. 335-405, 2008.
- ALBUQUERQUE, M. C. **Taxonomia e aspectos ecológicos da fauna parasitária de *Triportheus guentheri* (Garman, 1890) e *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829 do reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, MG, Brasil.** 2009. 106p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco river in Três Marias, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.64, n. 2, p. 195-202, 2004.
- ALMEIDA, S. C. **Aspectos ecológicos dos endohelminhos parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974) (*Osteichthys* – *Erithrinidae*) do alto Rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná, Brasil.** 1998. 50p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá.
- AMADO, M. A. P.; ROCHA, C. E. F.. Phylogeny and biogeography of the Ergasilidae (Copepoda, Poecilostomatoida), 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 parasito de pescado**. Seropédica: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991. 81p.

AMIN, O. M. Key to the Families and Subfamilies of Acanthocephala, with the Erection of a New Class (Polyacanthocephala) and a New Order (Polyacanthorhynchida). *Journal of Parasitology*, v. 73, n. 6, p. 1216-1219. 1987.

AMUNDSEN, P. A.; KNUDSEN, R.; KURIS, A. M.; KRISTOFFERSEN, R. Seasonal and ontogenetic dynamics in trophic transmission of parasites. *Oikos*, v. 102, n. 2. p. 285-293, 2003.

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

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

ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. (Eds) **CIH Keys to the Nematodes Parasites of Vertebrates**. Keys 1-10. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux. 1974-1983.

ARANTES, F. P.; SANTOS, H. B.; RISSO, E.; SATO, Y.; BAZZOLI, N. Profiles of sex steroids, fecundity, and spawning of the curimatã-pacu *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam, Southeastern Brazil. *Animal Reproduction Science*, v. 118, p. 330-336, 2010.

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.

AZEVEDO, C.; CASAL, G.; MATOS, P.; FERREIRA, I.; MATOS, E. Light and electron microscopy of the spore of *Myxobolus heckelii* n. sp. (Myxozoa), parasite from the Brazilian fish *Centromochlus heckelii* (Teleostei: Auchenipteridae). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, v. 56, p. 589-593, 2009.

BARROS, G. C. Larvas de anisakídeos de peixes economicamente importantes da costa do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 16, n. 5, p.205-208, 1994.

BARROS, G. C.; CAVALCANTI, J. W. Larvas infectantes de anisakídeos em peixes de elevado consumo, provenientes do Litoral Nordeste do Brasil. *Higiene Alimentar*, v.12, n.58, p.71-75, 1998.

BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C. Phylogeny and a revised classification of the Monogenoidea Bychowsky, 1937 (Platyhelminthes). *Systematic Parasitology*, v. 26, p. 1-32, 1993.

BONA, F. V. Family Dilepididae Railliet & Henry, 1909, p.443-554. In: L. F. Khalil, A. Jones & R.A. Bray (Eds). **Keys to the cestode parasites of vertebrates**. St Albans, CAB International, 1994, 751p.

BOWEN S. H.; BONETTO, A. A.; AHLGREEN, M. O. Microorganisms and detritus in the diet of a typical Neotropical riverine detritivore, *Prochilodus lineatus* (Pisces: Prochilodontidae). *Limnology Oceanography*, v. 29, n. 5, p. 1120-1122, 1984.

BOXSHALL, G. A.; DAFEYE, D. Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, p. 195-200, 2008.

BOXSHALL, G. A.; MONTÚ, M. A. Copepods Parasitic on Brazilian Coastal Fishes: a Handbook. *Nauplius*, v. 5, n. 1: 1-225, 1997.

BRANDS, S. J. (Comp.). Systema Naturae 2000: The Taxonomicon. Universal Taxonomic Services, Amsterdam, The Netherlands. 1989-2007. Disponível em: <<http://sn2000.taxonomy.nl/>>. Acesso em: Outubro, 2010.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de revitalização da Bacia do Rio São Francisco. Estatísticas de desembarque pesqueiro: relatório final**. Belo Horizonte,. 1 CD-ROM, 2007.

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

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

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

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

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

BUENO-SILVA, M.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenoidea. 53. *Gyrodactylus corydori* sp. n. and redescription of *Gyrodactylus anisopharynx* (Gyrodactylidae), parasites of *Corydoras* spp. (Siluriformes: Callichthyidae) from southern Brazil. *Folia Parasitologica*, v. 56, n. 1, p. 13-20, 2009

BURRESON E. M. Phylum Annelida: Hirudinea as vectors and disease agents. P. 599-629. In: Woo, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections**. Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995, 808p.

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

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

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

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

CAMPOS, C. M.; TAKEMOTO, R. M.; FONSECA, V. E.; MORAES, F. R. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Characiformes) from Aquidauana and Miranda Rivers, Pantanal, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 1, p. 87-92, 2009.

CAMPOS, C. M.; FONSECA, V. E.; TAKEMOTO, R. M.; MORAES, F. R. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1776) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Aquidauana River, Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 1, p. 93-99, 2009.

CARVALHO, A. R.; TAVARES, L. E.; LUQUE, J. L. *Variação sazonal dos metazoários parasitos de Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) no rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* v. 32, n. 2, p. 159-167, 2010.

CASAL, G.; MATOS, E.; AZEVEDO, C. A. A new myxozoan parasite from the amazonian fish *Metynnis argenteus* (Teleostei, Characidae): ligh and electron microscope observations. *Journal of Parasitology*, v. 92, n. 4, p. 817-821, 2006.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Prochilodontidae (Fannel mouth characiforms). p. 65-70. In: R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil. 2003.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the South American Fish Family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian Contributions to Zoology*, v. 622, p. 1-189, 2004.

CHABAUD, A. G. Keys to genera of the order Spirurida. Part 1. Camallanoidea, Dracunculoidea, Gnathostomatoidea, Physalopteroidea, Rictularioidea and Thelazioidea. In: R. C. Anderson; A. G. Chabaud; S. Willmott (Eds). **CIH Keys to the nematodes parasites of vertebrates. No. 3.** Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, **1975**, 27 p.

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

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

CONE, D. K. Monogenea (Phylum Platyhelminthes). p. 289-327. In: WOO, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections.** Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995, 808p.

CONE, D. K.; MARCOGLIESE, D. J.; WATT, W. D. Metazoan parasite communities of yellow eels (*Anguilla rostrata*) in acid and limed rivers of Nova Scotia. *Canadian Journal of Zoology*, v. 71, p. 177–184, 1993.

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

CUGLIANA, A. M.; CORDEIRO, N. S.; LUQUE, J. L. *Apedunculata discoidea* gen. n., sp. n. (Monogenea, Dactylogyridae) parasitic on *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae) from southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 3, p. 895 - 898, 2009.

DIAS, F. J. E.; SÃO CLEMENTE, S. C.; KNOFF, M. Larvae of Anisakidae nematodes and *Trypanorhyncha* cestodes of public health importance in *Aluterus monoceros* (Linnaeus, 1758) in Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 19, n. 2, p. 94-97, 2010.

DICK, T. A.; CHOUDHURY, A. Cestoidea (Phylum Platyhelminthes), p. 391-414. In: WOO, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections.** Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995a. 808p.

DICK, T. A.; CHOUDHURY, A. Phylum Nematoda. p. 415-446. In: WOO, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections.** Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995b. 808p.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. p. 1-47. In: V.A. Dogiel, G. K. Petrushevski and Y.I. Polyansky (Eds). **Parasitology of fishes.** London: Olivier & Boyd, 1970. 346pp

DOMINGUES, M. V.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenoidea. 40. *Prothorhinoxenus prochilodi* gen. n., sp. n. (Monogenoidea: Ancyrocephalinae), parasite of *Prochilodus lineatus* (Characiformes: Prochilodontidae) from South Brazil. *Folia Parasitologica*, v. 49, p. 35 - 38, 2002.

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.

DYER, W. G.; BUNKLEY-WILLIAMS, L.; WILLIAMS, Jr. E. H. *Saccocoelioides agonostomus* sp. n. (Digenea: Haploropidae) from the mountain mullet and the serajo gobby in Puerto Rico with a summary of the genus. **Caribbean Journal of Science**, v. 35, n. 3-4, p. 225-230, 1999.

EIRAS, J. C. **Fundamentos de Ictioparasitologia**. Porto. Fundação Eng Antonio de lameida, 339p. 1994.

EIRAS, J. C.; ABREU, P.C.; ROBALDO, R.; PEREIRA Jr, J. *Myxobolus platanus* n. sp. (Myxosporea, Myxobolidae), a parasite of *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) from Lagoa dos Patos, RS, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 895-898. 2007

EIRAS, J. C.; MALTA, J. C. O.; VARELLA, A.; PAVANELLI, G. C. *Myxobolus insignis* sp. nov. (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost fish *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Prochilodontidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 3, p. 245-257, 2005b.

EIRAS, J. C.; MOLNÁR, K.; LU, Y. S. Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae). **Systematic Parasitology**, v. 61, n. 1, p. 1-46, 2005a.

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

EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. *Henneguya paranaensis* sp. n. (Myxozoa, Myxobolidae) a parasite of the teleost fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) from the Paraná River, Brazil. **Bulletin of the European Association of Fish Pathologists**, v. 24, p. 308-311, 2004.

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

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

ESCH, G. W.; BUSH, A. O.; AHO, J. M. **Parasite Communities: Patterns and Processes**. Chapman and Hall, London, 1990. 304p.

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

ESTEVEZ, 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, n. 4, p. 608-617, 1985.

EVANS, M. S.; HOLDER, M. T.; BARBEITOS, M. S.; OKAMURA, B.; CARTWRIGTH, P. The Phylogenetic Position of Myxozoa: Exploring Conflicting Signals in Phylogenomic and Ribosomal Datasets. *Molecular Biology and Evolution*, v. 27, n. 12, p. 2733-2746, 2010.

FABIO, S. P. Sobre alguns Acanthocephala parasitos de *Hoplias malabaricus*. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, v. 6, p. 173-180, 1983.

FEHLAUER K. H.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenoidea: *Euryhaliotrema dontykoleos* n. sp. (Dactylogyridae) from the gills of the freshwater sciaenid, *Pachyurus junki* (Perciformes). *Journal of Parasitology*, v. 91, n. 5, p. 1025-1027, 2005

FERNANDES, B. M. M.; KOHN, A. On some trematodes parasites of fishes from Paraná River. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 3, p. 461-466, 1994.

FERNANDES, M. T.; ARTIGAS, P. T.; CAMPOS, M. S. *Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Nematoda, Spiruridae) redescritção da fêmea e descrição de macho. *Revista de Ciências Biomédicas*, v. 3, p. 79-85, 1982.

FERRAZ DE LIMA, C. L. B.; LIMA, J. A. F.; CECCARELLI, P. S. Ocorrência de Acantocéfalos parasitando o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Pisces, Serrassalmidae) em Piscicultura. *Boletim Técnico do CEPTA*, v. 2, p. 43-51, 1990.

FERREIRA, P. A. Caminho do sertão. p. 18-26. In: **BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Revista Velho Chico**, jun. 2002.

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

FLECKER, A. S. Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream. *Ecology*, v. 77, n. 6, p. 1845-1854, 1996.

FORTES, E.; HOFFMANN, R. P.; SCARIOT, J. *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Copepoda) parasitando peixes de água doce da Grande Porto Alegre, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 20, n. 2, p. 64-65, 1998.

FROESE, R.; PAULY, D. (Eds). 2010. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. Disponível em: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) Acessado em: Dezembro de 2010.

GALLI, P.; CROSA, G.; MARINIELLO, L.; ORTIS, M.; D'AMELIO, S. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiology*, n. 452, p. 173-179, 2001.

GIBSON, D. I.; JONES, A.; BRAY, R. A. (Eds.). **Keys to the Trematoda**. Wallingford: CAB International and The Natural History Museum, 2002. vol. 1. 521p.

GIOIA, I.; CORDEIRO, N. S. Brazilian Myxosporidians' Check-list (Myxozoa). *Acta Protozoologica*, n. 35, v. 2, p. 137-149. 1996.

GODINHO, H. P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.

GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Breve visão do São Francisco, p. 15-24. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

GOLVAN, Y. J. Acanthocephales d'amazone. Redescription d'*Oligacanthorhynchus iheringi* Travassos, 1916 et description de *Neoechinorhynchus buttnerae* n. sp. (Neoacanthocephala - Neoechinorhynchidae). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, v. 31, p. 500-524, 1956.

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

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. G. **Rio Negro: rich life in poor water**. The Hague: SPB Academic Publishing, 1988. 280p.

GREENPEACE, 2002. Crimes Ambientais Corporativos no Brasil. Disponível: <http://www.greenpeace.org.br> versão (11/2010).

GREGORY, R. D.; KEYMER, A. E.; HARVEY, P. H. Helminth parasite richness among vertebrates. *Biodiversity and Conservation*, v. 5, n. 8, p. 985-997, 1996.

GUIDELLI, G. M. **Comunidades parasitárias em espécies do gênero *Leporinus* de diferentes categorias tróficas e ambientes da planície de inundação do Alto rio Paraná**. 2006, 99p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, L. G.; TAKEMOTO, M. R.; PAVANELLI, G. C. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the upper Paraná River, Brazil. *Veterinary Parasitology*, in press, 2010.

GUIMARÃES, J. F.; CRISTOFARO, R. Contribuição ao estudo da fauna helmintológica de peixes do Estado da Bahia. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, v.17, n.2, p.81-85, 1974.

HATANAKA, T.; GALETTI, Jr. P. M. RAPD markers indicate the occurrence of structured populations in a migratory freshwater fish species. *Genetics and Molecular Biology*, v. 26, n. 1, p. 19-25, 2003.

HATANAKA, T.; HENRIQUE-SILVA, F.; GALETTI, Jr. P. M. Population substructuring in a migratory freshwater fish *Prochilodus argenteus* (Characiformes, Prochilodontidae) from the São Francisco River. *Genetica*, v. 126, p. 153-159, 2006.

HO, J. S. Maxillopoda – Copepoda. Poecilostomatoida. Marine Parasites p. 235-240. In: P. S. Young (Ed.) **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Museo Nacional, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Museo Nacional, 1998a, 717p.

HO, J. S. Maxillopoda – Copepoda. Siphonostomatoida, p. 251-260. In: P. S. Young (Ed.) **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Museo Nacional, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Museo Nacional, 1998b, 717p

HUMASON, G. L. **Animal Tissue Techniques**. San Francisco: W.H. Freeman & Co. 1972. 641p.

IGAM. **Relatório de monitoramento das águas superficiais na bacia do rio São Francisco em 2002, rio São Francisco** - Sul. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2003. 122p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico, 2000. Rio de Janeiro, 2002. [On-line]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>> Acesso em: 15 julho, 2010.

ISAAC, A.; GUIDELLI, G. M.; FRANÇA, J. G.; PAVANELLI, G. C. Composição e estrutura das infracomunidades 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.

JACKSON, C. J.; MARCOGLIESE, D. J. 1995. An unique association between *Argulus alosae* (Branchiura) and *Mysis stenolepis* (Mysidacea). **Crustaceana**, v. 68, p. 910-912, 1995.

JONES, A.; BRAY, R. A.; GIBSON, D. I. (Eds.). **Keys to Trematoda**. London: CAB International and The Natural History Museum, 2005. vol. 2. 745p.

KABATA, Z. **Parasitic copepoda of British fishes**. Ray Society, London, 1979. 468p.

KENNEDY, C. R. Freshwater fish parasites and environmental quality: an overview and caution. **Parassitologia**, v. 39, n. 2, p. 201–238, 1997.

KENNEDY, C. R. An analysis of the metazoan parasitocoenoses of brown trout *Salmo trutta* from British Lakes. An analysis of the metazoan parasitocoenoses of brown trout *Salmo trutta* from British Lakes. **Journal of Fish Biology**, v. 13, n. 2, p. 255-263, 1978.

KENNEDY, C. R.; HARTVIGSEN, R. A. Richness and diversity of intestinal metazoan communities in brown trout *Salmo trutta* compared to those of eels *Anguilla anguilla* in their European heartlands. **Parasitology**, v. 121, p. 55-64, 2000

KNOFF, M.; LUQUE, J. L.; AMATO, J. F. Community ecology of the metazoan parasites of grey mullets, *Mugil platanus* (Osteichthyes: Mugilidae) from the littoral of the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 3, p. 441-454, 1997.

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

KOHN, A.; FERNANDES B. M. M. 1987. Estudo comparativo dos helmintos parasitos de peixes do Rio Mogi Guassu, coletados nas excursões realizadas entre 1927 e 1985. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 82, p. 483–500, 1987.

KOHN, A.; FRÖES, O. M. *Saccocoelioides godoy* n. sp. (Haploporidae) and other trematodes parasites of fishes from the Guaíba estuary, RS, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 81, n. 1, p. 67-72, 1986.

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

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; COHEN, S. C. **South American trematodes parasites os fishes**. Rio de Janeiro: Imprinta Express, 2007. 318 p.

KOHN, A.; COHEN, S.C.; SALGADO-MALDONADO, G. Checklist of Monogenea parasites of freshwater and marine fishes, amphibians and reptiles from Mexico, Central America and Caribbean. *Zootaxa*, v. 1289, p. 1-114, 2006.

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*, n. 80, v. 3, p. 327-336. 1985.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; PIPOLO, H. V.; GODOY, M. P. Helmintos 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, p. 299-303, 1988

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E. New Monogenetic Trematodes from Freshwater Fishes of Western Colombia with the Proposal of *Anacanthoroides* gen. n. (Dactylogyridae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, v. 43, n. 2, p. 12–134, 1976.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenea. 13. *Rhinosnastes pseudocapsaloideum* n. gen., n. sp. (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae), a nasal parasite of curimatã, *Prochilodus nigricans* Agassiz (Cypriniformes, Prochilodontidae), in Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 74, n. 4, p. 695–698, 1988.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; KAYTON, R. J. Neotropical Monogenoidea. 3. Five new species from South America with the proposal of *Tereancistrum* gen. n. and *Trinibaculum* gen. n. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Acta Amazonica*, v. 10, n. 2, p. 411–417, 1980.

KRITSKY D. C.; VAN EVERY L. R.; BOEGER W. A. Neotropical Monogenoidea. 27. Two new species of *Telethecium* gen. n. from the nasal cavities of Central Amazonian fishes and a redescription of *Kritskyia moraveci* Kohn, 1990 (Dactylogyridae,

Ancyrocephalidae). *Journal of the Helminthological Society of Washington*, v. 63, p. 35-41, 1996.

LACERDA, A. C. F.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Digenea, Nematoda, Cestoda, and Acanthocephala, parasites in Potamotrygonidae (Chondrichthyes) from the upper Paraná River floodplain, states of Paraná and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, v. 4, n. 2, p. 115-122, 2008.

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, Serrasalminae) do baixo rio Negro. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 51, n. 3, p. 545-553, 1991.

LeCREN, E. D. the length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.

LEMOES, J. R. G.; TAVARES-DIAS, M.; SALES, R. S. A.; FIM, J. D. I. Parasitos das brânquias de *Brycon amazonicus* (Characidae; Bryconidae) cultivado em canais de igarapés do Turumã-Mirim, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, v. 29, n. 2, p. 217-222, 2007.

LESTER, R. J. G.; ROUBAL, F. R. Phylum Arthropoda. p. 475-598. In: WOO, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections**. Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995. 808p.

LEUNG, T. L. F.; POULIN, R. Size-dependent pattern of metacercariae accumulation in *Macomona liliana*: The threshold for infection in a dead-end host. *Parasitology Research*, v. 104, n. 1, p.177-180, 2008.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Editora Contexto, São Paulo, 2002, 176p.

LEWIS, J.; HOOLE, D.; CHAPPELL, L. H. 2003. Parasitism and environmental pollution: parasites and hosts as indicators of water quality. *Parasitology*, v. 126, p. S1-S3. 2003.

LIGHT, J. E.; SIDDALL, M. E. Phylogeny of the leech family Glossophoniidae based on mitochondrial gene sequences and morphology. *Journal of Parasitology*, v. 85, n. 5, p. 815-823, 1999.

LINS, L. V.; MACHADO, A. B. M.; COSTA, C. M. R.; HERMANN, G. **Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial de fauna ameaçada de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1997. 55p.

LIRA-GUERRERO, G.; GARCÍA-PRIETO, L.; PÉREZ-PONCE DE LEÓN, G. Helminth parasites of atherinopsid freshwater fishes (Osteichthyes: Atheriniformes) from central Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, v. 79, n. 2, p. 325-331, 2008.

LIZAMA, M. DE LOS A. P.; TAKENOTO, R. M.; PAVANELLI, G.C. New species of *Tereancistrum* Kristsky, Thatcher & Kayton, 1980 (Monogenea: Dactylogyridae:

Ancyrocephalinae) from the gills of *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes: Prochilodontidae) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Systematic Parasitology**, v. 57, p. 45-49, 2004.

LIZAMA, M. DE LOS A. P.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Influence of host sex and age on infracommunities of metazoan parasites of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Parasite**, v. 12, n. 4, p. 299-304, 2005.

LIZAMA, M. DE LOS A. P.; TAKEMOTO R. M.; PAVANELLI, G.C. Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 15, n. 3, p. 116-122, 2006a.

LIZAMA, M. DE LOS A. P.; TAKEMOTO R. M.; PAVANELLI, G.C. Influence of the seasonal and environmental patterns and host reproduction on the metazoan parasites of *Prochilodus lineatus*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 4, p. 611-622, 2006b.

LOM J.; DYKOVÁ I. Myxosporea (Phylum Myxozoa). p. 97 – 148. In: Woo, P.T.K (Ed.). **Fish Diseases and Disorders, Vol. 1, Protozoan and Metazoan Infections**. Wallingford: CAB International, 1995. 808p.

LOM, J.; DYKOVÁ, I. Myxozoa genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. **Folia Parasitologica**, v. 53, n. 1, p. 1-36, 2006.

LOPRETTO, C. E. Annelida Hirudines. p. 729-757. In: **Ecossistemas de águas continentales - metodologia para estudo**. C. E. Lopretto; G. Tells (Eds) vol. II. 1ª ed. LaPlata: Ediciones Sur. 1995. 895p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP, 1999. 584p.

LUMSDEN, R. D. *Saccocoelioides sogandaresi* sp. n. a new haploporid trematode from the sailfin Molly *Mollienisia latipinna* Le Sueur in Texas. **Journal of Parasitology**, v. 49, n. 2, p. 281-284. 1963.

LUNASCHI, L. I. Redescríption y sinonímia de *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954 (Digenea: Haploporidae). **Neotrópica**, v. 42, n. 107-108, p. 81-84, 1996.

LUNASCHI, L. I. Helminthos parasitos de peces de água Dulce de La Argentina. I. Tres nuevas espécies Del gênero *Saccocoelioides* Szidat, 1954 (Trematoda: Haploporidae). **Neotrópica**, v. 30, p. 31-42, 1984.

LUQUE, J. L.; ALVES, D. R. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos do xaréu, *Caranx hippos* (Linnaeus) e do xerelete, *Caranx latus* Agassiz (Osteichthyes, Carangidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p.399-410, 2001.

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

LUQUE, J. L.; TAVARES, L. E. R. Checklist of Copepoda associated with fishes from Brazil. *Zootaxa*, v. 1579, p. 1-39, 2007.

LYNN, M. **O Planeta simbiótico. Uma nova perspectiva de evolução.** Rio de Janeiro, Ciências Atual, Rocco, 2001. 137p.

MACHADO-FILHO, D. A. “Echinorhynchidae” do Brasil. I. três novas espécies de “*Echinorhynchus*” Zoega in Mueller, 1776 e redescrição de *Echinorhynchus jucundus* Travassos, 1923. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 7, p. 105–121, 1948

MACHADO-FILHO, D. A. Uma nova espécie do gênero *Neoechinorhynchus* (Hamman) (Neoechinorhynchidae, Acanthocephala). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 14, p. 55–57, 1954.

MACHADO-FILHO, D. A. *Neoechinorhynchus spectabilis* sp. n. (Neoechinorhynchidae, Acanthocephala). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 19, p. 191–194, 1959.

MACHADO, P. M., ALMEIDA, S. C., PAVANELLI, G. C. Ecological aspects of endohelminths parasitizing *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. Influence of host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the High Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 3, n. 2, p. 143-148, 1994.

MADHAVI, R. Digenetic trematodes from the marine fishes of Waltair Coast, Bay of Bengal. Families Haplosporididae and Haploporidae. *Rivista di Parassitologia*, v. 40, n. 3, p. 237-248, 1979.

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

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement.** New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179p.

MALTA, J. C. O. Maxillopoda. Brachyura, p. 67-74 In: Young, P. S. (Ed) **Catalogue of crustácea of Brazil.** Rio de Janeiro: Museu Nacional p. (series livros no 6) 1998, 717p.

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

MARCOGLIESE, D. J.; CONE, D. K. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parassitologia*, v. 39, p. 227–232, 1997.

MARGOLIS, L.; ESCH, G.W.; HOLMES, J.C.; KURIS, A.M.; SCHAD, G.A. The Use of Ecological Terms in Parasitology (Report of an Ad Hoc Committee of the American Society of Parasitologists). **Journal of Parasitology**, v. 68, n. 1, p. 131-133. 1982.

MARTINS, W. E. Life history of *Saccocoelioides pearsoni* n. sp. and the description of *Lecithobotrys sprengi* n.sp. (Trematoda: Haploporidae). **Transactions of the American Microbiological Society**, v. 92, n. 1, p. 80-95, 1973.

MARTINS, M. L.; ONAKA, E. M. *Henneguya garavelli* n. sp. and *Myxobolus peculiaris* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) in the gills of *Cyphocharax nagelli* (Osteichthyes: Curimatidae) from Rio do Peixe Reservoir, São José do Rio Pardo, São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 137, n. 3-4, p. 253-261, 2006.

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

MARTINS, M. L.; FUJIMOTO, R. Y.; NASCIMENTO, A. A.; MORAES, F. R. Ocorrência de *Diplostomum* sp. Nordmann, 1832 (Digenea: Diplostomidae) em *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) proveniente do reservatório de Volta Grande, MG, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 21, n. 2, p. 263-266, 1999.

MARTINS, M. L.; MORAES, E. R.; FUJIMOTO, R. Y.; ONAKA, E. M.; QUINTANA, C. I. E. Prevalence and histopathology of *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae), in *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1836, from Volta Grande Reservoir, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 3, p. 517-522, 2001.

MARTINS, M. L.; PAIVA, A. M. F. C.; FUJIMOTO, R. Y.; CHALCH, 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, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, n. 2, p. 469-474, 2002.

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

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

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

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

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, n. 1, p. 115–134, 1993.

MORAVEC, F.; SHAHAROM-HARRISON, F. *Paraphilometroides nemipteri* gen. et sp. n. (Nematoda: Philometridae) from the marine fish *Nemipterus peronii* (Valenciennes) from Malaysia. **Folia Parasitologica**, v. 36, n. 4, p. 345-350, 1989.

MORAVEC, F.; VAN AS, J. *Philometroides africanus* sp. n. (Nematode: Philometridae), a new tissue parasite of the African pike *Hepsetus odoe* (Pisces) in Botswana. **Folia Parasitologica**, v. 48, p. 127-131, 2001.

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

MOREIRA, L.; H. A.; YAMADA, F. H.; CESCHINI, T. L.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. The influence of parasitismo n the condiction factor (Kn) of *Mytynnus lippincottianus* (Characidae) from two aquatic environmental: the upper Paraná river floodplain and Corvo and Guairacá rivers. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 32, n. 1, p. 83-86, 2010.

NAZIR, P.; GÓMES, Y. *Carossotrema tilapiae* n.sp. and the freshwater fish *Tilapia mossambica* (Peters), in Venezuela. **Rivista di Parassitologia**, v. 57, n. 5. 067-974, 1976.

NICKOL, B. B. Phylum Acanthocephala. p. 447-473. In: Woo, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections.** Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995. 808p.

NICKOL, B. B.; PADILHA, T. N. *Neoechinorhynchus paraguayensis* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) from Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 65, p. 987–989, 1979.

NICKOL, B. B.; THATCHER, V. E. Two new acanthocephalans from Neotropical Fishes: *Neoechinorhynchus prochilodorum* sp. n. and *Gorytocephalus plecostomorum* gen. et sp. n. **Journal of Parasitology**, v. 57, n. 3, p. 576-581, 1971.

NIEWIADOMSKA, K.. The genus *Diplostomum* - taxonomy, morphology and biology. **Acta Parasitologica**, v. 41, n. 2, p. 55-66, 1996.

NIEWIADOMSKA, K. Family Diplostomidae Poirier, 1886, p. 167-198. In: Gibson, D. I.; Jones, A.; Bray, R. A. (Eds.). **Keys to Trematoda. Volume 1.** CABI Publishing, Oxon Wallingford and The natural History Museum, London, UK, XIV, 2002.

NORONHA, D. Sobre *Neoechinorhynchus curemai* sp. n. (Acanthocephala – Neoechinorhynchidae). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 17, p. 19–21, 1973.

NORONHA, D. Remarks on *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 79, n. 2, p. 271, 1984.

NOVAES, J. C. L.; RAMOS, I. P.; CARVALHO, E. D.; SILVA, R. J. Metacercariae of *Diplostomum compactum* Lutz, 1928 (Trematoda, Diplostomidae) in the eyes of acara *Geophagus brasiliensis* Quoy & Gaimard, 1824 (Teleostei, Cichlidae) from Barra Bonita Reservoir – São Paulo, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, n. 6, p. 1229-1231, 2006.

OLIVEIRA, M. R.; HORN, A. H. Comparação da concentração de metais pesados nas águas do rio São Francisco em Três Marias, desde 1991 até hoje, relacionando a atuação da CMM-Três Marias. *Geonomos: Revista de Geociências, Minas Gerais*, v. 14, n. 2. p. 55-63, 2006.

OSTROWSKI DE NÚÑEZ, M. Sobre el ciclo biológico de *Austrodiplostomum mordax* Szidat & Nani, 1951. *Neotrópica* v. 14, n. 44, p. 1-8, 1968.

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.

PAPERNA, I. Digenea (Phylum Platyhelminthes). P. 329-389. In: WOO, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders, v. 1: Protozoan and metazoan infections**. Wallingford: CAB International, University Press, Cambridge, 1995. 808p.

PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R. M. Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: Eduem, 1997. p. 307-329.

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

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

PARAGUASSÚ, A. R.; LUQUE, J. L.; ALVES, D. R. Community ecology of the metazoan parasites of red porgy ecology of the metazoan parasites of red porgy ecology of the metazoan parasites of red porgy ecology of the metazoan parasites of red porgy, *Pagrus pagrus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae), from the coastal zone coastal zone coastal zone coastal zone, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 461-467, 2002.

PIASECKI, W.; GOODWIN, A. E.; EIRAS, J. C.; NOWAK, B. F. Importance of Copepoda in Freshwater Aquaculture. *Zoological Studies*, v, 43, n. 2, p. 193-205, 2004.

PINTO, M. C. A energia do grande rio. p. 28-31. In: **BRASIL**. Ministério do Meio Ambiente. Revista Velho Chico, jun. 2002.

POLY, W. J. Global diversity of fishlice (Crustacea: Branchiura: Argulidae) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, n. 1, p.: 209-212, 2008.

POLY, W. J. *Argulus ambystoma*, a new species parasitic on the salamander. ***Gulf and Caribbean Research***, v. 17, p. 1-13. **2003**.

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

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

POULIN, R. The intra- and interspecific relationship between abundance and distribution in helminth parasites of birds. ***Journal of Animal Ecology***, v. 68, p. 719-725, 1999.

POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Smithsonian Books, Washington D. C., 2004, 216 pp.

RAMALLO, G.; TERAN, H.; TEISAIRE, E. Effects produced by *Spinitectus jamundensis* (Nematoda, Cystidicolidae) in the stomach of the shad, *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae). ***Boletín Chileno de Parasitología***, v. 55, n. 1-2, p. 36-38, 2000.

RAMASHANDRA, P. *Philometra cephalus* sp. n. infecting the gonads of the striped mullet, *Mugil cephalus* L. from the Arabian host coast of Kerala, India, with a note on its pathology. ***Zoologischer Anzeiger***, v. 194, p. 140-144, 1975.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; ISHIKAWA, C. M.; CAMPOS, B. E. S. EIRAS, A. C. Hematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil platanus* Günther from estuary region of Cananéia, São Paulo, ***Revista Brasileira de Zoologia***, v. 14, n. 2, p. 329-339, 1997.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; ISHIKAWA, C. M.; PORTELA, M. C.; CELIBERTO, J. R.. Hematologia de carpa, *Cyprinus carpio* infestada por *Argulus* sp. e após um tratamento com fosfonato de 0,0-demitil-oxi-2,2,2, tricloretino (Neguvon) ***Boletim do Instituto da Pesca***, v. 14, p. 83-92, 1987.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SILVA-SOUZA, A. T.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Hematological characteristics and relative condition factor (Kn) associated with parasitism in *Schizodon borelli* (Osteichthyes: Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes: Prochilodontidae) from Paraná River, Porto Rico region, Paraná, Brazil. ***Acta Scientiarum, Biological Sciences***, v. 22, p. 515-521, 2000.

RASHEED, S. A revision of the genus *Philometra* Costa, 1845, ***Journal of Helminthology***, v. 37, p. 89-130, 1963.

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.; GIBSON, D. I. Hyperparasitism by helminths: new records of cestodes and nematodes in proteocephalid cestodes from South American siluriform fishes. ***Memórias do Instituto Oswaldo Cruz***, v. 84, n. 3, p. 371-376, 1989.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Orgs). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs. 2003. 742p.

ROBERTS, E.; JANOVY JR, J. Gerald D. **Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of Parasitology**, 17<sup>th</sup> ED. New York: McGraw-Hill, 702p., 2005

RODRIGUES, W. C. DivEs - Diversidade de Espécies - Guia do Usuário. Seropédica: Entomologistas do Brasil. 9p. 2007. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>> Acessado em: 12 dezembro 2010.

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: 18 agosto 2010.

RODRÍGUEZ-ORTÍZ, B.; GARCÍA-PRIETO, L.; HERRERA-VÁZQUEZ, J.; PÉREZ-PONCE DE LEÓN, G. Addendum to the checklist of the helminth parasites of vertebrates in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, v. 52, n. 2, p. 355-361, 2004.

Rosimetal 2010 gamidactylus hoplias

SAAD, C. D. R.; LUQUE, J. L.. Larval Anisakidae in musculature of *Pagrus pagrus* from the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 18, supl. 1, p. 71-73, 2009

SALGADO-MALDONADO, G. Helminth parasites of freshwater fish from Central America. *Zootaxa*, v. 1915, p. 29-53, 2008.

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

SALGADO-MALDONADO, G.; GARCÍA A. A. N.; VIDAL-MARTÍNEZ, V. M. **Metazoan parasites in the Neotropics: a systematic and ecological perspective**. México, Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, 2000, 310p.

SALGADO-MALDONADO, G., PINEDA-LÓPEZ, R., GARCÍA-MAGAÑA, L., LÓPEZ-JIMÉNEZ, S., VIDAL-MARTÍNEZ, V. M.; AGUIRRE-MACEDO, M. L. Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. pp. 145–166. In: Bueno, J.; Álvarez, F.; Santiago, S. (Eds.) **Biodiversidad del estado de Tabasco**. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico. 2005, 452p.

SÁNCHEZ-NAVA, P.; SALGADO-MALDONADO, G.; SOTO-GALERA, E.; JAIMES-CRUZ, B. Helminth parasites of *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) in the Upper Lerma River sub-basin, Mexico. *Parasitology Research*, v. 93, p. 396–402, 2004.

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

SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicadas à pesca e a piscicultura**. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1978. 129p.

SANTOS, M. D. **Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias**, Alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. 2008. 186p.

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

SANTOS, M. D.; BRASIL-SATO, M. C. Parasitos metazoários de *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874), “ser rudo” (Siluriformes: Doradidae) do Rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, 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, p. 931-938, 2006.

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

SANTOS, R. S. MARTINS, M. L.; MARENGONI, N. G.; FRANCISCO, C. J.; PIAZZA, R. S. TAKANASHI, E. M.; ONAKA, E. M. *Neoechinorhynchus curemai* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) in *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes: Prochilodontidae) from the Paraná River, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 134, p. 111-115, 2005.

SANTOS, S. M. C., CECCARELLI, P. S.; RÊGO, R. F. Helminths em peixes do Pantanal sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 16, p. 15–26, 2003.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco, p. 401-413. In: R. H. LOWE-McCONNELL. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 534p.

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 reofilico curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), p. 327-345. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

SATO, Y.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; BOSCHI, M. B.; MIRANDA, M. O. T. Influence of the Abaeté river on the reproductive success of the Neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, Downstream from the Três Marias Dam, Southeastern Brazil. **River Research and Applications**, v. 21, p. 939-959, 2005.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Hypophysation parameters of the fish *Prochilodus marginatus* obtained in routine hatchery station conditions. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 56, v. 1, p. 59-64, 1996.

SCHOLZ, T.; SALGADO-MALDONADO, M. G. Metacestodes of the family Dilepididae (Cestoda; Cyclophyllidae) parasiting fishes in Mexico. **Systematic Parasitology**, v. 49, p. 23-40, 2001.

SIDDALL, M. E.; MARTIN, D. S. The Demise of a phylum of Protists: Phylogeny of Myxozoa and other parasitic Cnidaria. **Journal of Parasitology**, v. 81, n. 6, p. 961-967, 1995.

SILVA-SOUZA, A. T. Estudos do parasitismo de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) por *Diplostomum* (*Austrodiplostomum*) *compactum* (Lutz, 1928) (Trematoda, Digenea) no rio Tibagi, PR. 1998. 125 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1998.

SIVASUNDAR, A.; BERMINGHAM, E.; ORTÍ, G. Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (*Prochilodus*: Characiformes) in major South American rivers. *Molecular Ecology*, v. 10, p. 407–417. 2001.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3rd edition. W. H. Freeman and Co.: New York. 1999. 887p.

SURES, B. environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology*, v. 20, n. 4, p. 170-177, 2004.

SVERLIJ, S. B.; ROS, A. E.; ORTI, G. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sabalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). *FAO Sinopsis sobre la Pesca*, 154: 64. 1993.

SZIDAT, L. Tremátodos nuevos de peces de agua dulce de la República Argentina e intento para aclarar su carácter marino. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigacion de las Ciencias Naturales (Zoología)*, v. 3, n. 1, p. 1-85, 1954.

SZIDAT, L. Sobre una nueva especie del género *Saccocoelioides* Szidat 1954 de *Astyanax bipunctatus*, *Saccocoelioides bacilliformis* sp. nov., del Río Reconquista, Provincia de Buenos Aires. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigacion de las Ciencias Naturales, Parasitología*, v. 1, p. 97-100, 1973.

SZIDAT, L.; NANI, A. Neue Arten der Trematoden-Familie Aporocotylidae aus dem Blut und der Leibeshöhle von Süßwasserfischen des Rio de la Plata. *Z. Parasitenkunde*, v. 15, p. 70 - 86, 1951.

TAJDARI, J.; MATOS, E.; MENDONÇA, I.; AZEVEDO, C. Ultrastructural morphology of *Myxobolus testicularis* sp. nov., parasite of the testis of *Hemiodopsis microlepis* (Teleostei: Hemiodontidae) from the NE of Brazil. *Acta Protozoologica*, v. 44, n. 4, p. 377-384, 2005.

TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. A.; PAVANELLI, G. C. A New Species of *Kritskyia* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) Parasite of Urinary Bladder of *Prochilodus lineatus* (Prochilodontidae, Characiformes) from the Floodplain of the High Paraná River, Brazil *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 97, n. 3, p. 313-315, 2002.

TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G.C.; BONA, F. 1994. Ocorrência de larvas de *Valipora* sp. (Cestoda: Cyclophyllidae) em *Prochilodus scrofa*, "curimba", peixe de escama do rio Paraná, região de Porto Rico, PR, Brasil, p.170. In: **VIII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**, Piracicaba, p. 170

TANTALEÓN, M.; SANCHES, L.; GÓMES, L.; HUIZA, A. Acantocéfalos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, v. 12, n. 1, p. 83-92, 2005.

- THATCHER, V. E. **Amazon fish Parasites**. 2nd. ed. Moscow: Pensoft, 2006. 508p.
- THATCHER, V. *Neoechinorhynchus pterodoridis* n. sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) do bacu liso (*Pterodoras granulosus*) da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, v. 11. n. 3, p. 445-448, 1981.
- THATCHER, V. E. Quatro novas espécies de Haploporidae (Trematoda: Digenea) de peixes de água doce de Colômbia com uma revisão do gênero *Saccocoelioides* Szidat, 1954. *Acta Amazonica*, v. 8, p. 477-484, 1978.
- 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. 1984.
- THATCHER, V. E.; DOSSMAN, M. D. *Lecithobotrioides mediacanoensis* n. g., n. sp. (Trematoda: Haploporidae) from a freshwater fish (*Prochilodus reticulatus*) in Colombia. *Transactions of the American Microscopical Society*, v. 93, n. 2, p. 261 – 264, 1974.
- THATCHER, V. E.; DOSSMAN, D. M. *Unicoelium prochilodorum* gen. et sp. n. (Trematoda: Haploporidae) from a freshwater fish (*Prochilodus reticulatus*) in Colombia. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, v. 42, p. 28-30, 1975.
- THATCHER, V. E.; PADILHA, T. N. *Spinitectus jamundensis* sp.n. (Nematoda, Spiruroidea) from a colombian freshwater fish, *Prochilodus reticulatus* Steind. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 37, p. 799-801. 1977.
- THATCHER, V. E.; SANTOS, M.; D.; BRASIL-SATO, M. C. *Gamidactylus piranhus* sp. nov. (Copepoda, Vaigamidae) from the nasal fossae of serrasalmid fishes from the Três Marias Reservoir, Upper São Francisco River, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Parasitologica*, v. 53, n. 3, p. 284-288, 2008.
- THE WORLD OF COPEPODA 2002. Available at <http://www.nmnh.si.edu/iz/copepod> acessado em nov 2010.
- THOMAS, J. D. The ecology of fish parasites with particular reference to helminth parasites and their salmonid fish hosts in Welsh rivers: A review of some of the central questions. *Advances in Parasitology*, v. 52, n. 2, p. 1-154, 2002.
- TIMI, J. T.; POULIN, R. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? *International Journal for Parasitology*, n. 33, p. 1353-1362, 2003.
- TORRES, P.; SOTO, M. S. *Hysterothylacium winteri* sp. n. (Nematoda: Anisakidae), a parasite of Chilean rock cod, *Eleginops maclovinus* (Perciformes: Eleginopidae), from South Chile. *Folia Parasitológica*, v. 51, n. 1, p. 55-60, 2004.
- TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C. Fauna helminthologica dos peixes de água doce do Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 1, p. 5 - 67, 1928.
- TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. Trematodeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, n. 67, p. 1-886, 1969.

VARELLA, A. M. B. *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, 1994.

VARELLA, A. M. B.; MALTA, J. C. O. *Gamidactylus hoplii* sp. n. (Copepoda: Poecilostomatoida: Vaigamidae) das fossas nasais de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), coletados no estado de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 25, p. 281–288, 1995.

VIANNA, R. T.; BOEGER, W. A.; DOVE, A. D. M. Neotropical Monogenoidea. 51. *Scutalatus magniancoratus* gen. et sp. n. (Gyrodactylidae) from the South American electric eel, *Electrophorus electricus* (Gymnotidae, Gymnotiformes), and redescription of *Mormyrogyrodactylus gemini* from the African bulldog, *Marcusenius macrolepidotus* (Mormyridae, Osteoglossiformes). *Acta Zoologica*, v. 88, n. 2, p. 89–94, 2007.

VIANNA, R. T.; BOEGER, W. A.; SOUZA-SILVA, A. T. Neotropical Monogenoidea. 52. *Diechodactylus joaberi* n. g., n. sp. from the banded knifefish *Gymnotus carapo* (Gymnotiformes: Gymnotidae) in southeastern Brazil. *Systematic Parasitology*, v. 69, n. 1, p. 45–50, 2008.

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, n. 1, p. 1–75, 1985.

VIDAL-MARTINEZ, V. M., POULIN, R. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitology*, v. 127, p. 387–398, 2003.

VIDAL-MARTÍNEZ, V. M.; AGUIRRE-MACEDO, M. L.; SCHOLZ, T.; GONZÁLEZ-SOLÍS, D.; MENDOZA-FRANCO, E.F. **Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico**. Academia, Praha, 2001, 165p.

WELCOMME, R. L. **Fisheries Ecology of Floodplain Rivers**. Longman, Inc, New York. 1979. 317p.

WILLIAMS, H.; JONES, A. **Parasitic worms of fishes**. Bristol, Taylor & Francis Inc. 1994, 593p.

WILLIAMS, H.; MACKENZIE, K.; MACCARTHY, A. M. Parasites as biological indicators of the population biology, migration, diet and phylogenetics of fishes. *Reviews of Fish Biology*, v. 2, p. 144–176, 1992.

WISNIEWSKI, W. L. Characterization of the parasitofauna of a eutrophic lake. *Acta Parasitologica Polonica*, v. 6, p. 1–64, 1958.

WINEMILLER, K. O. Dynamic diversity: Fish communities of tropical rivers. p. 99–134, In: M. L. Cody and J. A. Smallwood (Eds.), *Long-term Studies of Vertebrate Communities*. Academic Press, San Diego, 597p. 1996.

**World Conservation Monitoring Centre (WCMC)**. (ed. Groombridge, B.). 1992. **Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources**. London, UK: Chapman & Hall.

YAMADA, F. H.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Relação entre fator de condição relativa (Kn) e a abundância de ectoparasitos de brânquias, em duas espécies de ciclídeos da bacia do rio Paraná, Brasil. . *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, v. 30, n. 2, p. 213-217, 2008.

YAMAGUTI, S. **A synoptical review of life histories of digenetic trematodes of vertebrates with reference to the morphology of their larval forms.** Tokyo: Keigaku Publishing Co., 1975. 590p + 219 plates.

YAMAGUTI, S. **Synopsis of the digenetic Trematodes of Vertebrates I.** Tokyo: Keigaku Publishing Co., 1971. 1074p. + 349 plates.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum, Vol. 1. Digenetic Trematodes of Vertebrates.** Interscience Publishers, Inc., New York, 1958, 1575 p.

ZAR, J. H. **Bioestatistical Analysis.** 3th. ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1984. 659p.  
CORRIGIR DADOS

ZUBEN, C. J V. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Revista de Saúde Pública*, v. 31, n. 5, p. 523-530, 1997.

## **Anexos**

(Artigos publicados durante o período de doutoramento)

## **Anexo I**

## Ecological parameters of the endohelminths in relation to size and sex of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Minas Gerais, Brazil

Cassandra M. Monteiro<sup>1</sup>; Michelle D. Santos<sup>1</sup>; Nágila A. Zuchi<sup>1</sup> & Marilia C. Brasil-Sato<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 7, Caixa Postal 74539, 23851-970 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Corresponding author. E-mail: mcbsato@ufrj.br

**ABSTRACT.** This research aimed to investigate the ecological indexes of the helminths of the digestive system and coelom of *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829. A total of 150 specimens (53 males and 97 females) taken from the upper reaches of the São Francisco River in the municipality of Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil, were examined. The specimens were collected in July, 2003 and January, 2004. Ninety-eight fish (65.3%) were infected by at least one species of helminth. Five helminth species were found: one digenean, *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954; two Eucestoda, *Valipora* sp., and one undetermined metacestode; one nematode, *Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928; and one acanthocephalan, *Neoechinorhynchus prochilodorum* Nickol & Thatcher, 1971. The sex of the host did not influence parasite indexes. The total length of the hosts influenced the abundance of *S. nanii* ( $r_s = -0.21$ ,  $p = 0.01$ ) and the prevalence of the metacestode ( $r = -0.91$ ,  $p = 0.01$ ). *Saccocoelioides nanii* was the dominant species in the parasite fauna of *P. argenteus*. *Saccocoelioides nanii*, *Valipora* sp., *S. asperus* and *N. prochilodorum* are reported here for the first time in *P. argenteus* and their known distribution is expanded to the São Francisco River.

**KEY WORDS.** Helminths; *Neoechinorhynchus*; *Saccocoelioides*; *Spinitectus*; *Valipora*.

*Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829, popularly known as “curimatá-pacu” and *Prochilodus costatus* Valenciennes, 1850, known as “curimatá-pioa”, are the only species of *Prochilodus* Agassiz, 1829 found in the São Francisco River and are both endemic to this basin. The curimatá-pacu, a detritivorous species (ALVIM & PERET 2004), is the largest of the family, reaching up to 15 kg and is of great economic importance in the region of the Três Marias Reservoir, State of Minas Gerais, Brazil, accounting for roughly 50% of the total fish catch (SATO *et al.* 1996). It is a long-distance migratory fish and reproduces between November and January (SATO *et al.* 2005).

There are reports of various species of helminths in Prochilodontidae. In *P. argenteus* metacercariae of *Austrodiplostomum* sp. were found by BRASIL-SATO (2003). The following helminths were reported in *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837): the digeneans *Sanguinicola argentinensis* Szidat, 1951, *Saccocoelioides elongatus* Szidat, 1954, *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954 and *Saccocoelioides* sp. according to TRAVASSOS *et al.* (1969), KOHN (1985) and FERNANDES & KOHN (1994); the nematodes *Spinitectus asperus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (senior synonym of *S. jamundensis* Thatcher & Padilha, 1977) by TRAVASSOS *et al.* (1928), RAMALLO *et al.* (2000), larval forms of the nematodes *Procamallanus* sp. according to KOHN *et al.* (1985) and *Contracaecum* sp. following MORAVEC *et al.* (1993); and the acanthocephalans *Neoechinorhynchus variabilis* (Diesing, 1851) (see

TRAVASSOS *et al.* 1928) and *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (see KOHN *et al.* 1985, MARTINS *et al.* 2000). LIZAMA *et al.* (2005) recorded the following endohelminths from *P. lineatus*: *Megacoelium* sp., *Colocladorchis* sp., *Lecithobotrioides* sp. (junior synonym of *Saccocoelioides* Szidat, 1954), *Saccocoelioides magnorchis* Thatcher, 1978, *S. nanii*, *S. saccodontis* Thatcher, 1976 (senior synonym of *Saccocoelioides leporinodus* Thatcher, 1978), *Saccocoelioides* sp., *Unicoelium prochilodorum* Thatcher & Dossman, 1975, and two indeterminate digeneans, plerocercoids of Proteocephalidea and *Valipora campylancristota* (Wedl, 1855), the nematode *Raphidascaris* sp., and juvenile acanthocephalans of *N. curemai* and *Quadrigyus* sp. In *Prochilodus reticulatus* Valenciennes, 1850 the digeneans *Lecithobotrioides medicanoensis* Thatcher & Dossman, 1974 (junior synonym of *S. elongatus*) and *U. prochilodorum*, and the nematode *S. jamundensis* (junior synonym of *S. asperus*) were described. In *Prochilodus nigricans* Spix & Agassiz, 1829, an undetermined acanthocephalan species, *Neoechinorhynchus* sp. (see TANTALEÓN *et al.* 2005) was recorded.

This study introduces the helminths found in the digestive system of *P. argenteus*, one of the most important commercial fish in the upper São Francisco River (SATO *et al.* 2005), and evaluates the possible influence of the sex and total length of the fish on their parasite indexes. Additionally, the covariation between the helminth species and the dominant species of in the helminth community are presented.

## MATERIAL AND METHODS

A total of 150 specimens of *P. argenteus* were collected in July, 2003 and January, 2004 from the Upper São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, by fishermen from the Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (EPT/CODEVASF). Fifty-three specimens were males varying from 24.8 to 40.2 cm total length ( $28.73 \pm 4.37$ ), and 97 specimens were females with total length varying from 23.3 to 40.8 cm ( $29.9 \pm 7.7$ ).

The host was identified following BRITSKI *et al.* (1988) and the valid name of each host species follows CASTRO & VARI (2003). Author's name, valid scientific names and in some cases the citations for the respective synonyms follow the www.fishbase.org (FROESE & PAULY 2009).

The organs of the digestive system and the coelom of each fish were separated and examined for parasites. The Endohelminths collected were fixed and processed following AMATO *et al.* (1991) and EIRAS *et al.* (2000).

Digeneans were identified according to TRAVASSOS *et al.* (1969) and classified following JONES (2005) and OVERSTREET & CURRAN (2005), and eucestodes were identified to genus according to BONA (1994), following the classification cited by SPASSKY (1995). Metacestodes were found encysted in large numbers along the viscera, and it was not possible to count them. Nematodes were identified and classified according to TRAVASSOS *et al.* (1928) and MORAVEC (1998), respectively, and acanthocephalans were identified following NICKOL & THATCHER (1971) and classified according to AMIN (1987). Ecological terms, prevalence, mean intensity, mean abundance and site of infection follows BUSH *et al.* (1997).

The ecological analyses included only helminths with prevalence higher than 10%, in accordance with BUSH *et al.* (1990). The Student's t-test (t) was used to compare total host length between males and females. Spearman's rank correlation coefficient ( $r_s$ ) was used to calculate possible correlations between

total host length and parasitic intensity and abundance. Pearson's coefficient correlation (r) was used to indicate the relationship between total host length and prevalence of helminths, with

arcsene transformation of data ( $\text{arc sen } \sqrt{x}$ ). The Chi-square test ( $\chi^2$ ) with Yate's correction and 2x2 contingency table was used to evaluate the prevalence of the parasites in relation to host sex. The Mann-Whitney test (U) was used to evaluate the parasitic intensity and abundance in relation to host sex. The possible covariation among the prevalence and abundance of parasite species was analyzed using Chi-square ( $\chi^2$ ) test and Spearman's rank correlation coefficient ( $r_s$ ), respectively.

The statistical analysis followed ZAR (1996) and the statistical significance was  $p \leq 0.05$ . The dominance frequency, the frequency of shared dominance and the relative dominance of each parasite species were calculated according to ROHDE *et al.* (1995). Voucher specimens of *P. argenteus* were deposited in the Museum of Zoologia of the Universidade de São Paulo (USP), State of São Paulo, Brazil (MZUSP 95167). Voucher specimens of helminths were deposited in the Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), State of Rio de Janeiro, Brazil (see respective deposit numbers below).

## RESULTS

A total of 3,464 specimens were found (3,235 adults and 229 larvae) belonging to five species of helminths: *S. nanii* (Digenea, Haploporoidea, Chalcinotrematinae), CHIOC 36917, 36918a, b; *Valipora* sp. (Eucestoda, Cyclophyllidae, Gryporhynchidae) CHIOC 36914a, b, c; an unidentified metacestode (Eucestoda) CHIOC 36913a, b, c (these specimens were not included in the total sum of larvae); *S. asperus* (Nematoda, Spirurida, Cystidicolidae), CHIOC 36915a, 35916a, b and *Neoechinorhynchus prochilodorum* Nickol & Thatcher, 1971 (Acanthocephala, Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae), CHIOC 36919, 36920, and their ecological parameters are presented in table I. All these helminth species are reported here for the first time in *P. argenteus*, thus

Table I. Helminths and their parameters of infection of *P. argenteus* from the Upper São Francisco River, Minas Gerais. (SD) Standard deviation.

Helminths	Prevalence (%)	Range	Mean intensity $\pm$ SD	Mean abundance $\pm$ SD	Site of infection
Digenea					
<i>Saccocoeilioides nanii</i>	64.0	1-177	$32.60 \pm 34.80$	$20.80 \pm 31.90$	Intestine
Eucestoda					
Metacestode	14.0	ND	ND	ND	Intestine serous
<i>Valipora</i> sp. (larvae)	2.00	1-4	$2.300 \pm 1.50$	$0.05 \pm 0.40$	Gall bladder
Nematoda					
<i>Spinitectus asperus</i>	33.3	1-10	$2.40 \pm 2.30$	$0.80 \pm 1.80$	Stomach
Acanthocephala					
<i>Neoechinorhynchus prochilodorum</i>	4.70	1-2	$1.30 \pm 0.50$	$0.06 \pm 0.30$	Intestine

(ND) Not determined.

expanding their geographic distribution to the São Francisco River. Of the total of 150 fish examined, 98 (65.3%) were parasitized, 63 (42.0%) of them with only one species of parasite, 24 (16.0%) with two, six (4.0%) with three, and five (3.3%) with four species. The total length of the female fish was significantly higher than that of the corresponding male ( $t = 2.02$ ;  $p = 0.044$ ).

*Saccocoelioides nanii* was the dominant species in the parasite community of *P. argenteus*, followed by *S. asperus* and the metacestodes (Tab. II). The parasitic parameters were not influenced by the sex of the host (Tab. III). *Saccocoelioides nanii* was significantly more abundant in smaller hosts ( $r_s = -0.21$ ,  $p = 0.01$ ). It was true for prevalence of the metacestodes found in the intestine ( $r = -0.91$ ,  $p = 0.001$ ) (Tab. IV). There was covariation in the prevalence ( $\chi^2 = 11.103$ ,  $p = 0.0009$ ) and abundance ( $r_s = 0.30$ ,  $p < 0.0001$ ) between *S. nanii* and *S. asperus*.

## DISCUSSION

According to the results of the present study, the helminth fauna of *P. argenteus* in the upper São Francisco River bears some similarity with that of *P. lineatus* from the Paraná River reported by LIZAMA *et al.* (2005). This resemblance is mostly due to shared species of *Saccocoelioides* Szidat, 1954, *Neoechinorhynchus*

Hamann, 1892 (adult specimens) and *Valipora* Linston, 1927 (larvae). Adult digeneans stood out quantitatively, with *S. nanii* being the dominant species in *P. argenteus*. The significant covariation of the *S. nanii* – *S. asperus* pair in *P. argenteus* from the São Francisco River found in this study and the observation of helminths in *Prochilodus* spp. (besides digeneans, cestode larvae, nematodes – especially *Spinitectus* spp., and acanthocephalans – *Neoechinorhynchus* spp.) in other watersheds (LIZAMA *et al.* 2005) indicate that the transmission of these parasites to their definitive hosts may be through close intermediate hosts or through hosts that are more abundant in their habitats.

The presence of larvae of *Valipora* sp. in *P. argenteus* from the São Francisco River and in *P. lineatus* from the Paraná River (LIZAMA *et al.* 2005) is consistent with the hypothesis that the Prochilodontidae act as intermediate hosts in the life cycle of bird helminths, especially Ciconiiformes and Ardeidae (BONA 1994), in Brazil. SCHOLZ *et al.* (2004) listed a wide spectrum of fish species used as hosts by these parasites, while stressing the absence of any definitive host records in various places where these metacestodes have been reported (e.g., South America). According to the authors, there are very few reports of larval pathogenesis in fish, but other studies will be necessary to clarify the subject.

Host total length as a reflection of age is an important factor in the variation of parasite infracommunities (DOGIEL 1961). In the present work, the abundance of *S. nanii* was higher in smaller (presumably younger) fish, a fact that may result from peculiarities of the fish immune system, or influenced by the feeding habits (smaller fish can use resources that are not accessible to adults) or the environments frequented by young fish, with higher concentration of metacercariae in vegeta-

Table II. Dominance analyses of helminths of *P. argenteus* from the Upper São Francisco River, Minas Gerais. (SD) Standard deviation.

Helminths	Frequency of dominance	Shared dominance	Mean relative dominance $\pm$ SD
<i>Saccocoelioides nanii</i>	95	2	0.62 $\pm$ 0.46
<i>Spinitectus asperus</i>	11	2	0.10 $\pm$ 0.26

Table III. Analysis of the influence of the sex of *P. argenteus* from the Upper São Francisco River, Minas Gerais, on the parasitic prevalence ( $\chi^2$ ), intensity (U) and abundance (U). ( $\chi^2$ ) Chi-square with Yate's correction, (U) Mann-Whitney test.

Helminths	Prevalence		Intensity		Abundance	
	$\chi^2$	p	U	p	U	p
<i>Saccocoelioides nanii</i>	0.02	0.88	983.00	0.58	2553.00	0.96
Metacestode	0.28	0.59	ND	ND	ND	ND
<i>Spinitectus asperus</i>	1.32	0.25	218.00	0.751	2326.50	0.251

\* Significant values, level of significance  $p < 0.05$ ; (ND) not determined.

Table IV. Analysis of the influence of total length of *P. argenteus* from the Upper São Francisco River, Minas Gerais, on the parasitic prevalence (r), intensity (rs) and abundance (rs). (r) Pearson correlation, (rs) Spearman's rank correlation coefficient.

Helminths	Prevalence		Intensity		Abundance	
	r	p	rs	p	rs	p
<i>Saccocoelioides nanii</i>	- 0.65	0.08	- 0.11	0.28	-0.21	0.01*
Metacestode	-0.91	0.001*	ND	ND	ND	ND
<i>Spinitectus asperus</i>	- 0.43	0.30	0.23	0.11	-0.02	0.77

\* Significant values, level of significance  $p < 0.05$ ; (ND) not determined.

tion. One or all of these factors together can be implicated in the higher abundance of *S. nanii* in smaller fishes. LIZAMA *et al.* (2005), however, did not find a correlation between the parasitic parameters and host length.

Another important biotic factor determining the parasite communities of some fish species is host sex (DOGIEL 1961). Even though sex was not found to affect parasite indexes in *P. argenteus*, a positive influence was reported for *P. lineatus* (LIZAMA *et al.* 2005). The lack of a correlation in our results may be explained by minimal behavioral and physiological differences between males and females of *P. argenteus*.

Among the helminths found, only *S. asperus*, which parasitizes the stomach of *P. argenteus*, is known to cause tissue lesions. RAMALLO *et al.* (2000) reported macro- and microscopic lesions caused by this nematode in the cardiac and pyloric stomach regions of *P. lineatus*. Macroscopic lesions caused by *S. asperus* were not observed in the present research. This study and some others on the parasitic fauna of endemic fishes from the Upper São Francisco River (BRASIL-SATO 2002, BRASIL-SATO & SANTOS 2003, 2005, SANTOS & BRASIL-SATO 2004, 2006) found that host sex did not influence parasite indexes. The relationship between standard lengths with parasitic indexes was reported to be variable, e.g.: a significant negative correlation between the prevalence of and a significant positive correlation between the intensity of *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato & Pavanelli, 1998 and the standard length of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 from the São Francisco River (BRASIL-SATO & PAVANELLI 1999); SANTOS & BRASIL-SATO (2004) found that the prevalence of *N. pimelodi* also showed a negative correlation with the length of *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874). For the other parasites of *F. marmoratus* and for those of *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) and *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840), no correlation was observed between the parasitic indexes and the total length of the hosts according to SANTOS & BRASIL-SATO (2006), BRASIL-SATO (2002) and BRASIL-SATO & SANTOS (2005), respectively.

The influence of sex and age on the metazoan parasites of *P. lineatus* was analyzed by LIZAMA *et al.* (2005). In this host, a positive correlation between host length and parasitic abundance was found only for *S. nanii* and *S. magnorchis*. In *P. argenteus* the abundance of *S. nanii* was negatively correlated with the total host length. In *P. argenteus* the sex of the hosts did not influence the parasitic indexes.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to Yoshimi Sato, leader of the Hydrobiology and Fish Culture Station of CODEVASF for the resources, to CEMIG/GT/CODEVASF for the working arrangement, to UFRRJ/IBAMA (MG) technical-scientific agreement co-operation for providing logistical and material support; to the anonymous reviewers for the corrections and suggestions presented to the manuscript; to Philip J. Scholl for English revision, and to Capes and CNPq for a graduate scholarship grant to the first and second authors, respectively.

## LITERATURE CITED

- ALVIM, M.C.C.; PERET, C.C. 2004. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the Upper São cisco River in Três Marias, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 64 (2): 195-202.
- AMATO, J.F.R.; W.A. BOEGER & S.B. AMATO. 1991. **Protocolos para laboratório – coleta e processamento de parasitos de pescado**. Rio de Janeiro, Imprensa Universitária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 81p.
- AMIN, O.M. 1987. Keys to the families and subfamilies of Acanthocephala with the erection of a new class (Polyacanthocephala) and a new order (Poliacanthorhynchida). **Journal of Parasitology** 73 (6): 1216-1219.
- BONA, F.V. 1994. Family Dilepididae, p. 443-554. In: L.F. KHALIL; A. JONES & R.A. BRAY (Eds). **Keys to the cestode parasites of vertebrates**. Wallingford, CAB International, 655p.
- BRASIL-SATO, M.C. 2002. Digenea of *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Osteichthyes, Characidae) of the São Francisco River Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 11 (2): 95-98.
- BRASIL-SATO, M.C. 2003. Parasitos de peixes da bacia do São Francisco, p. 149-165. In: H.P. GODINHO; A.L. PEREIRA (Eds). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte, PUC Minas, 458p.
- BRASIL-SATO, M.C. & G.C. PAVANELLI. 1999. Ecological and reproductive aspects of *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato and Pavanelli (Eoacanthocephala, Neoechinorhynchidae) of *Pimelodus maculatus* Lacépède (Siluroidei, Pimelodidae) of the São Francisco River, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 16 (1) 73-82.
- BRASIL-SATO, M.C. & M.D. SANTOS. 2003. Helminths of *Myleus micans* (Lütken, 1875) (Characiformes: Serrasalminae) do Rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 12 (2): 131-134.
- BRASIL-SATO, M.C. & M.D. SANTOS. 2005. Metazoan parasites of *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840), an endemic siluriform fish of the São Francisco Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 14 (2): 160-166.
- BRITSKI, H.A.; Y. SATO & A.B.S. ROSA 1988. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco)**. Brasília, CODEVASF, Câmara dos Deputados, 115p.
- BUSH, A.O.; J.M. AHO & C.R. KENNEDY. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. **Evolutionary Ecology** 4 (1): 1-20.
- BUSH, A.O.; J.M. LAFFERTY & A. SHOSTAK. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **Journal of Parasitology** 83 (1): 575-583.
- CASTRO, R.M.C. & R.P. VARI. 2003. Family Prochilodontidae, p. 65-70 In: R.E. REIS; S.O. KULLANDER; C.J. FERRARIS JR (Eds). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 742p.

- DOGIEL, V.A. 1961. Ecology of parasites of freshwater fishes, p. 1-47. In: V.A. DOGIEL; I.Y. PETRUSHEVSKI (Eds). **Parasitology of Fishes**. London, Oliver and Boyd, 47p.
- EIRAS, J.C., R.M. TAKEMOTO & G.C. PAVANELLI. 2000. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá, EDUEM, 121p.
- FERNANDES, B.M.M.; A. KOHN. 1994. On some trematodes parasites of fishes from Paraná River. **Brazilian Journal of Biology** 61 (3): 461-466.
- FROESE, R. & D. PAULY. Editors. 2009. FishBase. Available online at: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version [Accessed: 10/XI/2009].
- JONES, A. 2005. Superfamily Haploporoidea Nicoll, 1914, p. 127-165. In: A. JONES; R.A.L. BRAY; D.I. KOHN, A. 1985. On the species described by Szidat in 1954 in the genus *Saccocoeloides* (Digenea: Haploporidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 80 (4): 387-393.
- KOHN, A.; B.M.M. FERNANDES; B. MACEDO & B. ABRAMSON. 1985. Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 80 (3): 327-336.
- LIZAMA, M. DE LOS A.P.; R.M. TAKEMOTO & G.C. PAVANELLI. 2005. Influence of host sex and age on infracommunities of metazoan parasites of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Parasite** 12 (4): 299-304.
- MARTINS, M.L.; R.Y. FUJIMOTO; P.M. ANDRADE & M. TAVARES-DIAS. 2000. Recent studies on *Neoechinorhynchus curemai* Noronha, 1973 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae), in *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1836, from Volta Grande Reservoir, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 60 (3): 517-522.
- MORAVEC, F. 1998. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region**. Praha, Academy of Sciences of the Czech Republic, 464p.
- MORAVEC, F.; A. KOHN & B.M.M. FERNANDES. 1993. Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. **Folia Parasitologica** 40 (1): 115-134.
- NICKOL, B.B. & V.E. THATCHER. 1971. Two new acanthocephalans from Neotropical fishes: *Neoechinorhynchus prochilodorum* n.sp. and *Gorytocephalus plecostomorum* gen. et sp. nov. **Journal of Parasitology** 57 (3): 576-581.
- OVERSTREET, R.M. & S.S. CURRAN. 2005. Family Haploporidae Nicoll, 1914, p. 129-165. In: A. JONES; R.A.L. BRAY & D.I. GIBSON (Eds) **Keys to Trematoda**. Wallingford, CABI Publishing and The Natural History Museum, vol. 2, 745p.
- RAMALLO, G.; H. TERAN & E. TEISAIRE. 2000. Effects produced by *Spinitectus jamundensis* (Nematoda, Cystidicolidae) in the stomach of the shad, *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae). **Boletín Chileno de Parasitología** 55 (1-2): 36-38.
- ROHDE, K.; C. HAYWARD & M. HEAP. 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **International Journal for Parasitology** 25 (8): 945-970.
- SATO, Y.; E.L. CARDOSO; A.L. GODINHO & H.P. GODINHO. 1996. Hypophysation parameter of the fish *Prochilodus marggravii* obtained in routine hatchery station conditions. **Brazilian Journal of Biology** 56 (2): 59-64.
- SATO, Y.; N. BAZZOLI; E. RIZO; M.B. BOSCHI & M.O.T. MIRANDA. 2005. Influence of the Abaeté River on the reproductive success of the Neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream from the Três Marias dam, southeastern Brazil. **River Research and Applications** 21 (8): 939-950.
- SANTOS, M.D. & M.C. BRASIL-SATO. 2004. Parasitos metazoários de *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874), "serrudo" (Siluriformes, Doradidae) do Rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 13 (1): 18-22.
- SANTOS, M.D. & M.C. BRASIL-SATO. 2006. Parasitic community of *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Siluriformes, Doradidae) from the upper São Francisco River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 66 (3): 931-938.
- SCHOLZ, T.; R.A. BRAY; R. KUCHTA & R. REPOVÁ. 2004. Larvae of gryporhynchid cestodes (Cyclophyllidae) from fish: a review. **Folia Parasitologica** 51 (2-3): 131-152.
- SPASSKY, A.A. 1995. Changes in the type symmetry in higher cestodes ontogeny. **Doklady Biologicheskii Nauk** 343: 571-573.
- TANTALEÓN, M.; L. SÁNCHEZ; L. GÓMEZ & A. HUIZA. 2005. Acanthocéfalos del Perú. **Revista Peruana de Biología** 12 (1): 83-92.
- TRAVASSOS, L.; P. ARTIGAS & C. PEREIRA. 1928. Fauna helminthologica dos peixes de água doce do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico** 1: 5-67.
- TRAVASSOS, L.; J.F.T. FREITAS & A. KOHN. 1969. Trematódeos do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 67: 1-886.
- ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, Prentice Hall, Inc., 662p.

Submitted: 16.XII.2008; Accepted: 08.XII.2009.

Editorial responsibility: Marcus Vinicius Domingues

## **Anexo II**

## Neotropical Monogenoidea. 56. New species of *Anacanthorus* (Dactylogyridae) from the gills of matrinchã, *Brycon orthotaenia* (Characiformes: Characidae), in the Rio São Francisco, Brazil

Cassandra M. Monteiro<sup>1</sup>, Delane C. Kritsky<sup>2</sup> and Marilia C. Brasil-Sato<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 23890-000, Brazil;

<sup>2</sup>Department of Health and Nutrition Sciences, Campus Box 8090, Idaho State University, Pocatello, Idaho 83209, USA;

<sup>3</sup>Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Km 7, Br 465, CP 74539, Seropédica, Rio de Janeiro, 23851-970, Brazil

**Abstract:** *Anacanthorus franciscanus* sp. n. and *Anacanthorus brevicirrus* sp. n. (Dactylogyridae) are described from the gills of the matrinchã, *Brycon orthotaenia* Günther (Characidae), from the Rio São Francisco in Brazil. *Anacanthorus franciscanus* most closely resembles *Anacanthorus elegans* and *A. kruidenieri* from the matrinchão, *Brycon melanopterus*, of the Amazon River Basin. It differs from these species in part by having the bulbous proximal end of the hook shank with two translucent regions. *Anacanthorus brevicirrus* resembles *A. franciscanus*, *A. kruidenieri* and *A. elegans* but is differentiated from these species by its short straight male copulatory organ and by having one translucent region in the bulbous base of the hook shank.

**Keywords:** Monogenoidea, Dactylogyridae, *Anacanthorus*, *Anacanthorus brevicirrus*, *Anacanthorus franciscanus*, *Brycon orthotaenia*, Rio São Francisco, Brazil

The present study is a continuation of ongoing surveys by personnel of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro documenting the diversity of parasites infecting the fishes of the Rio São Francisco Basin in Brazil (see Brasil-Sato 2003). In this paper, two new species of *Anacanthorus* Mizelle et Price, 1965 (Dactylogyridae) are described from the matrinchã, *Brycon orthotaenia* Günther, a commercially important characiform fish that is currently threatened with extinction in some reaches of the river basin (Lins et al. 1997, Sato 1999). The following species of Monogenoidea have previously been recorded from *Brycon* spp.: *Anacanthorus brevis* Mizelle et Kritsky, 1969, *Anacanthorus elegans* Kritsky, Thatcher et Kayton, 1979, *Anacanthorus kruidenieri* Kritsky, Thatcher et Kayton, 1979, *Anacanthorus spiralocirrus* Kritsky, Thatcher et Kayton, 1979, *Jainus amazonensis* Kritsky, Thatcher et Kayton, 1980 and *Tereancistrum kerri* Kritsky, Thatcher et Kayton, 1980 (all Dactylogyridae) from matrinchão, *Brycon melanopterus* (Cope) (Mizelle and Kritsky 1969, Kritsky et al. 1979, 1980); *Anacanthocotyle* sp. (Gyrodactylidae) from *Brycon americanus peruanus* (host not in FishBase) (Jara 1986); *Annulotrematoides bryconi* Cuglianna, Cordeiro et Luque, 2003 (Dactylogyridae) from matrinchã, *Brycon cephalus* (Günther) (Cuglianna et al. 2003); *Rhinoxenus anaclaudiae* Domingues et Boeger,

2005 (Dactylogyridae) from *Brycon* sp. (Domingues and Boeger 2005); and *Mazocraeoides* sp. (Mazocraeidae) from machaca, *Brycon quatemalensis* Regen (Fucuguchi-Suarez et al. 1988).

### MATERIALS AND METHODS

Specimens of matrinchã were collected from the upper Rio São Francisco near the municipality of Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil, by professional fisherman during July, 2009. Methods of collection and preparation of helminths for study were those of Monteiro et al. (2010). Measurements, all in micrometres (µm), are the greatest straight-line distances between extreme points (i.e., distances along curves are not included in the dimension) and are presented as the mean followed by the range and number (n) of specimens measured in parentheses; body length included that of the haptor. Type specimens were deposited in the United States National Parasite Collection, Beltsville, Maryland, USA (USNPC), the Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil (CHIOC), and the helminth collections of the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brazil (INPA) and of the Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic (IPCAS) as indicated in the respective descriptions. Voucher specimens of the host were deposited in the Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil (MZUSP 95166).

## RESULTS

*Anacanthorus franciscanus* sp. n. Figs. 1–4

**Description.** Body fusiform, 685 (581–828,  $n = 12$ ) long, with narrow cephalic region, broad peduncle, bilobed haptor; greatest body width 95 (78–135,  $n = 12$ ) at level of male copulatory organ (MCO). Two terminal, 2 bilateral cephalic lobes well developed; terminal lobes appearing as single lobe when extended. Head organs usually indistinct; cephalic glands not observed. Four eyespots; members of posterior pair slightly farther apart, larger than those of anterior pair; chromatic granules small, subspherical to ovate; few accessory granules scattered in cephalic region. Pharynx subspherical, 34 (29–44,  $n = 10$ ) wide; oesophagus elongate. Haptor 66 (51–107,  $n = 11$ ) long, 80 (50–105,  $n = 12$ ) wide; haptoral lobes well developed. Hooks similar in size and shape; each 34 (31–36,  $n = 13$ ) long, with proximal bulbous base containing 2 translucent regions, elongate slender shank, reduced thumb, evenly curved shaft and open point; filamentous hook (FH) loop about 1/4 shank length. Single pair of 4As, each 12 (10–14,  $n = 2$ ) long, with slight proximal expansion. Gonads tandem or slightly overlapping, intercaecal, lying in posterior half of trunk; testis ovate, 120 (98–152,  $n = 6$ ) long, 30 (20–45,  $n = 6$ ) wide; germarium pyriform, 62 (51–78,  $n = 7$ ) long, 32 (20–42,  $n = 6$ ) wide. Distal portion of uterus weakly sclerotized; vitellaria comprising 2 bilateral bands of follicles coextensive with oesophagus and intestine; bands confluent at oesophageal level and posterior to gonads; transverse vitelline duct immediately anterior to germarium; vagina absent. MCO 99 (93–107,  $n = 9$ ) long (from the base to recurve), a long tube lacking developed base, with recurve (reflex) at about 2/3 distance to distal flared tip. Accessory piece 45 (40–51,  $n = 9$ ) long, a membranous sheath covering about 1/2 proximal portion of MCO between the base and recurve. Seminal vesicle a simple elongate slight dilation of vas deferens; prostatic reservoir posterior to base of MCO on body midline.

**Type host and locality:** Matrinchã, *Brycon orthotaenia* Günther – Rio São Francisco near Três Marias, State of Minas Gerais, Brazil (18°12'32"S, 45°15'41"W); 19 July 2009.

**Site of infection:** Gills.

**Specimens studied:** Holotype, CHIOC 37330; 21 paratypes, CHIOC 37331a–e, 37332, INPA 524a–f, USNPC 102884, IPCAS M-507.

**Etymology:** The specific name refers to the Rio São Francisco from which the helminth was collected.

**Remarks.** The basic morphology of the MCO and haptoral hooks of *A. franciscanus* closely resembles that of *Anacanthorus elegans* and *Anacanthorus kruidenieri* from the matrinchão, *Brycon melanopterus*, occurring in the Amazon River drainage. *Anacanthorus franciscanus* is differentiated from the latter two species by the reflex

of the MCO occurring at about 2/3 the length from its base (reflex about 1/2 the distance in *A. elegans*; near the distal tip in *A. kruidenieri*) and by having two translucent regions in the bulbous base of the hook shank (bulbous base small and lacking translucence in *A. elegans*; base large with one translucent region in *A. kruidenieri*). *Anacanthorus franciscanus* differs further from *A. kruidenieri* by having a membranous accessory piece in the copulatory complex (accessory piece rod-shaped in *A. kruidenieri*) (see Kritsky et al. 1979).

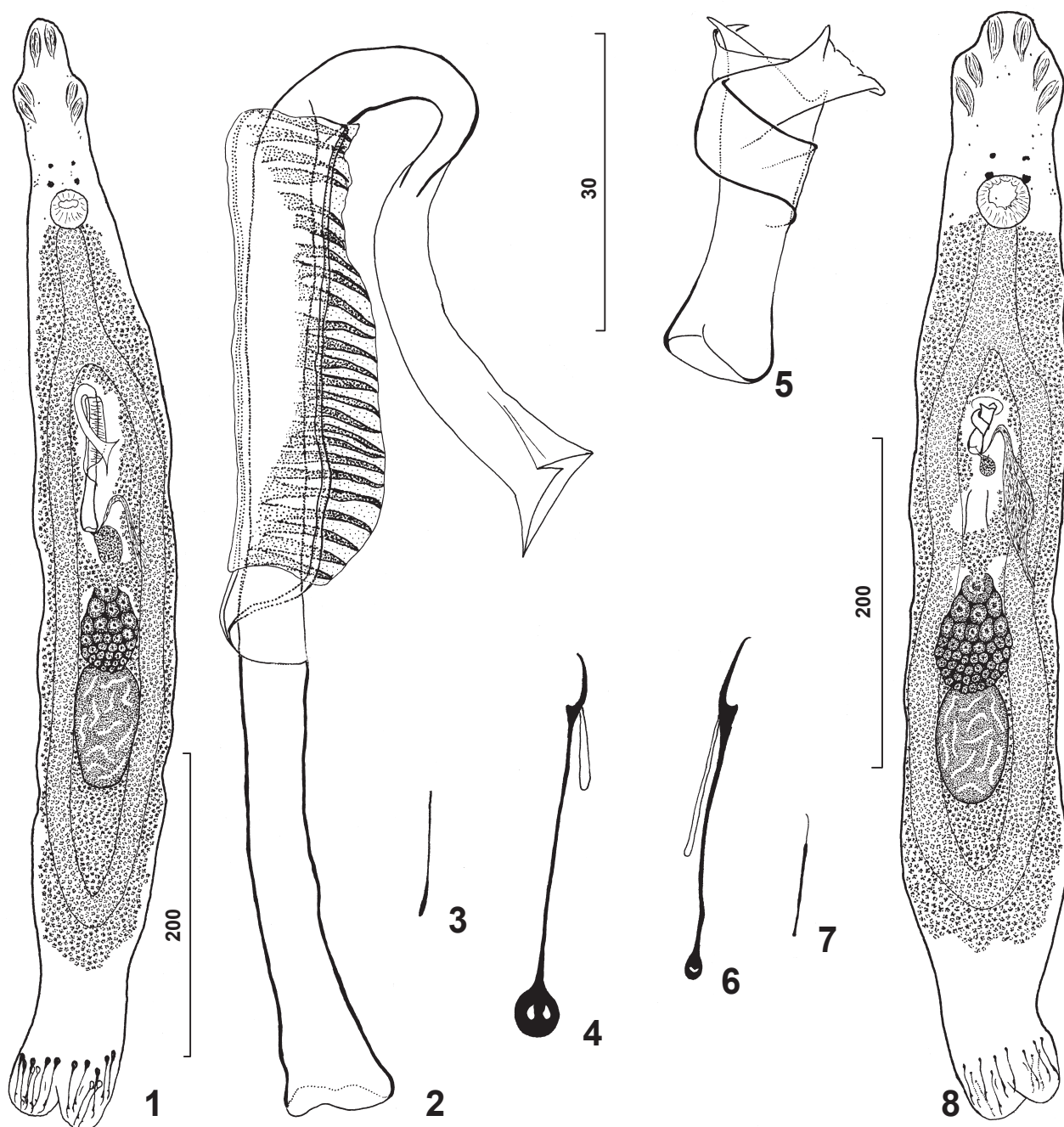
*Anacanthorus brevicirrus* sp. n. Figs. 5–8

**Description.** Body fusiform, 590 (476–659,  $n = 4$ ) long, with broad cephalic region, short tapered peduncle, bilobed haptor; greatest body width 79 (64–100,  $n = 4$ ) usually posterior to testis. Terminal, 2 bilateral cephalic lobes well developed; terminal lobe may appear double. Three pairs of head organs. Postpharyngeal cephalic glands indistinct, posterolateral to pharynx; prepharyngeal cephalic glands usually visible anterior to eyespots. Four eyespots; members of posterior pair usually slightly farther apart or equidistant, larger than those of anterior pair; chromatic granules small, subspherical to ovate; few accessory granules scattered in cephalic region. Pharynx subspherical, 28 (22–32,  $n = 3$ ) wide; oesophagus elongate. Haptor 45 (30–58,  $n = 4$ ) long, 64 (55–70,  $n = 4$ ) wide; haptoral lobes well developed. Hooks similar in size and shape; each 35 (31–37,  $n = 20$ ) long, with small proximal bulbous base containing translucent spot, elongate slender shank, reduced thumb, nearly straight shaft, open point; FH loop about 1/2 shank length. Single pair of 4As, each 10 (9–13,  $n = 6$ ) long. Gonads tandem or slightly overlapping, intercaecal, lying in posterior half of trunk; testis ovate, 57 (47–67,  $n = 2$ ) long, 27 (18–36,  $n = 2$ ) wide; germarium pyriform, 79 (58–118,  $n = 4$ ) long, 32 (24–48,  $n = 4$ ) wide. Distal portion of uterus weakly sclerotized (if at all); vitellaria comprising 2 bilateral bands of follicles coextensive with oesophagus and intestine; bands confluent at oesophageal level and posterior to testis; transverse vitelline duct anterior to germarium; vagina absent. MCO 36 (30–41,  $n = 10$ ) long, a short broad tube lacking developed base. Accessory piece 16 (11–22,  $n = 8$ ) long, a membranous tape-like structure partially encircling distal half of MCO. Seminal vesicle a simple elongate dilation of vas deferens; small prostatic reservoir posterior to base of MCO.

**Type host and locality:** Matrinchã, *Brycon orthotaenia* Günther – Rio São Francisco near Três Marias, State of Minas Gerais, Brazil (18°12'32"S, 45°15'41"W); 19 July 2009.

**Site of infection:** Gills.

**Specimens studied:** Holotype, CHIOC 37333a; 13 paratypes, CHIOC 37333b, c, 37334, INPA 523a–c, USNPC 102883, IPCAS M-508.



**Figs. 1–8.** *Anacanthorus* spp. from the matrinhã, *Brycon orthotaenia*, from the Rio São Francisco, Brazil. **Figs. 1–4.** *Anacanthorus franciscanus* sp. n. **Fig. 1.** Whole mount (ventral view, composite). **Fig. 2.** Copulatory complex (ventral view). **Fig. 3.** 4A. **Fig. 4.** Hook. **Figs. 5–8.** *Anacanthorus brevicirrus* sp. n. **Fig. 5.** Copulatory complex (ventral view). **Fig. 6.** Hook. **Fig. 7.** 4A. **Fig. 8.** Whole mount (ventral, composite). Figs. 1 and 8 are presented to the respective 200 µm scales; Figs. 2–7 are to the 30 µm scale.

**Etymology:** The specific name is from Latin [*brevi* = short, *cirrus* = a curl (of hair)] and refers to the MCO.

**Remarks.** Based on the comparative morphology of the hooks, *A. brevicirrus* apparently shares an evolutionary history with *A. elegans*, *A. franciscanus* and *A. kruidenieri*, all of which are parasites of species of *Brycon*.

*Anacanthorus brevicirrus* is easily differentiated from the latter three species by having a short straight MCO (MCO elongate, with recurve in latter three species). Among species of *Anacanthorus*, only *A. euryphallus* Kritsky, Boeger et Van Every, 1992 from *Triportheus* spp. (Characidae) possesses a MCO comprising a broad short tube

similar to that of *A. brevicirrus*. However, the accessory piece of *A. euryphallus* is a branched rod, while that of *A. brevicirrus* is membranous (see Kritsky et al. 1992).

## DISCUSSION

*Anacanthorus* currently includes 63 species from the gills of Neotropical characiform fishes (Thatcher 2006) and is primarily characterized by dactylogyrids lacking a vagina and haptor anchor/bar complexes (Kritsky et al. 1992). The genus was established by Mizelle and Price (1965) for three species from the gills of a red piranha, *Serrasalmus nattereri* Kner [now *Pygocentrus nattereri* Kner] (Serrasalminidae), held in the Steinhart Aquarium in San Francisco, California. Of the 42 valid species of *Brycon* (see Froese and Pauly 2009), only the matrinchão, *B. melanopterus* from the Amazon Basin, has been previously documented as a host for species of the genus (Mizelle and Kritsky 1969, Kritsky et al. 1979).

All previously described species of *Anacanthorus* are from fishes of the Amazon River Basin, except *Anacanthorus penilabiatu*s Boeger, Husak et Martins, 1995, which was originally described from *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg) (Serrasalminidae) cultivated in the State of São Paulo, Brazil (Boeger et al. 1995). *Anacanthorus penilabiatu*s has subsequently been reported from *P. mesopotamicus*, *Piaractus brachypomum* (Cuvier) and *Colossoma macropomum* (Cuvier) (all Serrasalminidae), maintained in fish ponds in the Brazilian states of Ceará and São Paulo (Pamplona-Basilio et al. 2001, among others). Cohen and Kohn (2009) also reported *A. penilabiatu*s on *P. mesopotamicus* from outside the Amazon Basin, but it is unclear from the presentation of the results of their study whether or not the helminth occurred in a natural habitat (Itaipu Hydroelectric Power Station Reservoir on the Paraná River). Finally, Santos (2008) and Albuquerque (2009) recorded unidentified species of *Anacanthorus* from the gills of *Pygocentrus piraya* (Cuvier) and *Serrasalmus brandtii* Lütken (both Serrasalminidae) and *Triportheus guentheri* (Garman) (Characidae) from the Rio São Francisco drainage, respectively. Thus, *A. franciscanus* and *A. brevicirrus* from the Rio São Francisco are the first identified and described members of the genus clearly recorded from a natural habitat outside of the Amazon Basin.

The Rio São Francisco drainage in Brazil shares diverse biological components with those of other river

systems in South America (Hubert and Renno 2006). For example, of eight dactylogyrid species occurring on the gills of the catfish, *Pimelodus maculatus* Lacépède, in the Rio São Francisco Basin, only two, *Demidospermus ichthyocercus* Monteiro, Kritsky et Brasil-Sato, 2010 and *Ameloblastella sato*i Monteiro, Kritsky et Brasil-Sato, 2010, are currently restricted to this river system (Monteiro et al. 2010); the remaining six dactylogyrid species on this host also occur in the Platina (Paraná) Drainage of Brazil and Argentina (Kritsky and Gutiérrez 1998, Cohen and Kohn 2008, Santos et al. 2007). The biogeographical explanation for the distributions of these dactylogyrids is in part confounded because of natural and artificial watershed transpositions that have occurred between the Rio São Francisco and the Platina basins (Filho and Buckup 2005) which might have allowed parasite dispersal between the two river systems. Thus, both vicariance and dispersal are likely required to explain extant distributions of these parasites.

The present study suggests that a vicariance/coevolutionary model might be responsible for *A. franciscanus* and *A. brevicirrus* on *B. orthotaenia* in the Rio São Francisco. These parasite species are morphologically similar to *A. kruidenieri*, *A. brevis* and *A. elegans* from *B. melanopterus* from the Amazon River, suggesting that a common ancestor existed for the five dactylogyrid species. Supporting this are the morphological characteristics of the haptor hooks (straight open point and shaft and presence of translucent regions in the base of the shaft) and copulatory complex (broad tubular MCO and presence of a membranous accessory piece in four of the five species) and the apparent restricted distributions of the respective hosts and their *Anacanthorus* spp. in the two river systems. In addition, the morphological features of the species of *Anacanthorus* from *Brycon* spp. are not shared with any other members of *Anacanthorus* from unrelated hosts and may represent derived synapomorphic characters that might signal the presence of a monophyletic lineage within the genus (see Kritsky et al. 1992).

**Acknowledgements.** Dr. Yoshimi Sato, leader of the EPT/CODEVASF, Três Marias, Minas Gerais, CEMIG-GT/CODEVASF and UFRRJ/IBAMA, Minas Gerais, is gratefully acknowledged for providing logistical and material support during collections of hosts. CMM was supported by a student fellowship from CAPES (Bex 0750-09-3).

## REFERENCES

- ALBUQUERQUE M.C. 2009: Taxonomia e aspectos ecológicos da fauna parasitária de *Triportheus guentheri* (Garson, 1890) e *Tetragomopterus chalcus* Spix and Agassiz, 1829 do Reservatório de Três Marias, alto do Rio São Francisco, MG, Brasil. Tese de Mestrado, Instituto de Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil, 126 pp.
- BOEGER W.A., HUSAK W.S., MARTINS M.L. 1995: Neotropical Monogenoidea. 25. *Anacanthorus penilabiatu*s sp. n. (Dactylogyridae, Anacanthorinae) from *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes, Serrasalminidae), cultivated in the State of São Paulo, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 90: 699–701.
- BRASIL-SATO M.C. 2003: Parasitos de peixes da bacia do São Francisco. In: H.P. Godinho and A.L. Godinho (Eds.), Águas,

- Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais. PUC Minas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, pp. 149–165.
- COHEN S.C., KOHN A. 2008: New data on species of *Demidospermus* (Dactylogyridae: Monogenea) parasitizing fishes from the reservoir of the Itaipu Hydroelectric Power Station, Paraná State, Brazil, with new synonymies. *Rev. Brasil. Parasitol. Vet.* 17: 167–170.
- COHEN S.C., KOHN A. 2009: On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid fishes from Brazil. *Check List* 5: 351–356.
- CUGLIANNA A.M., CORDEIRO N.S., LUQUE J.L. 2003: *Annulotrematoides bryconi* sp. n. (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Brycon cephalus* (Osteichthyes: Characidae) from Brazil. *Folia Parasitol.* 50: 272–274.
- DOMINGUES M., BOEGER W. 2005: Phylogeny and coevolution of species of *Rhinoxenus* (Platyhelminthes, Monogeneoidea, Dactylogyridae) and their Characiformes hosts (Teleostei, Ostariophysi) with description of four new species. *Zoosystema* 27: 441–467.
- FILHO O.M., BUCKUP P.A. 2005: A poorly known case of watershed transposition between the São Francisco and upper Paraná river basins. *Neotrop. Ichthyol.* 3: 449–452.
- FROESE R., PAULY D. (Eds.) 2009: FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (06/2009).
- FUCUGAUCHI-SUAREZ M.G.R., GARCÍA-MAGANA L., BRITO-ARJONA B. 1988: Análisis previo de la parasitofauna de peces de la Laguna Del Rosario, Huimanguillo, Tabasco. *Divulgación Científica*, Diciembre, pp. 319–335.
- HUBERT N., RENNO J.-F. 2006: Historical biogeography of South American freshwater fishes. *J. Biogeogr.* 33: 1414–1436.
- JARA C.A. 1986: Finding of *Gyrodactylus* sp. and *Anacanthocotyle* sp. (Monogenea, Gyrodactylidae) in fishes from the Moche River Trujillo, Peru. *Hidrobios* 10: 8–13.
- KRITSKY D.C., BOEGER W.A., VAN EVERY L.R. 1992: Neotropical Monogeneoidea. 17. *Anacanthorus* Mizelle and Price, 1965 (Dactylogyridae, Anacanthorinae) from characid fishes of the central Amazon. *J. Helminthol. Soc. Wash.* 59: 25–51.
- KRITSKY D.C., GUTIÉRREZ P.A. 1998: Neotropical Monogeneoidea. 34. Species of *Demidospermus* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) from the gills of pimelodids (Teleostei, Siluriformes) in Argentina. *J. Helminthol. Soc. Wash.* 65: 147–159.
- KRITSKY D.C., THATCHER V.E., KAYTON R.J. 1979: Neotropical Monogeneoidea. 2. The Anacanthorinae Price, 1967, with the proposal of four new species of *Anacanthorus* Mizelle and Price, 1965, from Amazon fishes. *Acta Amazon.* 9: 355–361.
- KRITSKY D.C., THATCHER V.E., KAYTON R.J. 1980: Neotropical Monogeneoidea. 3. Five new species from South America with the proposal of *Tereancistrum* gen. n. and *Trinibaculum* gen. n. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Acta Amazon.* 10: 411–417.
- LINS L.V., MACHADO A.B.M., COSTA C.M.R., HERMANN G. 1997: Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: **contendo a lista oficial de fauna ameaçada de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 55 pp.
- MIZELLE J.D., KRITSKY D.C. 1969: Studies on monogenetic trematodes. XL. New species from marine and freshwater fishes. *Am. Midl. Nat.* 82: 417–428.
- MIZELLE J.D., PRICE C.E. 1965: Studies on monogenetic trematodes XXVIII. Gill parasites of the piranha with the proposal of *Anacanthorus* gen. n. *J. Parasitol.* 51: 30–36.
- MONTEIRO C.M., KRITSKY D.C., BRASIL-SATO M.C. 2010: Neotropical Monogeneoidea. 55. Dactylogyrids parasitising the pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède (Actinopterygii: Pimelodidae) from the Rio São Francisco, Brazil. *Syst. Parasitol.* 76: 179–190.
- PAMPLONA-BASILIO M.C., KOHN A., FEITOSA V.A. 2001: New host records and description of the egg of *Anacanthorus penilabialis* (Monogenea, Dactylogyridae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 96: 667–668.
- SANTOS M.D. 2008: Comunidades parasitárias de três espécies de peixes carnívoros do Reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, Minas Gerais. Tese de Doutorado, Instituto de Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil, 186 pp.
- SANTOS M.D., LEMOS-PITA S.R.L.C., BRASIL-SATO M.C. 2007: Metazoan parasite fauna of *Pimelodus maculatus* La Cépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) from the Guandu river, Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Scient. Biol. Sci.* 29: 101–107.
- SATO Y. 1999: Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: indução e caracterização de padrões. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brazil, 179 pp.
- THATCHER V.E. 2006: Aquatic Biodiversity in Latin America. Vol. 1. Amazon Fish Parasites. 2nd ed. Pensoft, Sofia–Moscow, 508 pp.

Received 16 February 2010

Accepted 8 April 2010

## **Anexo III**

# ***Myxobolus franciscoi* sp. nov. (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae), a parasite of *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Brazil, with a revision of *Myxobolus* spp. from South America**

**Jorge C. Eiras<sup>1, 4</sup>; Cassandra M. Monteiro<sup>2</sup> & Marilia C. Brasil-Sato<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. Rua do Campo Alegre, Edifício FC4, 4169-007 Porto, Portugal. E-mail: jceiras@fc.up.pt

<sup>2</sup> Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 23890-000 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 7, Caixa Postal 74539, 23851-970 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>4</sup> Corresponding author.

---

**ABSTRACT.** *Myxobolus franciscoi* sp. nov. (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae) is described from the “curimatá-pacú” fish, *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829 (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the Upper São Francisco River, Brazil. This parasite forms whitish plasmodia (about 1 x 1 mm) that develop in the connective tissue of fins. The spores are more or less round in frontal view and ellipsoidal in lateral view, measuring 6.4 (6.0-6.9) µm in length, by 6.0 (5.8-6.4) µm in width and 3.2 µm in thickness. The polar capsules are very small, measuring about 2 µm in length by 1.5 µm in width and ending in a tapered anterior neck. The polar filament makes three turns in a plane at right angles with the longitudinal axis of the spore. Thorough comparisons with the remaining species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 described from South American fish, as well as with almost all species of *Myxobolus* described so far, are provided. This paper also includes a revision of *Myxobolus* species from South American fish hosts.

**KEY WORDS.** “Curimatá-pacu”; freshwater fish; taxonomy.

---

The Myxosporea are common parasites of marine and freshwater fish. The biology of this important group was recently revised by FEIST (2008). Several species are very important because they can infect economically important fish species and cause high mortality rates in farmed fish (FEIST 2008). *Myxobolus* Bütschli, 1882, the most common genus, is relatively small (30 nominal species described for South America) when contrasted with the overall freshwater fish diversity in this continent, with over 8,000 species representing ca 24% of all fish species (CELLERE *et al.* 2002). GIOIA & CORDEIRO (1996) provided a list of all myxosporeans infecting Brazilian fishes, and EIRAS *et al.* (2005a) included the South American species within a synopsis of the *Myxobolus* species.

Since then, several new Brazilian species have been described (ADRIANO *et al.* 2002, 2006, 2009a,b, TAJDARI *et al.* 2005, EIRAS *et al.* 2005b, 2007, CASAL *et al.* 2006, MARTINS & ONAKA 2006).

Fish are the main protein source of several local human populations in South America. This high demand for local fish has resulted in a need for extensive studies on the subject of native fish farming, as for example those that improve our

knowledge of the parasites that infect local fish populations. In this paper we describe *Myxobolus franciscoi* sp. nov., infecting *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829 (Actinopterygii, Prochilodontidae). Also known as “curimatá-pacu”, this species is native to the São Francisco River, being economically important as a fishery resource (SATO *et al.* 2003). Additionally, we present a list of the species of *Myxobolus* infecting South American freshwater hosts.

## **MATERIAL AND METHODS**

Forty specimens of *P. argenteus* were net-fished from the Upper São Francisco River in July, 2007, in the municipality of Três Marias, state of Minas Gerais, by fishermen of Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (EPT/CODEVASF). In the laboratory, specimens were necropsied and thoroughly inspected for the presence of parasites. Measurements were made from fresh spores (30 specimens) under Alphaphot-2, Nikon, according to LOM & ARTHUR (1989), and spores were observed under Nomarski differential interference-contrast. For

checking the presence of an iodophilous vacuole, a drop of Lugol solution was added to the spores. Infected fins were routinely processed for histology and stained with Haematoxylin and Eosin, and Masson's Trichrome. Syntypes of *Myxobolus franciscoi* sp. nov. were sent to deposit in the collection of the Museu de Zoologia of the Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), State of São Paulo, Brazil. Voucher specimens of *P. argenteus* were deposited in the collection of the Museu de Zoologia of the Universidade de São Paulo (MZUSP 95167). Scientific names and their authorship followed the database Fishbase (FROESE & PAULY 2009).

## TAXONOMY

### *Myxobolus franciscoi* sp. nov.

Figs 1-4

**Description.** This parasite forms whitish plasmodia in the connective tissue of fins. The plasmodia were more or less rectangular or slightly elongated, with rounded ends, measuring about 1 x 1 mm (Fig. 1). The plasmodia occurred singly or in small groups, and were clearly visible to the naked eye. Histologically, the plasmodia were located in the connective tissue, immediately under the dermis, and were surrounded by a dense  $\pm 5 \mu\text{m}$  thick layer of fibres from the host connective tissue. No membranous wall of parasitic origin was observed. Most of the central part of the plasmodium was occupied by fully mature spores, while in the periphery initial stages of development were observed (Fig. 2). These stages were composed by round, elliptical or slightly irregular cells, with a prominent nucleus, measuring about 8-10  $\mu\text{m}$  in diameter. The spores (Figs 3 and 4) were almost round in frontal view, and ellipsoidal in lateral view, very small in size, measuring 6.4 (6.0-6.9)  $\mu\text{m}$  in length by 6.0 (5.8-6.4)  $\mu\text{m}$  in width and 3.2  $\mu\text{m}$  in thickness. The spore length/width ratio varied between 1.03 and 1.06, and the spore length/polar capsule length ratio varied between 3.0 and 3.45. The spore walls were smooth, the valves symmetrical, and an iodophilous vacuole was not present. The polar capsules were very small and equal in size, not reaching the middle part of the spore, more or less rounded, measuring about 2  $\mu\text{m}$  in length by 1.5  $\mu\text{m}$  in width and ending in a tapered anterior neck. The polar filament formed three turns in a plane at right angles to the longitudinal axis of the spore.

In some specimens the gills were infected with an unidentified species of *Henneguya* Thélohan, 1892.

**Type Host:** *Prochilodus argenteus* Spix & Agassiz, 1829.

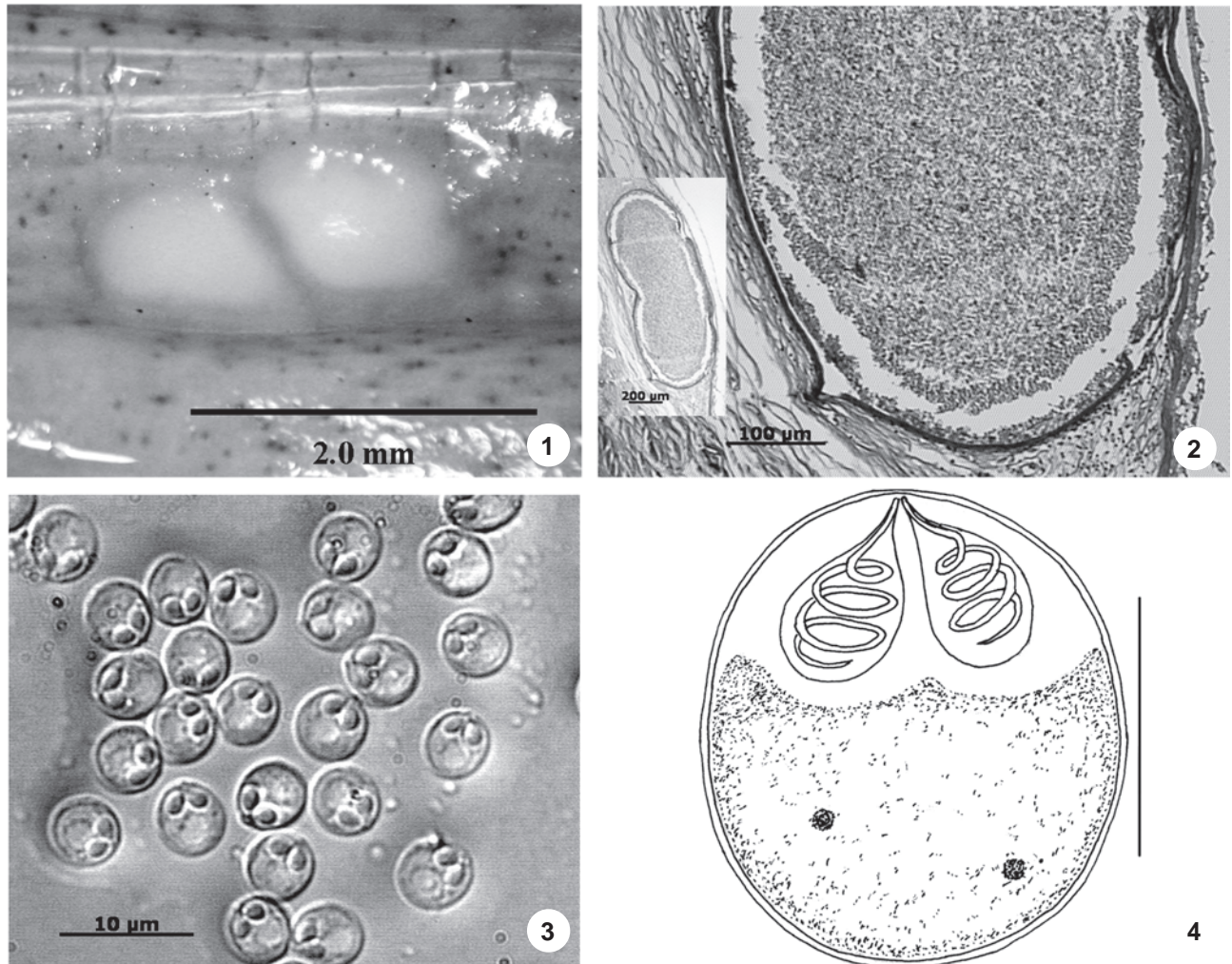
**Type Locality:** Brazil, State of Minas Gerais, municipality of Três Marias, Upper São Francisco River (18°12'59"S, 45°15'41"W).

**Etymology:** the specific name derives from the São Francisco River.

**Type specimens:** The syntypes were deposited in the Museu de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Prevalence: 4 of 40: 10%.

**Remarks.** The most striking feature of *M. franciscoi* in our sampling is the unusually small size of the spores. Our species is morphologically and morphometrically distinct from all other species of *Myxobolus* described parasitizing fish from South America (Tabs I and II), with two exceptions: *M. chondrophilus* Nemeček, 1926 and *M. porofilus* Adriano, Arana, Ceccarelli & Cordeiro, 2002. The dimensions of the spores are similar in *M. franciscoi* and *M. chondrophilus*, but specimens of the latter are thinner (4.5  $\mu\text{m}$  thick) and have bigger polar capsules (3  $\mu\text{m}$  in length). Also, the host of *M. chondrophilus* is a marine fish (*Sardinella anchovina* (sic) (= *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) and the parasites occur only in the gills (NEMEČEK 1926). These differences are sufficient to justify the separation of these two species. *Myxobolus porofilus*, infecting a host, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837), that is closely related to the host of *M. franciscoi*, has even smaller spores (5.7 by 4.8  $\mu\text{m}$ ) and smaller polar capsules than our species. Besides, unlike *M. franciscoi*, *M. porofilus* infects the visceral cavity of the host (ADRIANO *et al.* 2002). Therefore we cannot consider the two forms to be identical.

We also compared the present material with all the 744 nominal species of *Myxobolus* included in the synopsis by EIRAS *et al.* (2005a). The first conclusion to be drawn from this comparison is that our specimens can be compared with only a few species due to the small size of the spores. In fact, from the 744 species referred to in that contribution, five have similar spore dimensions: *Myxobolus artus* Akhmerov, 1960 described infecting the kidneys of *Carassius auratus gibelio* (= *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) from the Amur Basin (AKHMEROV 1960), *M. calcariferum* Basu & Haldar 2003 described from the gills of *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) from India (BASU & HALDAR 2003), *M. dermatobius* (Ishii, 1915) parasitizing the integument of *Anguilla japonica* Temminck & Schlegel, 1846 from Japan (ISHII 1915, LANDSBERG & LOM 1991), *M. minutus* Nemeček, 1911 located in the gills of *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758) and *L. cephalus* (= *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) from Germany (NEMEČEK 1911), and *M. saranai* Landsberg & Lom, 1991 occurring in the gills of *Barbus sarana* (= *Punctius sarana* (Hamilton, 1822) from India (TRIPATHI 1952, LANDSBERG & LOM 1991). In general, our specimens are very different from all of these species in several morphometrical and morphological features. *Myxobolus artus* has considerably wider spores (9  $\mu\text{m}$ ) and larger polar capsules (4 x 1.8-2  $\mu\text{m}$ ); *M. calcariferum* has slightly larger spores and considerably larger polar capsules (3.8-4.5 x 2.0-2.7  $\mu\text{m}$ ); *M. dermatobius* has clearly narrower smaller spores in width (4.2-4.9  $\mu\text{m}$ ) and larger polar capsules; *M. minutus* presents smaller spore width values (4.2-5  $\mu\text{m}$ ) and larger polar capsules. Finally, *M. saranai* has spores not so wide (4.5-5.0  $\mu\text{m}$ ) and larger polar capsules. Furthermore, these species infect different organs other than the fins, and their hosts are phylogenetically and geographically unrelated to *P. argenteus*. For these reasons our material cannot be definitely be identified with any of these previously described species.



Figures 1-4. *Myxobolus franciscoi* sp. nov. of *Prochilodus argenteus*: (1) plasmodia in the fin; (2) histological section of the plasmodium, parcial view; the centre of the plasmodium is filled with mature spores while at the periphery there are developmental stages. Insert: total view of the plasmodium. Masson's Trichrome; (3) spores; (4) schematic drawing of the spores in frontal view. Bar = 3 µm.

Therefore we believe that the present material represents an undescribed species and propose to name it *Myxobolus franciscoi* sp. nov., a name relating to the São Francisco River.

There are 30 nominal species of *Myxobolus* described for South American hosts. With the exception of two species, *Myxobolus magellanicus* Szidat, 1893 and *Myxobolus paranensis* Bonetto & Pignalberi, 1965, described from Argentinean hosts – *Galaxias maculatus* (Jennyns, 1842) and *Salminus maxillosus* (= *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) –, widespread in hosts distributed in other South American countries, all species were described from Brazilian fishes. While most species have freshwater hosts,, two species, – *M. chondrophilus* (NEMECZEK 1911) and *M. platanus* (EIRAS *et al.* 2007) – were described from the saltwater fishes *S. anchovina* (sic) and *Mugil platanus* (Günther, 1880), respectively.

A species misidentified as *Myxobolus cerebralis* Hofer, 1903 which is parasite of salmonids, was reported from *Mugil brasiliensis* (= *Mugil liza* Valenciennes, 1836) by MENDES (1980).

*Myxobolus inaequalis* Gurley, 1893 was described from the head integument of *Pimelodus clarias* (Bloch, 1782) from Guiana and Surinam. Only the length (11 µm) and width (7 µm) of the spores were initially described for this species, which has polar capsules of unequal size (GURLEY 1893). Later, spores of 5.2 µm in length by 3.3 µm in width were reported for this species, along with the hosts, *Piramatana blochi* (= *Corydoras blochi* Nijssen, 1971) and *Synodontis schall* (Bloch & Schneider, 1801) from the same locality (KUDO 1920). According to PINTO (1928) *P. blochi* referred as *Pimelodus clarias* (Bloch, 1782), while *S. schall* occurs only in the River Nile in Africa according to

Table I. Features (measurements in  $\mu\text{m}$ ) of the valid *Myxobolus* species described from South American fishes. (SL) Body spore length, (SW) body spore width, (ST) body spore thickness, (LPC) length of the polar capsules, (WPC) width of the polar capsules, (NC) number of coils of the polar filament.

Myxobolus species	SL	SW	ST	LPC	WPC	NC
<i>M. absonus</i>	15.7 $\pm$ 1.5	10.2 $\pm$ 0.7		6.4 $\pm$ 0.7 4.2 $\pm$ 0.6	3.6 $\pm$ 0.5 2.5 $\pm$ 0.5	5 3
<i>M. associatus</i>	15	10		7		
<i>M. braziliensis</i>	10.1 (9.4-10.9)	5.3 (4.7-5.9)	3.6 (3.2-4.0)	5.3 (5.0-5.4)	1.4 (1.4-1.4)	9-11
<i>M. chondrophilus</i>	6	4.5		3		
<i>M. cordeiroi</i>	10.8 $\pm$ 0.5-11.3 $\pm$ 0.3	7.1 $\pm$ 0.2-7.5 $\pm$ 0.3	5.2 $\pm$ 0.3-5.6 $\pm$ 0.1	5.2 $\pm$ 0.3-5.4 $\pm$ 0.2	1.4 $\pm$ 0.1-1.5 $\pm$ 0.3	5-6
<i>M. colossomatis</i> ***	11.8 (11.4-11.2)	6.9 (6.6-7.2)	3.7 (3.5-4.0)	6.0 (5.8-6.6)	2.1 (1.8-2.5)	7-8
<i>M. cunhai</i>	9-11	4-6				
<i>M. cuneus</i> **	10 $\pm$ 0.6	5.7 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 0.2	5.7 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 0.2	8-9
<i>M. desaequalis</i>	18.3 (17.6-19.1)	11.2 (10.6-11.9)	4.4 (4.0-5.0)	11.2 (10.7-11.9) 4.6 (4.1-4.8)	4.9 (4.5-5.2) 2.8 (2.5-3.1)	11-12 4-5
<i>M. galaxii</i>	13-15	8.8-10				
<i>M. inaequus</i>	19.8 (15.6-22)	8.6 (7.8-9.3)	8.0 (7.7-8.5)	11.8 (9.4-13) 4.8 (3.9-5.5)	3.6 (3.1-3.9)	
<i>M. insignis</i>	14.5 (14-15)	11.3 (11-12)	7.8 (7-8)	7.6 (7-8)	4.2 (3-5)	6
<i>M. kudoii</i>	8.5 - 8.9	6.5 - 7.3		3.5 - 4.2	1.3 - 2.0	
<i>M. lutzi</i>	10	7				
<i>M. maculatus</i>	21.0 (19.7-23.0)	8.9 (7.9-9.5)	7.5 (7.2-7.9)	12.7 (11.8-13.8)	3.2 (3.0-3.6)	14-15
<i>M. macropasmodialis</i>	11 (10.5-12)	8.5 (8-9)	5.2 (5-5.5)	4.5 (4-5)	2.8 (2-3)	6
<i>M. magellanicus</i>	10-13	8.1-8.8		3		
<i>M. metynnis</i>	13.1 (12.9-13.5)	7.8 (7.5-8.3)	3.9 (3.4-4.5)	5.2 (5.0-5.5)	3.2 (3.0-3.6)	8-9
<i>M. noguchii</i>	13.6	8.5		6.8	2.2	
<i>M. paranensis</i>	12-15	7-8		6-7	2.5	
<i>M. peculiaris</i> *	23.2 (23.0-23.2)	14.8 (14.4-15.2)		10.7 (10.5-10.9)	4.4 (4.0-4.8)	4 - 5
<i>M. platanus</i>	10.7 (10-11)	10.8 (10-11)	5.0	7.7 (7-8)	3.8 (3.5-4)	5-6
<i>M. porofilus</i>	5.7 $\pm$ 0.3	4.8 $\pm$ 0.2		1.6 $\pm$ 0.1	1.1 $\pm$ 0.1	3
<i>M. pygocentris</i>	15-16	9-11		9-11	3-4	
<i>M. salminus</i>	9.6-10.5	5.8-6.6	4.7-5.3	4.3-4.8	1.5-1.9	7-8
<i>M. serrasalmi</i> ****	14.4 (12.5-18.0)	8.6 (7.0-10.0)		7.7 (6.0-9.0)	3.1 (2.5-4.0)	
<i>M. stokesi</i>	8.5	5.3		3.1	1.7	
<i>M. testicularis</i>	8.6 (8.2-9.1)	7.2 (6.7-7.5)	2.7 (2.4-3.0)	3.5 (3.3-3.8)	1.7 (1.3-2.0)	5-6
<i>M. franciscoi</i>	6.4 (6.0-6.9)	6.0 (5.8-6.4)	3.2	2.0	1.5	3

\* The measurements indicated relate spores stained in smears; values for fresh spores: SL: 25.2 (25.0-25.3); SW: 15.4 (15.0-15.5). \*\* The parasites were observed in the connective tissue of several organs: gall bladder, urinary bladder, gills, spleen, fins, head surface, liver and heart. \*\*\* A small portion of the spores were oval in shape (the majority were elongated ellipsoidal) and measured 10.5 (10.3-10.9) in length and 8.0 (7.2-8.5) in width. The parasites were found in the connective tissue in gills, heart, serous membranes of the intestine, liver parenchyma and skeletal muscle. \*\*\*\* Different spores in shape (pyriform against oval) and size were described: 8.3 (7.0-9.5) in length and 4.0 (3.5-5.0) in width, with polar capsules being 5.8 (5.0-7.5) in length and 1.5 (1.0-2.0) in width.

Table II. References for features listed in table I.

Myxobolus species	Host	Site of infection	Reference
<i>M. absonus</i>	<i>Pimelodus maculatus</i> Lac., 1803	Opercular cavity	CELLERE <i>et al.</i> (2002)
<i>M. associatus</i>	<i>Leporinus mormyrops</i> Stein., 1875	Kidney	NEMECZEK (1926)
<i>M. braziliensis</i>	<i>Bunocephalus coracoideus</i> Stein., 1882	Gills (interlamellar)	CASAL <i>et al.</i> (1996)
<i>M. chondrophilus</i>	<i>Sardinella anchovina</i> (= <i>S. aurita</i> Val., 1847)	Gills	NEMECZEK (1926)
<i>M. cordeiroi</i>	<i>Zungaro jahu</i> (Ihering, 1898)	Skin, gill arch, eyes, urin. bladder	ADRIANO <i>et al.</i> (2009a)
<i>M. colossomatis</i>	<i>Colossoma macropomum</i> (Cuv., 1816)	Connective tissue	MOLNÁR & BÉKÉSI (1993)
<i>M. cunhai</i>	<i>Pygocentrus piraya</i> (Cuv., 1819), <i>Pimelodus clarias</i> (Bloch, 1782)	Intestinal content	PENIDO (1927)
<i>M. cuneus</i>	<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	Connective tissue	ADRIANO <i>et al.</i> (2006)
<i>M. desaequalis</i>	<i>Apteronotus albifrons</i> (L., 1766)	Gill lamellae	AZEVEDO <i>et al.</i> (2002)
<i>M. galaxii</i>	<i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)	All organs except gills	SZIDAT (1953)
<i>M. inaequus</i>	<i>Eigenmannia virescens</i> (Val., 1836)	Brain	KENT & HOFFMAN (1984)
<i>M. insignis</i>	<i>Semaprochilodus insignis</i> (Jardine, 1841)	Gills (intralamellar)	EIRAS <i>et al.</i> (2005b)
<i>M. kudoii</i>	<i>Nemathognata</i> sp.	Integument	GUIMARÃES & BERGAMIN (1938)
<i>M. lutzi</i>	<i>Girardinus januaris</i> (= <i>Phalloptychus januaris</i> (Hensel, 1868)	Testis	ARAGÃO (1919)
<i>M. maculatus</i>	<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	Kidney	CASAL <i>et al.</i> (2002)
<i>M. macropasmodialis</i>	<i>Salminus maxillosus</i> (= <i>S. brasiliensis</i> (Cuv., 1816)	Abdominal cavity	MOLNÁR <i>et al.</i> (1998)
<i>M. magellanicus</i>	<i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)	Gills	SZIDAT (1953)
<i>M. metynnis</i>	<i>Metynnis argenteus</i> Ahl, 1923	Connect. subcutaneous tissue	CASAL <i>et al.</i> (2006)
<i>M. noguchii</i>	<i>Serrasalmus spilopleura</i> Kner, 1858	Gills (blood smear)	PINTO (1928)
<i>M. paranensis</i>	<i>Salminus maxillosus</i> (= <i>S. brasiliensis</i> (Cuv., 1816)	Testes, ovary	BONETTO & PIGNALBERI (1965)
<i>M. peculiaris</i>	<i>Cyphocharax nagelli</i> (Stein., 1881)	Gills (smears)	MARTINS & ONAKA (2006)
<i>M. platanus</i>	<i>Mugil platanus</i> Günther, 1880	Spleen	EIRAS <i>et al.</i> (2007)
<i>M. porofilus</i>	<i>Prochilodus lineatus</i> (Val., 1837)	Visceral cavity	ADRIANO <i>et al.</i> (2002)
<i>M. pygocentris</i>	<i>Pygocentrus piraya</i> (Cuv., 1819)	Intestinal content	PENIDO (1927)
<i>M. salminus</i>	<i>Salminus brasiliensis</i>	Gill filaments vessels	ADRIANO <i>et al.</i> (2009b)
<i>M. serrasalmi</i>	<i>Serrasalmus rhombeus</i> (L., 1766)	Spleen, kidney, liver	WALLIKER (1969)
<i>M. stokesi</i>	<i>Pimelodella</i> (?) sp.	Nose integument	PINTO (1928)
<i>M. testicularis</i>	<i>Hemiodopsis microlepis</i> (= <i>Hemiodus microlepis</i> Kner, 1858)	Testis	TAJDARI <i>et al.</i> (2005)
<i>M. franciscoi</i>	<i>Prochilodus argenteus</i> Spix & Agassiz, 1829	Fins	This paper

WALLIKER (1969). Clearly there are significant differences between the different descriptions reported, which are all very poorly detailed, and for these reasons *M. inaequalis* is considered a *species inquirenda*.

Therefore, we consider that there are currently 29 valid species of *Myxobolus* parasitic on South American fishes whose diagnostic features are given in tables I and II.

## ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to Yoshimi Sato (leader of the EPT/CODEVASF, Três Marias, Minas Gerais) CEMIG-GT/CODEVASF working arrangement and UFRRJ/IBAMA, Minas Gerais, technical-scientific agreement co-operation for providing logistical and material support. Also to Osvaldo T. Oyakawa for his kindness in

receiving the specimens sent to be deposited at the MZUSP. The first co-author was supported by a student fellowship from CAPES.

### LITERATURE CITED

- ADRIANO, E.A.; S. ARANA; P.S. CECCARELLI & N.S. CORDEIRO. 2002. Light and scanning microscopy of *Myxobolus porofilus* sp. nov. (Myxosporea: Myxobolidae) infecting the visceral cavity of *Prochilodus lineatus* (Pisces: Characiformes: Prochilodontidae) cultivated in Brazil. *Folia Parasitologica* 49 (1): 259-262.
- ADRIANO, E.A.; S. ARANA & N.S. CORDEIRO. 2006. *Myxobolus cuneus* n. sp. (Myxosporea) infecting the connective tissue of *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae) in Brazil: histopathology and ultrastructure. *Parasite* 13 (2): 137-142.
- ADRIANO, E.A.; S. ARANA; A.L. ALVES; M.R.M. SILVA; P.S. CECCARELLI; F. HENRIQUE-SILVA & A.A.M. MAIA. 2009a. *Myxobolus cordeiroi* n. sp., a parasite of *Zungaro jahu* (Siluriformes: Pimelodidae) from Brazilian Pantanal: morphology, phylogeny and histopathology. *Veterinary Parasitology* 162 (3-4): 221-229.
- ADRIANO, E.A., S. ARANA, M.M. CARRIERO, J. NALDONI, P.S. CECCARELLI & A.A.M. MAIA. 2009b. Light, electron microscopy and histopathology of *Myxobolus salminus* n. sp., a parasite of *Salminus brasiliensis* from the Brazilian Pantanal. *Veterinary Parasitology*, 165: 25-29.
- AKHMEROV, A.K. 1960. Myxosporidia of fishes of the Amur River Basin. *Rybnoe Khozaystvo Vnutrikh Vodoemov Latviiskoi SSR* 5: 239-308.
- ARAGÃO, M. 1919. *Myxobolus lutzi* n. sp. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências* 3: 235.
- AZEVEDO, C.; L. CORRAL & E. MATOS. 2002. *Myxobolus desaequalis* n. sp. (Myxozoa, Myxosporea), parasite of the Amazonian freshwater fish, *Apteronotus albifrons* (Teleostei, Apteronotidae). *Journal of Eukaryotic Microbiology* 49 (6): 485-488.
- BASU, S. & D.P. HALDAR. 2003. Three new species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 from different food fishes of West Bengal, India. *Acta Protozoologica* 42 (3): 245-251.
- BONETTO, A.A. & C. PIGNALBERI. 1965. *Myxobolus paranensis* (Protozoa, Myxosporidea) una nueva especie parasita del "Dorado" (*Salminus maxillosus*). *Physis* 69: 23-26.
- CASAL, G.; E. MATOS & C. AZEVEDO. 1996. Ultrastructural data on the life cycle stages of *Myxobolus braziliensis* n. sp., parasite of an Amazonian fish. *European Journal of Protistology* 32 (2): 123-127.
- CASAL, G.; E. MATOS & C. AZEVEDO. 2002. Ultrastructural data on the spore of *Myxobolus maculatus* s. sp. (phylum Myxozoa), parasite from the Amazonian fish *Metynnis maculatus* (Teleostei). *Diseases of Aquatic Organisms* 51 (2): 107-112.
- CASAL, G.; E. MATOS & C. AZEVEDO. 2006. A new myxozoan parasite from the amazonian fish *Metynnis argenteus* (Teleostei, Characidae): light and electron microscope observations. *Journal of Parasitology* 92 (4): 817-821.
- CELLERE, E.F.; N.S. CORDEIRO & E.A. ADRIANO. 2002. *Myxobolus absonus* sp. nov. (Myxozoa: Myxosporea) parasitizing *Pimelodus maculatus* (Siluriformes: Pimelodidae), a South American freshwater fish. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97 (1): 79-80.
- EIRAS, J.C.; K. MOLNÁR & Y.S. LU. 2005a. Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae). *Systematic Parasitology* 61 (1): 1-46.
- EIRAS, J.C.; J.C.O. MALTA; A. VARELLA & G.C. PAVANELLI. 2005b. *Myxobolus insignis* sp. nov. (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost fish *Semaprochilodus insignis* (Osteichthyes, Prochilodontidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 100 (3): 245-257.
- EIRAS, J.C.; P.C. ABREU; R. ROBALDO & J.P. JÚNIOR. 2007. *Myxobolus platanus* n. sp. (Myxosporea, Myxobolidae), a parasite of *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) from Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59 (4): 895-898.
- FEIST, S.W. 2008. Myxozoan Diseases, p. 613-682. In: J.C. EIRAS; H. SEGNER; T. WAHLI & B.G. KAPOOR (Eds). *Fish Diseases*. Enfield, Science Publishers, 1308p.
- FROESE, R. & D. PAULY. 2009. *FishBase*. Available online at: <http://www.fishbase.org> Accessed: 2/IV/2009].
- GIOIA, I. & N.S. CORDEIRO. 1996. Brazilian Myxosporidians' Check-list (Myxozoa). *Acta Protozoologica* 35 (2): 137-149.
- GUIMARÃES, J.R.A. & F. BERGAMIN. 1938. Sobre um novo myxosporideo parasito de peixe de água doce. *Myxobolus kudoi* sp. nov. *Revista de Indústria Animal* 1: 65-67.
- GURLEY, R.R. 1893. On the classification of the myxosporidia, a group of protozoan parasites infesting fishes. *Bulletin of the United States Fishery Commission* 11: 407-420.
- ISHII, S. 1915. *Lentospora* parasitic in the skin of the Japanese eel. *Zoological Magazine (Tokyo)* 27: 471-474.
- KENT, M.L. & G.L. HOFFMAN. 1984. Two new species of Myxozoa, *Myxobolus inaequus* sp. nov. and *Henneguya theca* sp. nov. from the brain of a South American knife fish, *Eigemannia virescens* (V.). *Journal of Parasitology* 31 (1): 91-94.
- KUDO, R. 1920. Studies on Myxosporidia. A synopsis of genera and species of Myxosporidia. *Illinois Biological Monographs* 5: 1-265.
- LANDSBERG, J.H. & J. LOM. 1991. Taxonomy of the genera of the *Myxobolus/Myxosoma* group (Myxobolidae: Myxosporea), current listing of species and revision of synonyms. *Systematic Parasitology* 18 (3): 165-186.
- LOM, J. & J.R. ARTHUR. 1989. A guideline for the preparation of species description in Myxosporea. *Journal of Fish Diseases* 12 (2): 151-156.
- MARTINS, M.L. & E.M. ONAKA. 2006. *Henneguya garavelli* n. sp. and *Myxobolus peculiaris* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) in the gills of *Cyphocharax nagelli* (Osteichthyes: Curimatidae) from Rio do Peixe Reservoir, São José do Rio Pardo, São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology* 137 (3-4): 253-261. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.12.023.

- MENDES, A. 1980. Patologia de Peixes. **Ciência e Cultura** 32: 1532-1533.
- MOLNÁR, K. & L. BÉKÉSI. 1993. Description of a new *Myxobolus* species, *M. colossomatis* n. sp. from the teleost *Colossoma macropomum* of the Amazon River Basin. **Journal of Applied Ichthyology** 9 (1): 57-63.
- MOLNÁR, K.; M.J. RANZANI-PAIVA; J.C. EIRAS & E.L. RODRIGUES. 1998. *Myxobolus macroplasmoidalis* sp. nov. (Myxozoa: Myxosporea), a parasite of the abdominal cavity of the Characid teleost, *Salminus maxillosus*, in Brazil. **Acta Protozoologica** 37 (4): 241-245.
- NEMECZEK, A. 1911. Beiträge zur Kenntnis der Myxo-und Microsporidien der Fische. **Archive für Protistenkunde** 22: 143-169.
- NEMECZEK, A. 1926. Beiträge zur Kenntnis der Myxosporidienfauna Brasiliens. **Archiv für Protistenkunde** 54: 137-149.
- PENIDO, J.C.N. 1927. Quelques nouvelles myxosporidies parasites des poissons d'eau douce du Brésil. **Comptes Rendus de la Société de Biologie (Paris)** 97: 850-852.
- PINTO, C. 1928. *Myxobolus noguchii*, *M. stokesi* e *Henneguya iheringi*, especies novas de Myxosporídeos de peixes de água doce do Brasil. **Boletim Biológico** 12: 41-43.
- SATO, Y. ; N. BAZZOLI ; E. RIZZO ; M.B. BOSCHI & M.O.T. MIRANDA. 2003. Impacto a jusante do Reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofilico curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*), p. 327-345. In: H.P. GODINHO & A.L. GODINHO (Eds). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte, PUC Minas, 468p.
- SZIDAT, L. 1953. Einige neue Arten der Familie Myxobolidae Thélohan (Protozoa, Klasse Sporozoa) aus Süßwasserfischen Argentinien. **Gewasser und Abwasser** 5: 7-16.
- TAJDARI, J.; E. MATOS; I. MENDONÇA & C. AZEVEDO. 2005. Ultrastructural morphology of *Myxobolus testicularis* sp. nov., parasite of the testis of *Hemiodopsis microlepis* (Teleostei: Hemiodontidae) from the NE of Brazil. **Acta Protozoologica** 44 (4): 377-384.
- TRIPATHI, Y.R. 1952. Studies on parasites of Indian fishes. I. Protozoa Myxosporidia together with a check list of parasitic protozoa described from Indian fishes. **Records of the Indian Museum** 50: 63-88.
- WALLIKER, D. 1969. Myxosporidia of some Brazilian freshwater fishes. **Journal of Parasitology** 55 (5): 942-948.

Submitted: 18.IV.2009; Accepted: 18.I.2010.

Editorial responsibility: Marcus Vinicius Domingues

## **Anexo IV**

# Neotropical Monogenoidea. 55. Dactylogyrids parasitising the pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède (Actinopterygii: Pimelodidae) from the Rio São Francisco, Brazil

Cassandra M. Monteiro · Delane C. Kritsky ·  
Marilia C. Brasil-Sato

Received: 29 December 2009 / Accepted: 25 January 2010  
© Springer Science+Business Media B.V. 2010

**Abstract** Eight species of Dactylogyridae were collected from the gills of the pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède in the Rio São Francisco in Brazil: *Ameloblastella paranaensis* (França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003) Mendoza-Franco & Scholz, 2009, *A. satoi* n. sp., *Ameloblastella* sp., *Demidospermus armostus* Kritsky & Gutiérrez, 1998, *D. cf. bidiverticulatum* (Suriano & Incorvaia, 1995) Kritsky & Gutiérrez, 1998, *D. ichthyocercus* n. sp., *D. paravaleciennesi* Gutiérrez & Suriano, 1992 and *D. uncusvalidus* Gutiérrez & Suriano, 1992. Two new species, *A. satoi* n. sp. and *D. ichthyocercus* n. sp., are described, and *A. paranaensis* is redescribed. The Rio São Francisco represents new geographical records for the five previously described dactylogyrid species.

## Introduction

The São Francisco drainage developed during the Mesozoic Era with the opening of the South Atlantic Ocean about 130 mya (Kohler, 2003). The drainage is located entirely within Brazil. Its primary waterway, the Rio São Francisco, originates in the Parque Nacional da Serra da Canastra in the western part of the state of Minas Gerais. Its basin of 645,000 km<sup>2</sup> drains areas in the states of Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas and Sergipe and the Federal District, cuts through three biomes (Cerrado, Caatinga and Atlantic Forest) and covers 7.6% of the total Brazilian land surface (Kohler, 2003).

Some diversification of the Neotropical fish fauna occurred before the complete separation of the African and South American continents (Lundberg, 1993), but the deepest diversification of many clades of Neotropical fishes apparently began sometime before the later episodes that resulted in the extant river drainages of South America (Lundberg et al., 1998). Today, the São Francisco drainage shares biological components with those of other South American river systems. Comparative levels of endemism of Neotropical freshwater fishes indicate that the São Francisco drainage is most similar to those of the rivers occurring south of the Rio São Francisco to and including the Paraíba do Sul, and that it has more endemic fish species in common with the northern coastal drainages of the Planalto, Parnaíba, and Maranhão rivers than with the Paraná-Paraguay drainage (Platina drainage)

---

C. M. Monteiro  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica, RJ 23890-000, Brazil

C. M. Monteiro · D. C. Kritsky (✉)  
Department of Health and Nutrition Sciences, Idaho State  
University, Box 8090, Pocatello, ID 83209, USA  
e-mail: kritdela@isu.edu

M. C. Brasil-Sato  
Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Km 7, BR 465, CP 74539  
Seropédica, RJ 23851-970, Brazil

of southern and western South America (Hubert & Renno, 2006).

Excluding diadromous species, 158 species of freshwater fishes are known to occur in the São Francisco drainage (Alves & Pompeu, 2001). This number is clearly an underestimate, because new species are frequently being described (i.e. Ribeiro & Lucena, 2006) or are awaiting description (Alves & Pompeu, 2005). The present study, a survey of the dactylogyrid parasites infesting the gills of the pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède is part of a continuing effort by personnel of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro to document the diversity of parasites occurring on the fishes within the São Francisco Basin (see Brasil-Sato, 2003). Of the eight species of pimelodid catfishes occurring in the drainage (Froese & Pauly, 2009), *P. maculatus* is the most common, while also enjoying a wide distribution in southern South America. Although Brasil-Sato (2003) listed unidentified species of *Demidospermus* Suriano, 1983 and *Vancleaveus* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986 plus *Pavanelliella pavanellii* Kritsky & Boeger, 1998 (all Dactylogyridae) from this host in the Rio São Francisco, the present study is the first survey providing identifications of all monogenoidean parasites found on the gills of a fish species in the basin.

## Materials and methods

Specimens of *Pimelodus maculatus* were collected from the upper Rio São Francisco near the municipality of Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil, by professional fisherman during March and July, 2009. Live hosts were taken from the field to the Laboratório de Ictiologia, Estação de Hidrobiologia e Piscicultura/Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (EPT/CODEVASF) in Três Marias, where the fish were killed and the gills immediately removed and placed in vials containing hot (60°C) water. After vigorous shaking for about 1 min, sufficient formaldehyde was added to each vial to reach a 5% formalin solution. Vials were then labelled and shipped to Idaho State University for study. Worms were subsequently removed from the gills or sediment with a fine probe and dissecting microscope. For the study of haptor and reproductive hard parts, some specimens were

mounted unstained in Grey and Wess medium (Humason, 1979). Other specimens were stained with Gomori's trichrome (Humason, 1979) and mounted in Canada balsam for the study of their soft internal structures. Drawings were made with the aid of a camera lucida mounted on a compound microscope. Measurements, all in micrometres, were presented as the average followed by the range and number (n) of specimens measured in parentheses; body length includes that of the haptor; length of the dorsal and ventral bars of *Demidospermus* spp. is the true length obtained with a calibrated Minerva curvimeter on camera lucida drawings for comparison with those presented by Kritsky & Gutiérrez (1998). The direction of the coil of the male copulatory organ was determined using the method of Kritsky et al. (1985), and the numbering of the hook pairs follows Mizelle (1936; see Mizelle & Price, 1963). Scientific names of fish hosts were those of Froese & Pauly (2009) unless presented differently by original authors. Type and voucher specimens were deposited in the United States National Parasite Collection, Beltsville, Maryland, USA (USNPC); and the helminth collections of the Instituto Nacional de Pesquisas, Manaus, Amazonas, Brazil (INPA), the Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil (CHIOC), and the Natural History Museum, London, UK (BMNH) as indicated in the respective species accounts. Voucher specimens of the host, *P. maculatus*, were deposited in the collection of the Museu de Zoologia of the Universidade de São Paulo (MZUSP 104949). For comparative purposes, the following specimens were examined: 4 paratypes, *Demidospermus leptosynophallus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 (USNPC 87150); 3 voucher specimens, *D. uncusvalidus* Gutiérrez & Suriano, 1992 (USNPC 87148); 6 paratypes, *D. cornicinus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 (USNPC 87156); 3 paratypes, *Pseudovancleaveus paranaensis* França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003 [Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC 34588a, b, 34598b)]; and 5 voucher specimens of *D. leptosynophallus* (1 from *Iheringichthys labrosus* (Lütken); 3 from *Pimelodus* sp.; 1 from *Pimelodella* sp.) and 7 voucher specimens of *D. cornicinus* (2 from *I. labrosus*; 2 from *Pimelodus* sp.; 3 from *Pimelodella* sp.) all from the collection of Dr Anna Kohn, Laboratório de Helminthos Parasitos de Peixes, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Av. Brasil 4365, Rio de Janeiro, RJ 21045-900, Brazil.

**Class Monogeneoidea Bychowsky, 1937**  
**Subclass Polyonchoinea Bychowsky, 1937**  
**Order Dactylogyridea Bychowsky, 1937**  
**Family Dactylogyridae Bychowsky, 1933**

***Ameloblastella* Kritsky, Mendoza-Franco  
 & Scholz, 2000**

Syn. *Pseudovancleaveus* França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003

*Type-species*: *Ameloblastella chavarriai* (Price, 1938) Kritsky, Mendoza-Franco & Scholz, 2000 from *Rhamdia guatemalensis* (Günther) [now *R. quelen* (Quoy & Gaimard)], *R. rogersi* (Regan) [now *R. laticauda* (Kner)] (type-host), *R. sebae* (Cuvier) (now *R. quelen*) and *R. quelen*, all Heptapteridae.

*Other species*: *Ameloblastella mamaevi* (Kritsky & Thatcher, 1976) Kritsky, Mendoza-Franco & Scholz, 2000 from *Cephalosilurus zungaro* (Humboldt) [now *Zungaro zungaro* (Humboldt)], Pimelodidae. *A. paranaensis* (França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003) Mendoza-Franco & Scholz, 2009 from *Iheringichthys labrosus* (Lütken) and *Pimelodus maculatus*, both Pimelodidae. *A. platensis* (Suriano & Incorvaia, 1995) Kritsky, Mendoza-Franco & Scholz, 2000 from *P. maculatus*, Pimelodidae. *A. satoi* n. sp. from *P. maculatus*, Pimelodidae. *A. unapi* Mendoza-Franco & Scholz, 2009 from *Calophysus macropterus* (Lichtenstein), Pimelodidae.

*Diagnosis*: Kritsky et al. (2000).

**Remarks**

*Ameloblastella* was originally proposed by Kritsky et al. (2000) for three previously described species, *A. chavarriai*, *A. mamaevi* and *A. platensis*, from the gills of Neotropical pimelodid catfishes. The genus was originally characterised in part with monogeneoids having: (1) overlapping gonads (testis dorsal to germarium); (2) subspherical chromatic eye granules; (3) a basally articulated male copulatory organ and accessory piece; (4) a coiled male copulatory organ with counterclockwise rings; (5) a ventral bar with a medial process; (6) a seminal vesicle formed by a simple dilation of the vas deferens; (7) inflated hook shanks, each composed of two subunits (proximal subunit expanded); (8) a sinistral vaginal pore; and (9) the absence of eyespots.

França et al. (2003) were apparently unaware of *Ameloblastella* when they proposed *Pseudovancleaveus* for their new species, *P. paranaensis* on *I. labrosus* from the floodplain of the Rio Paraná in Brazil. Although previously transferred to *Ameloblastella* by Kritsky et al. (2000), these authors recognised that *Vancleaveus platensis* Suriano & Incorvaia, 1995 was congeneric with their new species and, as a result, transferred *V. platensis* to *Pseudovancleaveus* as the second species in the genus. Acknowledging that *P. paranaensis*, the type-species of *Pseudovancleaveus*, possesses all of the features listed above for *Ameloblastella*, Mendoza-Franco & Scholz (2009) considered the two genera synonyms and transferred *P. paranaensis* to *Ameloblastella*.

***Ameloblastella satoi* n. sp.**

*Type-host and locality*: Pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias, State of Minas Gerais, Brazil (18°12'32"S, 45°15'41"W); 22 July 2009.

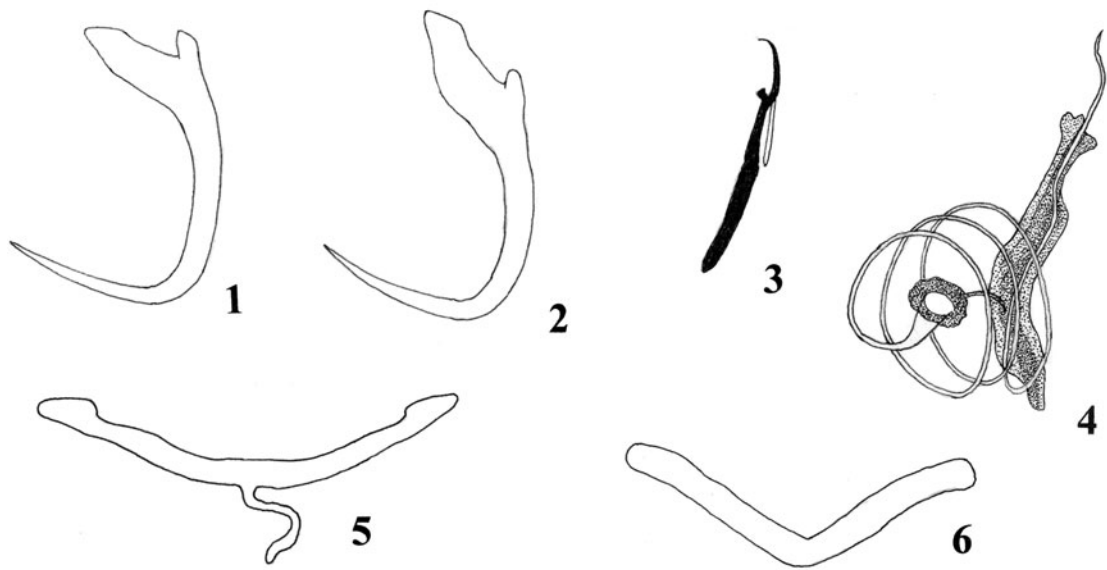
*Site*: Gills.

*Specimens studied*: Holotype, INPA 518; 12 paratypes, USNPC 102361, INPA 519a-f, BMNH 2009.10.22.7-8.

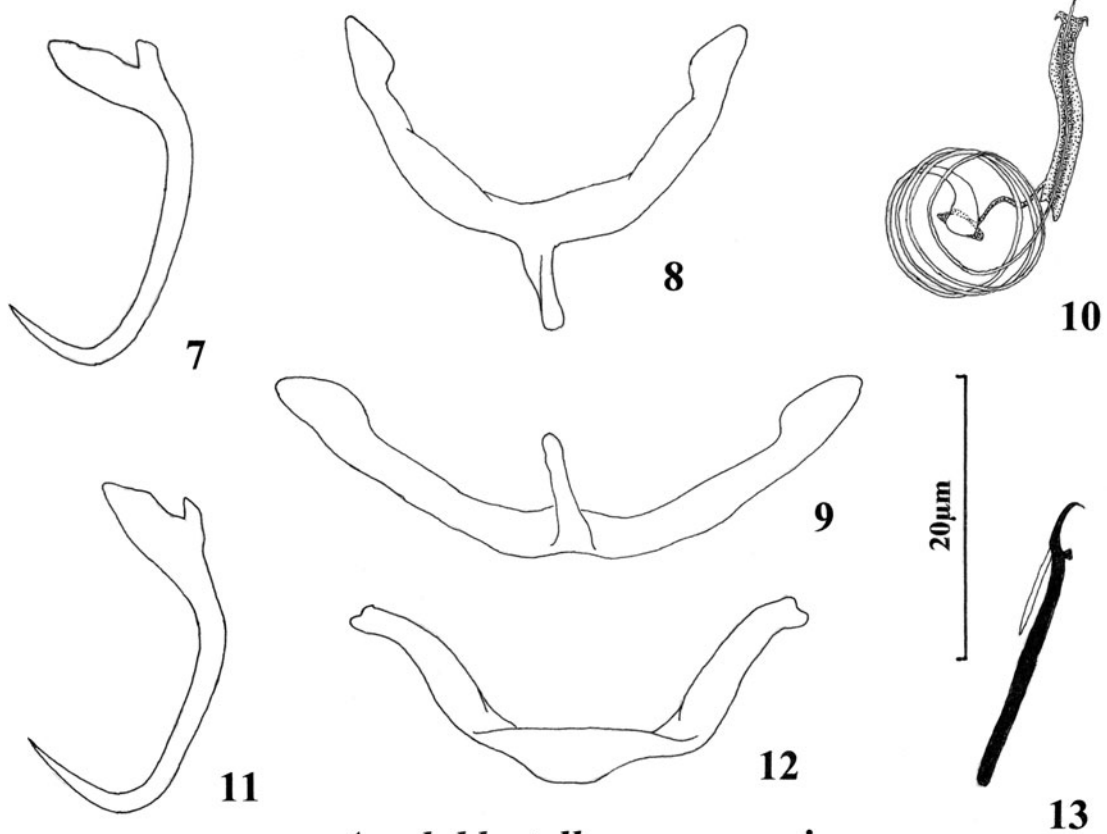
*Etymology*: *Ameloblastella satoi* n. sp. is named in honour and recognition of Dr Yoshimi Sato, a Brazilian ichthyologist, who graciously supported this and other parasitological studies conducted by the senior author and has contributed greatly to the knowledge of the biology of fishes in the Rio São Francisco in Brazil.

**Description (Figs. 1–6)**

Body 336 (295–361; n = 4) long, slender, fusiform; cephalic region elongate, narrow; greatest width of trunk 56 (44–65; n = 4) at level of germarium. Cephalic lobes poorly developed; 3 pairs of bilateral head organs; cephalic glands posterolateral to pharynx. Eyespots absent. Pharynx subspherical, 16 (12–19; n = 3) in diameter. Peduncle short, broad; haptor globose, 39 (30–52; n = 5) long, 52 (54–69; n = 5) wide. Anchors similar; each with well-developed superficial root, short deep root, long slightly arcing shaft and elongate recurved point extending well past level of tip of superficial anchor root; ventral anchor 23



*Ameloblastella satoi*



*Ameloblastella paranaensis*

◀ **Figs. 1–13** Haptoral and copulatory sclerites of two species of *Ameloblastella*. 1–6. *A. satoi* n. sp.: 1. Ventral anchor; 2. Dorsal anchor; 3. Hook; 4. Copulatory complex (dorsal view); 5. Ventral bar; 6. Dorsal bar. 7–13. *A. paranaensis* (França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003): 7. Ventral anchor; 8, 9. Ventral bars; 10. Copulatory complex (ventral view); 11. Dorsal anchor; 12. Dorsal bar; 13. Hook. All figures are drawn to the same scale

(19–26;  $n = 4$ ) long; dorsal anchor 24 (21–26;  $n = 4$ ) long. Ventral bar 29 (25–36;  $n = 5$ ) long, delicate, broadly U-shaped, with enlarged ends and elongate posteromedial projection frequently directed anteriorly; dorsal bar 33 (30–38;  $n = 5$ ) long, V-shaped. Hooks similar; each 18 (15–20;  $n = 20$ ) long, with recurved point, delicate shaft, protruding blunt thumb and shank comprised of 2 subunits; proximal subunit slightly expanded; filamentous hook (FH) loop extends to union of shank subunits. Testis indistinct; proximal vas deferens not observed; seminal vesicle large, fusiform; prostatic reservoir pyriform, dorsal to anterior end of seminal vesicle. Male copulatory organ a coil of slightly more than 3 counterclockwise rings arising from small base; proximal ring diameter 13 (11–14;  $n = 2$ ). Accessory piece 22 (20–23;  $n = 5$ ) long, serving as guide for distal portion of male copulatory organ, with ventral groove and slight distal expansion; delicate ligament-like structure extends from accessory piece to base of male copulatory organ. Germarium elongate, fusiform, 72 (58–92;  $n = 3$ ) long, 16 (13–19;  $n = 3$ ) wide. Vaginal pore sinistral, non-refractile, indistinct. Vitelline follicles dense, coextensive with intestinal caeca; lateral bands confluent posterior to pharynx and gonads; transverse vitelline duct immediately anterior to gonads.

#### Remarks

*Ameloblastella satoi* n. sp. closely resembles *A. paranaensis* from *Pimelodus maculatus* in the general morphology of the copulatory complex and internal organ systems. It differs from this species by having a V-shaped dorsal bar (dorsal bar U-shaped with a dorsal medial flap extending anteriorly from the posterior border of the middle portion of the bar in *A. paranaensis*), a comparatively larger accessory piece of the copulatory complex, and by having points of both the dorsal and ventral anchors extending well past the level of the tip of the superficial anchor roots (anchor points reach but do not extend far past the level of the tips of the superficial anchor roots in

*A. paranaensis*). The only other species of *Ameloblastella* with anchor points extending past the tip of the superficial anchor root is *A. mamaevi*, a parasite of the pimelodid *Zungaro zungaro* in the Amazon Basin (Kritsky & Thatcher, 1976). *A. satoi* differs from *A. mamaevi* by having more than three rings in the shaft of the male copulatory organ (two to three rings in *A. mamaevi*), a V-shaped dorsal bar (broadly U-shaped in *A. mamaevi*), and roots of the ventral and dorsal anchors less developed than those of *A. mamaevi*.

#### *Ameloblastella paranaensis* (França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003) Mendoza-Franco & Scholz, 2009

Syn. *Pseudovancleaveus paranaensis* França, Isaac, Pavanelli & Takemoto, 2003

**Host and locality:** Pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias, State of Minas Gerais, Brazil (18°12'32"S, 45°15'41"W); 22 July 2009 (new host and locality records).

**Site:** Gills.

**Specimens studied:** 27 voucher specimens, USNPC 102365, INPA 520a-m, BMNH 2009.10.22.9-14.

**Previous record:** Ex *Iheringichthys labrosus* (Lütken) (Pimelodidae); floodplain of the upper Paraná River, Brazil (22°43'S, 53°10'W) (França et al. 2003).

#### Redescription (Figs. 7–13)

Body 276 (216–330;  $n = 18$ ) long, delicate, fusiform, tapers anteriorly from level of testis; cephalic region elongate, narrow; greatest width of trunk 51 (41–86;  $n = 18$ ) at level of testis. Cephalic lobes moderately to poorly developed; 3 pairs of bilateral head organs; cephalic glands indistinct. Eyespots and chromatic granules absent. Pharynx subspherical, 16 (12–19;  $n = 19$ ) in diameter. Peduncle short, broad; haptor globose, 42 (32–56;  $n = 16$ ) long, 62 (42–86;  $n = 16$ ) wide. Anchors similar; each with well-developed superficial root, short deep root, elongate shaft with proximal bend near its union with anchor base, and recurved point extending to or just past level of tip of superficial anchor root; ventral anchor 26 (22–29;  $n = 6$ ) long; dorsal anchor 26 (23–27;  $n = 4$ ) long. Ventral bar 37 (30–44;  $n = 10$ ) long, delicate, usually broadly U-shaped, with enlarged ends and elongate posteromedial projection

frequently directed anteriorly; dorsal bar 36 (28–43;  $n = 8$ ) long, broadly U shaped with anteriorly directed flap arising from posterior margin. Hooks morphologically similar; hook pairs 1 and 5 – 16 (14–18;  $n = 7$ ) long, pairs 2–4, 6 and 7 – 19 (17–23;  $n = 28$ ) long; each hook with recurved point, delicate shaft, protruding blunt thumb and shank comprised of 2 subunits; proximal subunit slightly expanded; filamentous hook (FH) loop extends to union of shank subunits. Testis 34 (28–40;  $n = 4$ ) long, 19 (18–21;  $n = 4$ ) wide, ovate, extends anteriorly to mid-level of germarium; vas deferens arises from testis, extends anteriorly between intestinal caeca to anterior end of germarium, then loops left intestinal caecum; seminal vesicle large, fusiform, a simple dilation of vas deferens; prostatic reservoir pyriform, lies dorsal to seminal vesicle, frequently partly filled with granular material. Male copulatory organ a coil of 3–4 counterclockwise rings arising from small base; proximal ring diameter 13 (11–15;  $n = 5$ ). Accessory piece 17 (15–21;  $n = 6$ ) long, serves as guide for distal portion of male copulatory organ, with ventral groove; delicate ligament-like structure extends from accessory piece to base of male copulatory organ. Germarium elongate, fusiform, 50 (38–59;  $n = 5$ ) long, 17 (14–21;  $n = 5$ ) wide. Vaginal pore sinistral, non-refractile, indistinct; seminal receptacle large, midventral in trunk, anterior to germarium. Vitelline follicles dense, coextensive with intestinal caeca; lateral bands of follicles confluent postpharyngeal and immediately posterior to gonads; transverse vitelline duct immediately anterior to seminal receptacle.

#### Remarks

Examination of the three paratypes of *Pseudovancleaveus paranaensis* (CHIOC 34588a,b, 34598b) confirms the conspecificity of *A. paranaensis* and the present specimens from *P. maculatus*. However, a high probability exists that *A. paranaensis* is synonymous with *A. platensis*, described by Suriano & Incorvaia (1995) as *Vancleaveus platensis* on *P. maculatus* from the Rio de la Plata in Argentina. The original description and drawings of the latter species by Suriano & Incorvaia (1995) are marginal for identification, and type-specimens of *V. platensis* were not available for study (correspondence with the Museo Argentino de Ciencias Naturales in

Buenos Aires, Argentina, failed to elicit a response). However, three features described or figured in the original account by Suriano & Incorvaia (1995) provide support for the putative synonymy: (1) the presence of short anchor points reaching to or just past the level of the tips of the superficial anchor roots (see Figs. 9 and 10 in Suriano & Incorvaia, 1995); (2) haptor hooks of different lengths (see Fig. 13a–c in Suriano & Incorvaia, 1995); and (3) *Pimelodus maculatus* as the host for both *A. platensis* and the present specimens from the Rio São Francisco. The synonymy is also supported by the report by Cohen & Kohn (2008), who found other conspecific species of the Dactylogyridae infesting the gills of both *Iheringichthys labrosus* (type-host for *A. paranaensis*) and *P. maculatus* (type-host for *A. platensis*). While suggested, the synonymy of the two species is not formally proposed herein because: (1) only one of 27 available specimens from the Rio São Francisco had the ventral bar oriented such that it appeared straight as depicted in Fig. 11 of Suriano & Incorvaia (1995) (note that the original authors reversed the dorsoventral axis of the haptor when referring to the haptor sclerites); (2) the dorsal bar in our specimens lacked the short medial posteriorly directed spine as shown in Fig. 12 of Suriano & Incorvaia (1995); (3) while the lengths of respective hook pairs varied considerably in present specimens, only those of pairs 1 and 5 were noticeably different in size from the remaining pairs [Suriano & Incorvaia (1995) indicated hooks of three sizes occurring in their specimens of *V. platensis*]; (4) the figures of the anchors presented by Suriano & Incorvaia (1995) do not show the proximal bend of the shaft near its junction with the anchor base; and (5) Suriano & Incorvaia (1995) did not show or describe the delicate ligament-like structure between the male copulatory organ and accessory piece. Thus, new collections of the helminths from *P. maniculatus* in the Rio de la Plata in Argentina or in the Platina drainage in Brazil will be necessary to confirm this putative synonymy.

#### *Ameloblastella* sp.

#### Remarks

A single specimen (USNPC 120362) of an apparently undescribed species of *Ameloblastella* was found on the

gills of *Pimelodus maculatus* from the Rio São Francisco, near Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil. This specimen differed from *A. satoi* n. sp. and *A. paranaensis* by having a short vaginal canal and comparatively smaller haptor bars. Although having a damaged haptor, it most closely resembled *A. paranaensis* by having short anchor points that extend to the approximate level of the tip of the superficial anchor roots. The specimen was inadequate for a detailed description of the species.

### ***Demidospermus* Suriano, 1983**

Syns *Omothecium* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1987; *Paramphocleithrium* Suriano & Incorvaia, 1995

*Type-species: Demidospermus anus* Suriano, 1983 from *Loricariichthys anus* (Valenciennes) (= *Loricaria anus* Valenciennes) (type-host) and *L. platymetopon* Inbrücker & Nijssen, both Loricariidae.

*Other species: Demidospermus armatus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *Pimelodus albicans* (Valenciennes) and *P. maculatus* (= *P. clarias* of Kritsky & Gutiérrez, 1998) (type-host), both Pimelodidae. *D. bidiverticulatum* (Suriano & Incorvaia, 1995) Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *P. maculatus* (type-host), *P. albicans* and *Pimelodus* sp., all Pimelodidae and *Auchenipterus osteomystax* (Miranda Ribeiro), Auchenipteridae. *D. centromochli* Mendoza-Franco & Scholz, 2009 from *Centromochlus heckelii* (de Filippi), Auchenipteridae. *D. cornicinus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *Iheringichthys westermanni* (Reinhardt) [now *Bergiaria westermanni* (Lütken)] (type-host) and *I. labrosus* (Lütken), both Pimelodidae. *D. ichthyocercus* n. sp. from *P. maculatus*, Pimelodidae. *D. idulus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *P. albicans*, Pimelodidae. *D. leptosynophallus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *B. westermanni* (type-host) and *I. labrosus*, both Pimelodidae. *D. luckyi* (Kritsky, Thatcher & Boeger, 1987) Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *Pinirampus pirinampu* (Spix & Agassiz), Pimelodidae. *D. macropteri* Mendoza-Franco & Scholz, 2009 from *Calophysus macropterus* (Lichtenstein), Pimelodidae. *D. majusculus* Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *P. albicans* (type host) and *P. maculatus*, both Pimelodidae. *D. osteomystax* Castro-Tavernari, Takemoto, Figueiredo-Lacerda & Pavanelli, 2010 from *Auchenipterus osteomystax* (Miranda Ribeiro), Auchenipteridae. *D. paranaensis* Ferrari-Hoeinghaus, Bellay, Takemoto

& Pavanelli, 2010 from *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker & Nijssen, Loricariidae. *D. paravalenciennesi* Gutiérrez & Suriano, 1992 from *P. maculatus* (type host) and *Pimelodus* sp., both Pimelodidae. *D. pinirampi* (Kritsky, Thatcher & Boeger, 1987) Kritsky & Gutiérrez, 1998 from *P. pirinampu*, Pimelodidae. *D. uncusvalidus* Gutiérrez & Suriano, 1992 from *P. maculatus* (type-host) and *Pimelodus* sp., both Pimelodidae, and *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus) [now *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus)], Auchenipteridae. *D. valenciennesi* Gutiérrez & Suriano, 1992 from *Parapimelodus valenciennesi* (Lütken) (type-host), *P. maculatus* and *Pimelodus* sp., all Pimelodidae. *Diagnosis: Kritsky & Gutiérrez (1998)*

### **Remarks**

*Demidospermus* appears to be reasonably defined by species having tandem gonads (testis post-germarial), subspherical chromatic (eyespots and accessory) granules, a coiled male copulatory organ with counterclockwise rings, a sinistral vaginal pore, and U-, V- or W-shaped haptor bars lacking medial projections (Kritsky & Gutiérrez, 1998). Kritsky & Gutiérrez (1998) list a sheath-like accessory piece serving as a guide for the male copulatory organ as also characterising species of *Demidospermus*. However, the discovery of *D. ichthyocercus* n. sp. with an accessory piece that does not form a sheath (see below) suggests that the latter feature should not be used to define the genus.

França et al. (2003) described *D. mandi* and *D. labrosi* from the gills of *I. labrosus* in the upper floodplain of the Rio Paraná. Subsequently, Cohen & Kohn (2008) recorded *D. leptosynophallus* and *D. cornicinus* from three pimelodid hosts, *Pimelodus* sp., *Pimelodella* sp. and *I. labrosus*, in the reservoir of the Itaipu Hydroelectric Power Station located on the Rio Paraná, and considered *D. mandi* and *D. labrosi* respective junior synonyms of the latter two helminth species. Our comparison of Cohen & Kohn's (2008) specimens with paratypes of *D. cornicinus* and *D. leptosynophallus* supports their identifications and proposed synonymies. França et al. (2003) described two "irregularly spherical structures" associated with the accessory piece of *D. labrosi*. While these features were not mentioned or depicted by Kritsky & Gutiérrez (1998) in their original description of *D. cornicinus*, they are clearly visible in the paratypes of *D. cornicinus*, providing

additional support for the synonymy of *D. labrosi* and *D. cornicinus*.

***Demidospermus armostus* Kritsky & Gutiérrez, 1998**

*Host and locality*: Pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil; 22 July 2009 (new locality record).

*Site*: Gills.

*Specimens studied*: 11 voucher specimens, USNPC 102359, INPA 515a-d, BMNH 2009.10.22.1-3.

*Previous records*: Ex *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae) (type host); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Kritsky & Gutiérrez, 1998; Gutiérrez & Martorelli, 1999); Itaipu Reservoir, Brazil (Cohen & Kohn, 2008). Ex *P. albicans* (Pimelodidae); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Gutiérrez, 2001).

*Measurements* (dimensions from the original description follow those of the present study in brackets, respectively): Body 419 (395–449; n = 4) [248 (212–307)] long; greatest width 79 (65–95; n = 4) [92 (87–99)]. Haptor 63 (55–70; n = 4) [49 (43–56)] long, 66 (63–69; n = 4) [75 (69–82)] wide. Pharyngeal diameter 26 (22–30; n = 4) [21 (19–23)]. Male copulatory organ 19 (16–21; n = 5) [16 (14–18)] long; accessory piece 14 (12–16; n = 4) [14 (12–15)] long. Ventral anchor 21 (19–22; n = 5) [21 (20–22)] long; dorsal anchor 21 (19–22; n = 6) [21–22] long. Ventral bar 58 (52–62; n = 7) [66 (60–73)] long; dorsal bar 59 (50–64; n = 7) [57 (50–63)] long. Hook pair 1 – 21 (18–22; n = 5) [22 (21–24)] long; pair 2 – 14 (13–15; n = 5) [13 (12–14)] long; pairs 3–7 – 16 (15–17; n = 11) [16 (15–17)] long.

**Remarks**

The only previous descriptive information on *D. armostus* is that of the original description. The present specimens did not significantly differ in morphology from those in the original account; differences in measurements are apparently attributable to intraspecific variation and/or effects of different methods of specimen collection and preparation.

The host of *D. armostus* and other species of *Demidospermus*, which was identified as *Pimelodus clarias* by Kritsky & Gutiérrez (1998) and Gutiérrez & Suriano (1992) and as *P. c. maculatus* by Suriano & Incorvaia (1995), is in fact *P. maculatus*. *P. clarias* [now *Synodontis clarias* (Linnaeus)] is a native of Africa and does not serve as a host for species of *Demidospermus*. *P. maculatus*, a native of South America, was previously considered as a subspecies, *P. c. maculatus*, of *P. clarias* (see Froese & Pauly, 2009).

***Demidospermus ichthyocercus* n. sp.**

*Type-host and locality*: Pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil; 22 July 2009.

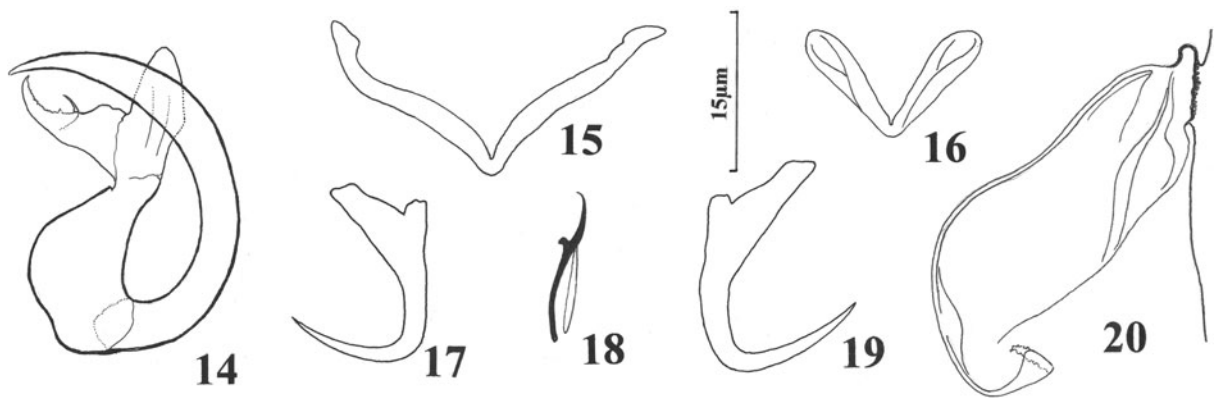
*Site*: Gills.

*Specimens studied*: Holotype, INPA 516; 18 paratypes, USNPC 102360, INPA 517a-i, BMNH 2009.10.22.4-6.

*Etymology*: The specific name is from Greek (*ichthyos* = fish + *kerkos* = tail) and refers to the fish-tail-shaped accessory piece of the copulatory complex. It is to be treated as a noun.

**Description (Figs. 14–20)**

Body 418 (363–510; n = 6) long, fusiform, with elongate peduncle; broad cephalic region; greatest width of trunk 67 (51–82; n = 6), usually at level of male copulatory organ. Cephalic lobes moderately to poorly developed; head organs and cephalic glands indistinct. Four eyespots; members of posterior pair larger than those of anterior pair, usually confluent just anterior to pharynx. Pharynx subspherical, 22 (19–25; n = 7) in diameter. Haptor globose, 53 (41–65; n = 4) long, 57 (53–64; n = 3) wide. Anchors similar; each with well-developed superficial root, short deep root, short straight shaft and elongate recurved point extending past level of tip of superficial anchor root; ventral anchor 19 (17–22; n = 10) long; dorsal anchor 20 (17–25; n = 10) long. Ventral bar 44 (38–49; n = 11) long, V-shaped, delicate, with slightly enlarged ends; dorsal bar 27



**Figs. 14–20** Haptoral and reproductive sclerites of *Demidospermus ichthyocercus* n. sp. 14. Copulatory complex (dorsal view); 15. Ventral bar; 16. Dorsal bar; 17. Ventral anchor; 18. Hook; 19. Dorsal anchor; 20. Vagina. All figures are drawn to the same scale

(25–30;  $n = 8$ ) long, V-shaped, with paddle-like arms of V. Hooks similar; each 14 (13–16;  $n = 8$ ) long, with recurved point, delicate shaft, protruding blunt slightly depressed thumb and delicate shank comprised of single subunit uniform in diameter; hook pairs 5 and 6 with slightly reduced thumbs; FH loop about shank length. Testis 47 (43–52;  $n = 2$ ) long, 25 (19–30;  $n = 2$ ) wide, ovate; vas deferens loops left intestinal caecum, then dilates to form fusiform seminal vesicle, finally loops sinistrally before entering base of male copulatory organ; seminal vesicle lies diagonally in trunk, immediately anterior to vaginal duct; prostatic reservoir not observed. Male copulatory organ 33 (28–39;  $n = 15$ ) long, C-shaped, with large expanded base and wide arcing tubular shaft. Accessory piece 13 (10–14;  $n = 8$ ) long, arises from proximal end of base of male copulatory organ, with shape of homocercal fishtail, serves as guide for distal portion of male copulatory organ. Germarium fusiform or pyriform, 66–67 ( $n = 1$ ) long, 21–22 ( $n = 1$ ) wide. Oviduct, Mehlis' gland and uterus not observed. Vaginal pore sinistral, with irregular dorsal lip; vaginal vestibule large, extends to or past mid-line of trunk; vaginal canal arises from distal end of vaginal vestibule, occasionally with several loops before expanding to form funnel-shaped attachment to seminal receptacle; margins of seminal receptacle indistinct. Vitelline follicles coextensive with intestinal caeca; bilateral bands of follicles confluent posterior to pharynx and gonads; transverse vitelline duct immediately anterior to ovary.

#### Remark

*Demidospermus ichthyocercus* n. sp. is easily differentiated from all congeneric species by having a C-shaped male copulatory organ and a fishtail-shaped accessory piece.

#### *Demidospermus paravalenciennesi* Gutiérrez & Suriano, 1992

**Host and locality:** Pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil; 22 July 2009 (new locality record).

**Site:** Gills.

**Specimens studied:** 20 voucher specimens, USNPC 102366, INPA 521a–i, BMNH 2009.10.22.15–19.

**Previous records:** Ex *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Gutiérrez & Suriano, 1992; Kritsky & Gutiérrez, 1998; Gutiérrez & Martorelli, 1999); Itaipu Reservoir, Brazil (Cohen & Kohn, 2008); Rio Guandu, Brazil (Santos et al. 2007).

**Measurements** [dimensions from Kritsky & Gutiérrez (1998) follow those of the present study in brackets, respectively]: Body 396 (330–500;  $n = 8$ ) [254 (180–312)] long; greatest width 69 (53–86;  $n = 8$ ) [81 (63–96)]. Haptor 57 (48–68;  $n = 7$ ) [46 (39–54)] long, 62 (55–70;  $n = 7$ ) [78 (67–87)] wide. Pharyngeal diameter 24 (21–29;  $n = 6$ ) [19 (16–22)]. Male

copulatory organ 71 (60–83; n = 12) [63 (60–68)] long. Ventral anchor 22 (20–25; n = 11) [20–21] long; dorsal anchor 21 (17–24; n = 10) [21 (20–22)] long. Ventral bar 64 (60–69; n = 10) [67 (60–80)] long; dorsal bar 54 (50–58; n = 11) [52 (48–60)] long. Hook pair 1 – 22 (20–25; n = 11) [21–22] long; pair 2 – 13 (12–14; n = 10) [12 (11–14)] long; pairs 3–6 – 15 (14–16; n = 19) [14–15] long; pair 7 – 18 (15–20; n = 11) [17–18].

#### Remarks

Comparison of specimens of the present collection with the original description of *D. paravalenciennesi* supports conspecificity. Except for the somewhat larger body size, an apparent result of the different methods of fixation, the specimens obtained from *P. maculatus* from the Rio São Francisco are basically equivalent morphometrically with those reported by Kritsky & Gutiérrez (1998) from the same host in the Rio de la Plata in Argentina.

#### *Demidospermus uncusvalidus* Gutiérrez & Suriano, 1992

**Host and locality:** Pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil; 2 March 2009, 22 July 2009 (new locality record).

**Site:** Gills.

**Specimens studied:** 24 voucher specimens, USNPC 102367, INPA 522a-f, BMNH 2009.10.22.20-24, CHIOC 37293a-d, 37294a-c.

**Previous records:** Ex *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Gutiérrez & Suriano, 1992; Kritsky & Gutiérrez, 1998; Gutiérrez & Martorelli, 1999); Itaipu Reservoir, Brazil (Cohen & Kohn, 2008); Rio Guandu, Brazil (Santos et al. 2007). Ex *Pimelodus* sp.; Itaipu Reservoir, Brazil (Cohen & Kohn, 2008). Ex *Trachelyopterus galeatus* (Auchenipteridae); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Gutiérrez & Suriano, 1992). **Measurements** [dimensions from Kritsky & Gutiérrez (1998) follow those of the present study in brackets, respectively]: Body 714 (513–827; n = 11) [455 (378–532)] long; greatest width 91 (71–118; n = 10)

[109 (87–132)]. Haptor 107 (80–126; n = 9) [85–86] long, 99 (71–117; n = 10) [118 (117–120)] wide. Pharyngeal diameter 34 (25–45; n = 11) [25 (24–26)]. Male copulatory organ 66 (57–75; n = 9) [83 (75–90)] long. Ventral anchor 40 (37–44; n = 11) [37 (35–38)] long; dorsal anchor 42 (37–47; n = 12) [39–40] long. Ventral bar 80 (70–90; n = 11) [64 (58–69)] long; dorsal bar 56 (51–65; n = 11) [45 (39–49)] long. Hook pairs 1 and 7 – 39 (33–43; n = 26) [43 (38–51)] long; pair 2 – 27 (22–29; n = 13) [28 (25–32)] long; pairs 3 and 4 – 17 (15–19; n = 23) [17–20] long; pairs 5 and 6 – 23 (22–26; n = 8) [25 (24–26)].

#### Remarks

*Demidospermus uncusvalidus* was the most common species encountered on *P. maculatus* from the Rio São Francisco and appears to be restricted as a parasite of species of *Pimelodus* Lacépède (Gutiérrez & Suriano, 1992; Kritsky & Gutiérrez, 1998; Gutiérrez & Martorelli, 1999; Cohen & Kohn, 2008; Santos et al. 2007). The record of *D. uncusvalidus* on the auchenipterid *T. galeatus* by Gutiérrez & Suriano (1992) is unconfirmed and may represent an undescribed species of *Demidospermus* (see Kritsky & Gutiérrez, 1998).

#### *Demidospermus* cf. *bdiverticulatum* (Suriano & Incorvaia, 1995) Kritsky & Gutiérrez, 1998

Syn. *Paramphocleithrium bdiverticulatum* Suriano & Incorvaia, 1995

**Host and locality:** Pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus* Lacépède (Pimelodidae); Rio São Francisco, near Três Marias (18°12'32"S, 45°15'41"W), State of Minas Gerais, Brazil; 2 March 2009, 22 July 2009 (new locality record).

**Site:** Gills.

**Specimens studied:** 3 voucher specimens (damaged), USNPC 102364.

**Previous records:** Ex *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Suriano & Incorvaia, 1995; Kritsky & Gutiérrez, 1998); Itaipu Reservoir, Brazil (Cohen & Kohn, 2008). Ex *P. albicans* (Pimelodidae); Rio de la Plata, Buenos Aires, Argentina (Kritsky & Gutiérrez, 1998; Gutiérrez, 2001). Ex *Auchenipterus osteomystax*

(Auchenipteridae); Itaipu Reservoir, Brazil (Cohen & Kohn, 2008).

#### Remarks

The identification of the three specimens as *D. bidiverticulatum* is based solely on the comparative morphology of the male copulatory organ. All available specimens had their haptors torn off during the collection process. As a result, the present record requires confirmation.

#### Discussion

The rich fish fauna of the São Francisco Basin includes native and endemic components as well as recently introduced species resulting from human activity. The basin primarily shares components with the coastal rivers of the Brazilian Shield and less so with the Paraná-Paraguay drainage (Hubert & Renno, 2006). Although effects on the biodiversity are poorly understood, both natural and artificial watershed transpositions have been documented as means of dispersal of some fish species between river drainages in South America. With regard to the São Francisco Basin, Filho & Buckup (2005) described an artificial watershed transposition between the Rio Piumhi (Rio Paraná Basin) and the Rio Ribeirão Sujo (São Francisco Basin) with the building of the Furnas Hydroelectric Power Dam in the upper Paraná Basin during the early 1960s. Not only could the watershed transposition between the Rio Piumhi and Rio Ribeirão Sujo have had a major impact on the existing composition of the fish fauna in the São Francisco Basin (Filho & Buckup, 2005), it may have resulted in the dispersal of monogenoids to conspecifics or closely related fish hosts naturally occurring in the two basins.

Froese & Pauly (2009) and Dei Tos, et al. (2002) indicate that *Pimelodus maculatus* occurs in both the São Francisco drainage and within the Platina Basin (= Rio Paraná, Rio de la Plata and other associated major river systems in southern South America). Although not an endemic, the fish is considered native to the São Francisco Basin (Alves & Pompeu, 2005). The dactylogyrids parasitising the fish represent species both shared and unique to the respective river basins. Previous surveys of the dactylogyrids infesting *P. maculatus* from the

Platina Basin in Brazil and Argentina have recorded seven species of *Demidospermus* (*D. armostus*, *D. uncusvalidus*, *D. leptosynophallus*, *D. bidiverticulatum*, *D. cornicinus*, *D. paravaleciennesi* and *D. valenciennesi*) and *Ameloblastella platensis*. The present study suggests that of these species, *D. leptosynophallus*, *D. cornicinus* and *A. platensis* apparently do not occur within the São Francisco Basin (but see ‘Remarks’ for *A. paranaensis*), whereas the two new species, *D. ichthyocercus* and *A. satoi*, are absent in the Rio Paraná and Rio de la Plata basins; the remaining dactylogyrid species from *P. maculatus* occur in both river systems.

While host-switching and/or sampling error might be involved, dactylogyrids restricted to the respective drainage systems suggest that some speciation on *P. maculatus* may have occurred independently in the two drainages. However, it is uncertain whether the species shared between the two river basins originated on the original stock of *P. maculatus* that was presumably present when the São Francisco and Platina basins were formed or whether their occurrence in the two basins resulted from mixing of once isolated populations through watershed transpositions caused by human or natural activity. In any case, dispersal from one basin to the other should be considered in biogeographical studies associated with the parasites recorded from southern South America.

**Acknowledgements** The following are gratefully acknowledged for support of this study: Dr Yoshimi Sato, leader of the EPT/CODEVASF, Três Marias, Minas Gerais, CEMIG-GT/CODEVASF and Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/IBAMA, Minas Gerais, for providing logistical and material support during collections of hosts; Dr Anna Kohn (Laboratório de Helmintos Parasitos de Peixes, Instituto Oswaldo Cruz), Dr Marcelo Knoff (Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz) and Dr Eric Hoberg and Pat Pilitt, (United States National Parasite Collection) for allowing us to examine helminth specimens in their care. CMM was supported by a student fellowship from CAPES (Bex 0750-09-3).

#### References

- Alves, C. B. M., & Pompeu, P. C. (2001). A fauna de peixes da bacia do rio das Velhas no final do Século. XX. In: Alves, C. B. M., & Pompeu, P. S. (Eds) *Peixes do rio das Velhas: passado e presente*. Belo Horizonte: SEGRAC, pp. 165–187.
- Alves, C. G. M., & Pompeu, P. S. (2005). Historical changes in the Rio das Velhas fish fauna – Brazil. *American Fisheries Society Symposium*, 45, 587–602.

- Brasil-Sato, M. C. (2003). Parasitos de peixes da bacia do São Francisco. In: Godinho, H. P., & Godinho, A. L. (Eds.), *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, pp. 149–165.
- Cohen, S. C., & Kohn, A. (2008). New data on species of *Demidospermus* (Dactylogyridae: Monogenea) parasitizing fishes from the reservoir of the Itaipu Hydroelectric Power Station, Paraná State, Brazil, with new synonymies. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17, 167–170.
- Dei Tos, C., Barbieri, G., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., & Suzuki, H. I. (2002). Ecology of *Pimelodus maculatus* (Siluriformes) in the Corumbá Reservoir, Brazil. *Cybiu*, 26, 275–282.
- Filho, O. M., & Buckup, P. A. (2005). A poorly known case of watershed transposition between the São Francisco and upper Paraná river basins. *Neotropical Ichthyology*, 3, 449–452.
- França, J. G., Isaac, A., Pavanelli, G. C., & Takemoto, R. M. (2003). Dactylogyridae (Monogenea) from the gills of *Iheringichthys labrosus* (Osteichthyes: Pimelodidae) from the upper Paraná River floodplain, Brazil, with the proposal of *Pseudovancleaveus* n. g. *Systematic Parasitology*, 54, 25–31.
- Froese, R., & Pauly, D., (Eds). (2009). FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (08/2009).
- Gutiérrez, P. A. (2001). Monogenean community structure on the gills of *Pimelodus albicans* from Río de la Plata (Argentina): a comparative approach. *Parasitology*, 122, 465–470.
- Gutiérrez, P. A., & Martorelli, S. R. (1999). The structure of the monogenean community on the gills of *Pimelodus maculatus* in Río de la Plata (Argentina). *Parasitology*, 119, 177–182.
- Gutiérrez, P. A., & Suriano, D. M. (1992). Ancyrocephalids of the genus *Demidospermus* Suriano, 1983 (Monogenea) parasites from siluriform fishes in Argentina, with descriptions of three new species. *Acta Parasitologica*, 37, 169–172.
- Hubert, N., & Renno, J.-F. (2006). Historical biogeography of South American freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 33, 1414–1436.
- Humason, G. L. (1979). *Animal tissue techniques* (4th Edit.). San Francisco: W. H. Freeman and Company, 661 pp.
- Kohler, H. C. (2003). Aspectos geocológicos da bacia hidrográfica do São Francisco (primeira aproximação na escala 1:1 000 000). In: Godinho, H. P., & Godinho, A. L. (Eds) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, pp. 25–35.
- Kritsky, D. C., Boeger, W. A., & Thatcher, V. E. (1985). Neotropical Monogenea. 7. Parasites of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescription of *Dawestrema cycloancistrum* Price and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 98, 321–331.
- Kritsky, D. C., & Gutiérrez, P. A. (1998). Neotropical Monogeneoidea. 34. Species of *Demidospermus* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) from the gills of pimelodids (Teleostei, Siluriformes) in Argentina. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 65, 147–159.
- Kritsky, D. C., Mendoza-Franco, E. F., & Scholz, T. (2000). Neotropical Monogeneoidea. 36. Dactylogyrids from the gills of *Rhamdia guatemalensis* (Siluriformes: Pimelodidae) from cenotes of the Yucatan Peninsula, Mexico, with proposal of *Ameloblastella* gen. n. and *Aphanoblastella* gen. n. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Comparative Parasitology*, 67, 76–84.
- Kritsky, D. C., & Thatcher, V. E. (1976). New monogenetic trematodes from freshwater fishes of western Colombia with the proposal of *Anacanthoroides* gen. n. (Dactylogyridae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 43, 129–134.
- Lundberg, J. G. (1993). African-South American freshwater fish clades and continental drift: problems with a paradigm. In: Goldblatt, P. (Ed.) *Biological relationships between Africa and South America*. New Haven: Yale University Press, pp. 156–199.
- Lundberg, J. G., Marshall, L. G., Guerrero, J., Horton, B., Malabarba, M. C. S. L., & Wesselingh, F. (1998). The stage for Neotropical fish diversification: A history of tropical South American rivers. In: Malabarba, L. R., Reis, R. E., Vari, R. P., Lucena, Z. M., & Lucena, C. A. S. (Eds) *Phylogeny and classification of neotropical fishes*. Porto Alegre: EDIPUCRS, pp. 13–48.
- Mendoza-Franco, E. F., & Scholz, T. (2009). New dactylogyrids (Monogenea) parasitizing the gills of catfishes (Siluriformes) from the Amazon River Basin in Peru. *Journal of Parasitology*, 95, 865–870.
- Mizelle, J. D. (1936). New species of trematodes from the gills of Illinois fishes. *American Midland Naturalist*, 17, 785–806.
- Mizelle, J. D., & Price, C. E. (1963). Additional haptor hooks in the genus *Dactylogyrus*. *Journal of Parasitology*, 49, 1028–1029.
- Ribeiro, F. R. V., & Lucena, C. A. S. (2006). A new species of *Pimelodus* La Cépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) from the Rio São Francisco drainage, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 4, 411–418.
- Santos, M. D., Lemos-Pita, S. R. L. C., & Brasil-Sato, M. C. (2007). Metazoan parasite fauna of *Pimelodus maculatus* La Cépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) from the Guandu river, Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 29, 101–107.
- Suriano, D. M., & Incorvaia, I. S. (1995). Ancyrocephalid (Monogenea) parasites from siluriform fishes from the Paranean-Platean ichthyogeographical province in Argentina. *Acta Parasitologica*, 40, 113–124.

## **Anexo V**

# HELMINTOS ENDOPARASITOS DE *Pimelodus maculatus* LACÉPÈDE, 1803, (ACTINOPTERYGII, PIMELODIDAE) DE DUAS LOCALIDADES (LAGOA E CALHA DO RIO) DO RIO GUANDU, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

MARCIA C. ALBUQUERQUE<sup>1</sup>; MICHELLE D. SANTOS<sup>2</sup>; CASSANDRA M. MONTEIRO<sup>1</sup>;  
AMANDA N. MARTINS<sup>1</sup>; NICOLE B. EDERLI<sup>1</sup>; MARILIA C. BRASIL-SATO<sup>3</sup>

**ABSTRACT:**- ALBUQUERQUE, M.C.; SANTOS, M.D.; MONTEIRO, C.M.; MARTINS, A.N.; EDERLI, N.B.; BRASIL-SATO, M.C. [The endoparasitic helminths of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 Siluriformes, Pimelodidae) from the two localities (Lagoon and gutter of the River) of the Guandu River, State of Rio de Janeiro, Brazil]. Helminths endoparasitos de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) de duas localidades (lagoa e calha do rio) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 17, supl. 1, p. 113-119, 2008. Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Caixa Postal 74.539, BR 465, Km 7, Seropédica, RJ. 23890-000, Brasil. E-mail: mcbsato@ufrj.br

Between November 2003 and March 2004, forty specimens of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 from Guandu River and thirty-nine from Guandu Lagoon (Nova Iguaçu, RJ) were collected, for the analysis of endoparasitic fauna. A total of 236 specimens of *Cucullanus pinnai* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Nematoda, Cucullanidae) were collected, being 163 adult specimens in the gut, three in the stomach and 70 larvae in the celomatic cavity and seven specimens of adults *Nomimoscolex* sp. (Eucestoda, Proteocephalidea) in the gut were found. *Cucullanus pinnai* presented prevalence (P) 77.50%, mean intensity (MI) 3.40 and mean abundance (MA) 2.60 on River and P: 66.67%, MI: 5.04, MA: 3.36 on Lagoon. *Nomimoscolex* sp. presented on River P: 2.50%, MI: 2.00, MA: 0.05, and P: 10.26%, MI: 1.25, MA: 0.13 on Lagoon. There was not significant positive interspecific association on the lagoon. In this research, the endoparasitic richness of *P. maculatus* was scarcest than similar studies in Guandu River and others rivers of different basins. The results about *C. pinnai* could be suggesting that the cycle of *C. pinnai* evolve only a host, occurring a histotrophic fase, in this case, in *P. maculatus*. Periodic analysis of the endoparasites indices in *P. maculatus* through the years may be used to describe the hydric quality of the Guandu River.

**KEY WORDS:** *Pimelodus maculatus*, *Cucullanus pinnai*, *Nomimoscolex* sp., Guandu River, Guandu Lagoon.

## RESUMO

Entre novembro de 2003 e março de 2004, foram coletados 40 espécimes de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, provenientes do Rio Guandu e 39 da Lagoa Guandu (localizados no município de Nova Iguaçu, RJ), para análise de sua endoparasitofauna. Foram encontrados 236 *Cucullanus pinnai* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Nematoda, Cucullanidae), sendo 163 espécimes adultos no intestino, três no estômago e 70 larvas na

cavidade celomática e sete espécimes de *Nomimoscolex* sp. (Eucestoda, Proteocephalidea) adultos no intestino. *Cucullanus pinnai* apresentou, no Rio, prevalência (P) 77,50%, intensidade média (IM) 3,40 e abundância média (AM) 2,60 e, na Lagoa, P: 66,67%, IM: 5,04, AM: 3,36. *Nomimoscolex* sp. apresentou os seguintes valores, no Rio, P: 2,50%, IM: 2,00, AM: 0,05, e, na Lagoa, P: 10,26%, IM: 1,25, AM: 0,13. Na Lagoa, houve associação interespecífica positiva sem covariação significativa. A riqueza endoparasitária de *P. maculatus* nessa pesquisa, foi escassa quando comparada àquelas registradas em rios de outras bacias. Para *C. pinnai*, sugere-se que em seu ciclo ocorra uma fase histotrófica, constituindo *P. maculatus*, único hospedeiro. A análise periódica dos índices endoparasitários em *P. maculatus*, ao longo dos anos, poderá ser usada para descrever a qualidade da água do Rio Guandu.

<sup>1</sup>Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (CPGCV), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ. – Bolsista CAPES.

<sup>2</sup>CPGCV, UFRRJ, Seropédica, RJ. Bolsista CNPq.

<sup>3</sup>Departamento de Biologia Animal, UFRRJ, BR 465, Km 7, Caixa Postal 74.539, Seropédica, RJ 3.890-000, Brasil. E-mail: mcbsato@ufrj.br

**PALAVRAS-CHAVE:** *Pimelodus maculatus*, *Cucullanus pinnai*, *Nomimoscolex* sp., Rio Guandu, Lagoa Guandu.

## INTRODUÇÃO

*Pimelodus maculatus*, peixe dulcícola, conhecido como “mandi”, “mandi-amarelo”, “bagre pintado”, “bagre amarillo”, “bagre overo”, “bagre branco” ou “mandi tinga”, encontra-se distribuído por vários países da América do Sul, como Uruguai, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Guianas, tendo como localidade tipo o Rio da Prata, na Argentina. No Brasil, ocorre em todos os istemas hídricos. *Pimelodus maculatus* apresenta como sinônimos juniores *P. clarias* Lacépède, 1803, e *P. clarias maculatus* Bloch, 1795 (FOWLER, 1951).

O alimento principal varia conforme as zonas, ingerindo aqueles organismos disponíveis em maior proporção e sua ampla distribuição em águas continentais deve-se à grande adaptabilidade de seu regime alimentar (BASILE-MARTINS et al., 1986). Ovulíparo, *P. maculatus* utiliza o período de dezembro a fevereiro para desova, em posturas sucessivas (GODINHO et al., 1977). Frequentador de fundo, Gneri e Angelescu (1951) incluem-no como um organismo transportador-preparador, considerando-o um premineralizador no ciclo da matéria em ambiente aquático.

O sistema integrado Rio Paraíba do Sul-Guandu abastece 22 municípios fluminenses, incluindo 80% da população da Região Metropolitana. Em uma distância de aproximadamente 400 metros da tomada d'água da CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos), o Rio Guandu passa a ser receptor das águas dos rios Poços/Queimados e Ipiranga/Cabuçu, ocasionando a elevação do seu nível pela própria barragem da CEDAE na captação, dando origem a uma área de remanso denominada Lagoa Guandu, cujas águas seguirão em direção ao Rio Guandu, fazendo parte deste (FEEMA, 1989, 2001). Há atividade pesqueira no Rio Guandu, principalmente no município de Nova Iguaçu, próximo à Estação de Tratamento de Águas do Guandu (ETAG) e *P. maculatus*, dentre outros peixes, são consumidos pela comunidade ribeirinha e também comercializados durante todo o ano por pescadores desse município nas adjacências da Rodovia BR 465.

Estudos sobre a fauna parasitária são relevantes em virtude da expansão mundial da piscicultura. O diagnóstico dos agentes causadores de patologias nos peixes e os problemas que causam, poderão ser eliminados ou pelo menos minimizados. Além disso, a facilidade de observação dos parasitos, tanto dentro quanto fora de seus hospedeiros, torna os parasitos de peixes bons indicadores de poluição, pois os custos para a coleta e análise da presença/ausência, prevalência, intensidade e abundância são reduzidos (MOSER, 1991). No caso do Rio Guandu, o conhecimento da fauna parasitária dos peixes merece a atenção dos pesquisadores, pois nele foram registrados sérios problemas de poluição (FEEMA, 2001). A despeito disso, ainda há no Rio Guandu certa diversidade de peixes e outros organismos aquáticos. Em alguns ambientes de água doce, estudos foram realizados com o intuito de estabelecer possíveis relações entre a poluição e o parasitismo

dos peixes (KHAN; THULIN, 1991; POULIN, 1992). A fauna parasitária dos peixes provenientes da bacia do Rio Guandu foi estudada recentemente (SILVA, 2003; ABDALLAH, 2004; ABDALLAH et al., 2005; SANTOS et al., 2007; AZEVEDO et al., 2007; BACHMANN et al., 2007). Santos et al. (2007) investigaram pela primeira vez os parasitos metazoários de *P. maculatus* do Rio Guandu, fornecendo dados importantes sobre os grupos de parasitos e índices parasitários desta espécie de peixe nesta bacia. A parasitofauna de *P. maculatus* proveniente de outros sistemas hídricos em território brasileiro é relativamente conhecida, tendo sido estudada por diversos autores.

Visando o monitoramento das condições bióticas da bacia do Rio Guandu e contribuindo para ampliar os conhecimentos sobre a biologia de *P. maculatus*, o presente trabalho teve como objetivo analisar a fauna de endoparasitos metazoários de *P. maculatus* de dois locais de coleta da bacia do Rio Guandu (um trecho da calha principal do Rio Guandu e na Lagoa Guandu, região de remanso), fornecer dados relativos à prevalência, intensidade média e abundância média endoparasitária e verificar possíveis influências do sexo, do comprimento total e do local de coleta dos hospedeiros sobre esses índices. A comunidade de endoparasitos metazoários deste estudo é comparada com àquelas registradas por Santos et al. (2007) do Rio Guandu e de *P. maculatus* de outros sistemas hídricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *P. maculatus* foram coletados por pescadores no Rio Guandu (próximo à tomada d'água da ETAG, Km 19,5 da Rodovia BR 465) e na Lagoa Guandu (distância de aproximadamente 400 metros da tomada d'água da ETAG) com o auxílio de redes e tarrafas. As coletas foram efetuadas no período compreendido entre novembro de 2003 e março de 2004.

Após as coletas, os peixes foram medidos (comprimento total), pesados e, posteriormente, necropsiados. Foram examinados 79 espécimes de *P. maculatus*, sendo 40 provenientes do Rio Guandu e 39 da Lagoa Guandu. Em ambos os locais de coleta, foram examinados espécimes em que não foi possível visualizar a gônada, tendo sido identificados como hospedeiros de sexo indeterminado. Esses peixes não foram classificados como jovens, porque suas medidas (comprimento e peso) tiveram valores superiores aos dos machos da amostra. Dos 40 peixes coletados no Rio Guandu, 24 eram fêmeas com comprimento total médio  $26,2 \pm 3,9$ cm (18,8 a 33,0cm) e peso  $183,1 \pm 73,8$ g (75,0 a 360,0g); 12 eram machos com comprimento total  $23,5 \pm 2,6$ cm (20,5 a 28,5cm) e peso  $122,5 \pm 38,7$ g (80,0 a 185,0g) e quatro (sem sexo identificado) com comprimento total  $23,6 \pm 3,8$ cm (19,9 a 28,5cm) e peso  $140,0 \pm 64,6$ g (85,0 a 220,0g). Dos 39 peixes provenientes da Lagoa, 22 eram fêmeas com comprimento total  $27,1 \pm 2,3$ cm (22,5 a 31,9cm) e peso  $188,6 \pm 57,6$ g (105,0 a 310,0g); 13 eram machos com comprimento total  $23,3 \pm 1,7$ cm (20,6 a 26,0cm) e peso  $123,8 \pm 26,3$ g (85,0 a 165,0g); e quatro (sem

sexo identificado) com comprimento total  $25,8 \pm 4,7$ g ( $21,1$  a  $30,4$ g) e peso  $157,5 \pm 78,5$ g ( $75,0$  a  $245,0$ g).

As fêmeas de *P. maculatus* foram significativamente maiores e mais pesadas que os machos, tanto no Rio quanto na Lagoa Guandu (Rio:  $t=2,14$ ,  $p=0,04$  e  $t=2,65$ ,  $p=0,01$ ; Lagoa:  $t=5,31$ ,  $p<0,0001$  e  $t=3,80$ ,  $p=0,0006$ ), porém, não houve diferença significativa do comprimento total e do peso entre machos ( $t=0,040$ ,  $p=0,96$ ;  $t=0,10$ ,  $p=0,92$ , respectivamente) e entre fêmeas ( $t=0,95$ ,  $p=0,34$ ;  $t=1,02$ ,  $p=0,31$ , respectivamente) provenientes dos dois ambientes de coleta.

Os espécimes de Eucestoda e Nematoda encontrados foram fixados e processados de acordo com Eiras et al. (2000).

As análises estatísticas aplicadas às infrapopulações parasitárias seguiram Zar (1996). O teste *t* de Student foi utilizado para avaliar a influência do sexo dos hospedeiros sobre o comprimento total e peso dos mesmos. Através do teste *U* de Mann-Whitney, avaliou-se a possível influência do sexo e do local de coleta dos hospedeiros sobre a intensidade e abundância dos parasitos. O coeficiente de correlação por postos de Spearman ( $r_s$ ) foi utilizado para avaliar a influência do comprimento total dos hospedeiros sobre a intensidade e abundância dos parasitos. O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi usado para verificar a correlação entre a prevalência parasitária (após prévia transformação angular dos dados) e as classes de tamanho dos hospedeiros, as quais foram estimadas pela fórmula de Sturges (STURGES, 1926). Através do teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ), com correção de Yates, analisou-se a influência do local de coleta dos hospedeiros sobre a prevalência dos parasitos. O teste exato de Fisher foi usado para analisar a prevalência dos parasitos em relação ao sexo dos hospedeiros. A associação interespecífica dos parasitos foi avaliada pelo o índice de Dice e testada pelo Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ).

Os testes citados somente foram aplicados para as espécies de parasitos com prevalência superior a 10%, de acordo com a recomendação de Bush et al. (1990) e o nível de significância estatístico adotado foi de  $p \leq 0,05$  (ZAR, 1996). Os termos parasitológicos utilizados, tais como prevalência, intensidade média e abundância média, foram utilizados de acordo com Margolis et al. (1982) e Bush et al. (1997).

## RESULTADOS

Na amostra de *P. maculatus* foram encontrados apenas dois grupos taxonômicos de endoparasitos, Nematoda e Eucestoda, representados por espécimes de *Cucullanus pinnai* Travassos, Artigas e Pereira, 1928 (Cucullanidae) (CHIOC 36986; CHIOC 36987) e *Nomimoscolex* sp. (Proteocephalidea) (CHIOC 36988), respectivamente. Dos 79 espécimes de mandis examinados, 58 (73,42%) estavam parasitados por pelo menos um dos dois grupos encontrados, sendo que, apenas um peixe, estava parasitado unicamente por cestóides.

Do total de 243 espécimes de parasitos coletados, 236 (97,12%) eram *C. pinnai* e sete (2,88%) eram *Nomimoscolex* sp. Os valores da prevalência, da intensidade média e da abundância média dos grupos de parasitos dos peixes do Rio e da Lagoa Guandu estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Prevalência, intensidade média e abundância média dos endoparasitos de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, coletados no período entre novembro de 2003 e março de 2004, nas localidades (Rio e Lagoa Guandu) da bacia do Rio Guandu, região de Nova Iguaçu, RJ.

Índices Parasitários	<i>Cucullanus pinnai</i>		<i>Nomimoscolex</i> sp.	
	Rio	Lagoa	Rio	Lagoa
Prevalência (%)	77,5	66,67	2,50	10,26
Intensidade média	3,4	5,04	2,00	1,25
Abundância média	2,6	3,36	0,05	0,13

No Rio Guandu, foram coletados 105 espécimes de *C. pinnai*, dentre os quais 80 adultos (76,19%) no intestino, três adultos (2,86%) no estômago e 22 larvas (20,95%) na cavidade celomática. Na Lagoa Guandu, foram coletados 13 espécimes de *C. pinnai*, 83 adultos (63,36%) no intestino e 48 larvas (36,64%) na cavidade celomática. A prevalência, intensidade média e abundância média (índices parasitários) dos nematóides, de acordo com o local de infecção, estão relacionados na Tabela 2.

Tabela 2. Prevalência (P), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de *Cucullanus pinnai* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 (Nematoda, Cucullanidae), de acordo com os locais de infecção em *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, coletados no período entre novembro de 2003 e março de 2004, nas duas localidades (Rio e Lagoa Guandu) da bacia do Rio Guandu, Nova Iguaçu, RJ.

Local de Infecção	Rio			Lagoa		
	P (%)	IM	AM	P (%)	IM	AM
Intestino	65,0	3,1	2,0	66,7	3,2	2,1
Cavidade celomática	20,0	2,8	0,6	15,4	8,0	1,2
Estômago	5,0	1,5	0,1	-	-	-

Na Lagoa Guandu, quatro peixes estavam parasitados por *Nomimoscolex* sp., uma fêmea com dois espécimes, duas fêmeas com um espécime e um macho com um espécime, totalizando cinco espécimes de cestóides. No Rio Guandu, uma fêmea estava parasitada com dois espécimes de cestóides. Em ambos locais de coleta, os cestóides parasitaram o intestino dos hospedeiros.

Do total de peixes da amostra da Lagoa, quatro estavam parasitados por espécimes dos dois grupos taxonômicos. A análise estatística para associação interespecífica revelou que, mesmo havendo associação positiva entre as espécies, essa associação não foi significativa (Dice = 0,20;  $\chi^2 = 0,03$ , 0,90  $< p < 0,75$ ). No Rio, apenas um peixe estava parasitado pelos dois grupos de parasitos.

Nas análises estatísticas em que foi avaliada a influência do sexo sobre os índices parasitários, não foram considerados os mandis cujo sexo não pôde ser determinado.

A prevalência dos cestóides no Rio Guandu foi inferior a 10%. Dessa forma, foi realizado apenas o teste estatístico de comparação das prevalências dessa espécie entre os locais de coleta dos hospedeiros. Por outro lado, na Lagoa Guandu não

houve possibilidade de serem realizados testes que avaliassem a intensidade dos cestóides sobre os aspectos biométricos dos hospedeiros, por causa do baixo número de peixes parasitados.

O sexo dos hospedeiros não influenciou significativamente os índices parasitários dos *C. pinnai* em ambos os locais de coleta, assim como não influenciou a prevalência e abundância de *Nomimoscolex* sp. da Lagoa Guandu (Tabela 3).

Não houve influência do comprimento total dos hospedeiros (em intervalos de classes de tamanho) sobre a prevalência, intensidade e abundância dos nematóides, em ambos os locais de coleta, nem sobre a prevalência e abundância dos cestóides da Lagoa Guandu (Tabela 4).

Tabela 3. Análise dos índices endoparasitários sob a possível influência do sexo de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, coletados no período entre novembro de 2003 e março de 2004, na bacia do Rio Guandu (Rio e Lagoa Guandu), Nova Iguaçu, RJ.

Endoparasitos	Local de coleta	Prevalência		Intensidade		Abundância	
		Fisher <sup>a</sup>	p	U	p	U	p
<i>Cucullanus pinnai</i>	Rio	0,95	0,10	92,50	0,93	143,00	0,99
	Lagoa	0,08	0,60	47,00	0,81	102,00	0,17
<i>Nomimoscolex</i> sp.	Lagoa	0,56	1,00	-	-	134,00	0,76

<sup>a</sup>Teste exato de Fisher; U: teste de Mann-Whitney; p: nível de significância ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 4. Análise dos índices parasitários sob possível influência do comprimento total de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, coletados nas duas localidades (Rio e Lagoa Guandu), no período entre novembro de 2003 e março de 2004, na bacia do Rio Guandu, Nova Iguaçu, RJ.

Endoparasitos	Local de coleta	Prevalência		Intensidade		Abundância	
		r	p	rs	p	rs	p
<i>Cucullanus pinnai</i>	Rio	0,22	0,63	0,13	0,77	-0,19	0,68
	Lagoa	-0,23	0,61	0,33	0,46	0,62	0,13
<i>Nomimoscolex</i> sp.	Lagoa	0,24	0,60	-	-	0,32	0,48

r: coeficiente de correlação de Pearson; rs: coeficiente de correlação por postos de Spearman; p: nível de significância ( $p \leq 0,05$ ).

Apesar da prevalência dos nematóides ter sido mais elevada nos mandis provenientes do Rio, e da intensidade média e abundância média terem obtido maiores valores nos peixes provenientes da Lagoa, essas diferenças não foram significativas ( $\chi^2=0,68$ ,  $p=0,41$ ;  $U=369,50$ ,  $p=0,47$ ;  $U=729,00$ ,  $p=0,62$ , respectivamente). O local de coleta dos hospedeiros, também não influenciou significativamente a prevalência de *Nomimoscolex* sp., mesmo ela tendo sido mais elevada nos mandis da Lagoa ( $\chi^2=0,91$ ,  $p=0,34$ ).

## DISCUSSÃO

A parasitofauna de *P. maculatus* é relativamente conhecida. Travassos e Freitas (1940), Kohn e Fróes (1986), Moravec et al. (1993a, 1993b), Moreira (1994), Pavanelli et al. (1997), Brasil-Sato (1999, 2003), Brasil-Sato e Pavanelli (1998, 1999, 2004) e Bachmann et al. (2007) estudaram a comunidade pa-

rasitária deste hospedeiro proveniente de diferentes sistemas hídricos. Santos et al. (2007) analisaram a fauna parasitária dos mandis do Rio Guandu.

Estudos anteriores revelaram em *P. maculatus* diversidade e riqueza de endoparasitos. Thatcher (1991) relatou os nematóides *Spinitectus sternopygi* Petter, 1984 e *Sprentascaris pimelodi* Petter & Cassone, 1984 em *P. maculatus* e em *P. clarias* listou os digenéticos *Crepidostomum platense* Szidat, 1951, *Halipegus tropicus* (Manter, 1936) e *Parspina argentinensis* (Szidat, 1954) e os nematóides *Agamonema* sp. (larvas), *C. pinnai*, *Eustrongylides* sp. (larvas), *Philometra baylisi* Vaz & Pereira, 1934, *Rondonia rondoni* Travassos, 1920 e *Spirocamallanus intermedius pimelodi* Pinto, Fabio, Noronha & Rolas, 1974, totalizando onze espécies. Brasil-Sato (1999) encontrou 17 espécies de endoparasitos no Rio São Francisco e 20 em *P. maculatus* do Rio Paraná. Brasil-Sato e Pavanelli (2004) registraram os digenéticos *C. platense*, *Creptotrema creptotrema* Travassos, Artigas & Pereira, 1928, *Plehnella coelomica* Szidat, 1951, *Prosthenhystera obesa* (Diesing, 1850) Travassos, 1920, metacercárias de *Clinostomum* sp. e *Diplostomum* sp. no Rio São Francisco e *Thometrema overstreeti* (Brooks, Mayer & Thorson, 1979) Lunaschi, 1988, *C. platense*, *C. creptotrema*, *P. coelomica*, *P. obesa*, metacercárias de *Clinostomum* sp. e *Diplostomum* sp. e uma espécie não identificada em *P. maculatus* do Rio Paraná. Além dos Digenea, Brasil-Sato (2003) relacionou para a bacia do São Francisco os cestóides *Monticellia loyolai* Pavanelli & Machado dos Santos, 1992, *Nomimoscolex* sp., uma espécie não identificada e larvas de uma espécie não identificada, os nematóides *Spirocamallanus freitasi* Moreira, Oliveira & Costa, 1991, *C. pinnai*, *Dichelyne* sp., *Philometra* sp. e larvas não identificadas. O acantocéfalo *Neoechinorhynchus pimelodi* foi descrito por Brasil-Sato e Pavanelli (1998) e seus aspectos ecológicos e reprodutivos foram avaliados por Brasil-Sato e Pavanelli (1999). No Rio Paraná também foram registrados por Brasil-Sato (1999) os cestóides *M. loyolai*, *Nomimoscolex* sp., *Valipora* sp. e larvas de cestóides não identificados, os nematóides *Spirocamallanus* sp., *C. pinnai*, *Philometra* sp., *Monhysterides* sp., *Goezia* sp. e larvas não identificadas e os acantocéfalos *Neoechinorhynchus* sp. e *Quadrigrus machadoi* Fábio, 1983.

Santos et al. (2007) encontraram em mandis provenientes do Rio Guandu, cinco espécies de endoparasitos: metacercárias de *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928); o cestóide *Nomimoscolex* sp.; os nematóides *C. pinnai* e *Procamallanus* sp. (jovem); e um espécime de cistacanto não identificado. No entanto, os endoparasitos com prevalência mais elevada foram *C. pinnai* (dominante) e *Nomimoscolex* sp.

Nesse sentido, pode-se inferir que a endoparasitofauna de *P. maculatus*; na bacia do Rio Guandu, está representada predominantemente por duas espécies, *C. pinnai* e *Nomimoscolex* sp., pelo fato de Santos et al. (2007) terem encontrado esses parasitos com prevalência consideravelmente mais altas que a dos outros endoparasitos, assim como terem sido essas espécies registradas no presente trabalho.

Outros fatos devem ser ressaltados: a ausência de espécimes de Digenea nos mandis do presente estudo e nas tainhas analisadas por Silva (2003); o não-aparecimento de espécimes de Digenea adultos; e a escassez de espécies e espécimes de metacercárias nos mandis pesquisados por Santos et al. (2007) e nos lambaris examinados por Abdallah (2004). No caso do mandi de outros sistemas hídricos, foi indicada sua potencialidade como hospedeiro definitivo e intermediário para digenéticos. Halvorsen (1971) propôs que relacionamentos entre hospedeiros e parasitos são constantes, a despeito de diferenças limnológicas ou geográficas. Wootten (1973) confirmou essa hipótese, pois, ao estudar as comunidades de parasitos de uma mesma espécie de peixe de localidades limnológicas diferentes, encontrou semelhanças nessas comunidades. No sistema Guandu, os índices parasitários das duas espécies (grupos) de parasitos encontrados neste trabalho e por Santos et al. (2007) foram similares, indicando manutenção dos ciclos desses parasitos ao longo do tempo. Além disso, verifica-se que essas espécies foram encontradas também por Brasil-Sato (1999), nos rios São Francisco e Paraná, havendo, portanto, similaridades das comunidades parasitárias de *P. maculatus* do Rio Guandu em relação às outras bacias. No entanto, a riqueza endoparasitária muito baixa neste sistema (e ausência de digenéticos adultos), indica que alterações influenciaram negativamente as comunidades de parasitos, evidenciando a falta de relacionamento biótico de *P. maculatus*, comparado às comunidades parasitárias dos Rios São Francisco e Paraná, visto que nematóides, assim como acantocéfalos e cestóides utilizam geralmente artrópodes como hospedeiros intermediários; e os digenéticos utilizam moluscos, que são elementos da dieta alimentar de *P. maculatus*.

Sistemas aquáticos em todo o mundo estão cada vez mais contaminados com substâncias químicas tóxicas (KHAN; THULIN, 1991; POULIN, 1992). Esse fato pode ser observado com facilidade na bacia do Rio Guandu, pois várias são as atividades potencialmente poluidoras que afetam direta ou indiretamente esta bacia, como esgotos domésticos, efluentes de atividade agropecuárias e efluentes industriais (FEEMA, 2001). Esse fato, que pode estar sendo responsável pela pobreza endoparasitária de *P. maculatus* nesta bacia, uma vez que existem diversas formas da poluição afetar a fauna parasitária de peixes. O efeito pode ser direto sobre o peixe, causando imunodepressão, o que poderia conduzir a uma melhor aquisição de parasitos, afetando de forma positiva o parasitismo ou, de outra maneira, a poluição poderia afetar de forma negativa o parasitismo, diretamente, prejudicando os estágios larvais de vida livre, ou indiretamente, reduzindo a população de hospedeiros intermediários (KHAN; THULIN, 1991; POULIN, 1992; MACKENZIE et al., 1995), o que provavelmente deve ser o caso das comunidades parasitárias de *P. maculatus* do Rio Guandu. Estudos das influências diretas ou indiretas da poluição orgânica, pH ou eutrofização dos ambientes aquáticos sobre as riquezas de espécies de parasitos, a composição da comunidade parasitária e estrutura dessa co-

munidade em peixes, tem recebido cada vez mais atenção dos pesquisadores das áreas afins (SCHLUDERMANN et al., 2003).

A prevalência e a abundância média de *C. pinnai* adultos foi elevada no intestino dos hospedeiros de ambos os locais de coleta, contudo, foram obtidos valores elevados de prevalência e intensidade média de larvas na cavidade celomática dos peixes (sendo maior nos hospedeiros provenientes da Lagoa do que nos do Rio). Anderson (1992) destacou algumas evidências de espécies de Cucullanidae que têm ciclos heteroxeno, usando vertebrados como hospedeiros intermediários. Porém, ainda segundo Anderson (1992), alguns cucullanídeos também podem substituir o hospedeiro intermediário vertebrado pela fase histotrófica no próprio hospedeiro definitivo. Brasil-Sato (1999) classificou *C. pinnai* como especialista para *P. maculatus*, em virtude dos elevados índices parasitários neste hospedeiro dos Rios São Francisco e Paraná e do vasto registro desse cucullanídeo em *P. maculatus* na literatura científica. Considerando que cada parasito apresenta diferentes graus de especificidade ao hospedeiro, de forma que a rigidez da especificidade depende principalmente do íntimo contato entre parasito e hospedeiro, das características fisiológicas e ecológicas do hospedeiro, da uniformidade do ambiente, da dieta do parasito, do modo de infecção/infestação e da idade filogenética do sistema hospedeiro-parasito (SHULMAN, 1961), é provável que *C. pinnai* utilize *P. maculatus* na bacia hidrográfica do Rio Guandu (mais especificamente Rio e Lagoa Guandu) como hospedeiro intermediário e definitivo, envolvendo fases histotróficas e evolutivas para adulto respectivamente, sendo altamente específico. Essa idéia pode ser alicerçada pela baixa riqueza parasitária desse hospedeiro neste ambiente, em relação a outros ambientes límnicos, indicando baixa disponibilidade alimentar, porém com manutenção da prevalência elevada de *C. pinnai*, sugerindo que esse parasito não necessita de outro hospedeiro (intermediário) para completar seu ciclo. Shulman (1961) ainda destacou que a especificidade como processo dinâmico apresenta-se em contínua mudança e desenvolvimento no curso evolutivo, o que poderia justificar o desenvolvimento da fase histotrófica no ciclo de vida de *C. pinnai* nesse hospedeiro deste sistema hídrico. Contudo, estudos mais detalhados sobre esse aspecto devem ser realizados.

Os aspectos biométricos encontrados neste trabalho corroboram os verificados por Brasil-Sato (1999) e Santos et al. (2007), pois o tamanho e o peso dos mandis machos foram significativamente menores que as fêmeas nos dois locais de coleta estudados, confirmando um padrão de diferença entre os sexos desses peixes.

Não houve influência do sexo nos níveis de infecção por parasitos no presente estudo, sugerindo que hospedeiros machos e fêmeas têm semelhança ecológica na utilização dos itens alimentares. Também não houve influência do local de coleta sobre os grupos de parasitos, visto que houve equivalência qualitativa da endoparasitofauna dos hospedeiros dos dois ambientes. Isso se deve, provavelmente, ao contato en-

tre as águas do Rio e da Lagoa Guandu, possibilitando a passagem de peixes de um ambiente para o outro, de forma que teriam relação alimentar com os mesmos itens. No entanto, o local de coleta pode estar envolvido nas diferenças dos índices parasitários dos cestóides, possivelmente favorecendo a predação de hospedeiros intermediários no ambiente Lagoa em relação ao Rio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, V.D. *Metazoários parasitos dos Lambaris, Astyanax bimaculatus Linnaeus, 1758; A. paraguayae Eigenmann, 1908 e Oligosarcus hepsetus Cuvier, 1829 (Osteichthyes: Characidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. 2004. 41f. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.
- ABDALLAH, V.D.; AZEVEDO, R.K.; LUQUE, J.L. Community ecology of metazoan parasites of *Cyphocharax gilbert* (Quoy e Gaimard, 1824) (Characiformes: Curimatidae) from Guandu river, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 14, n. 4, p. 154-159, 2005.
- ANDERSON, R.C. *Nematode parasites of vertebrates. Their Development and Transmission*. Cambridge: CAB International, 1992. 587p.
- AZEVEDO, R.K.; ABDALLAH, V.D.; LUQUE, J.L. Community ecology of metazoan parasites of *Astronotus ocellatus* (Cope, 1872) (Perciformes: Cichlidae) from Guandu river, State of Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 16, n. 1, p. 15-20, 2007.
- BACHMANN, F.; GREINERT, J.A.; BERTELLI, P.W.; FILHO, H.H.S.; LARA, N.O.T.; GHIRALDELLI, L.; MARTINS, M. L. Parasitofauna de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes: Pimelodidae) do Rio Itajaí-Açu em Blumenau, Estado de Santa Catarina, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 29, n. 1, p. 109-114, 2007.
- BASILE-MARTINS, M.A.; CIPÓLLI, M.N.; GODINHO, H.M. Alimentação do mandi *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), de trechos dos Rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 13, n. 1, p. 17-19, 1986.
- BRASIL-SATO, M.C. *Ecologia das comunidades de parasitos metazoários de Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Siluroidei: Pimelodidae) das bacias do Rio São Francisco, Três Marias, MG e do Rio Paraná, Porto Rico*. 1999. 255f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1999.
- BRASIL-SATO, M.C. Parasitos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINH, H. P.; GODINHO, A. L. (Orgs.). *Águas, peixes e pescadores de São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: Pucminas, 2003. 458p.
- BRASIL-SATO, M.C.; PAVANELLI, G.C. Digenea de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) das bacias dos Rios São Francisco e Paraná, Brasil. *Parasitologia Latinoamericana*, v. 59, n. 3-4, p. 123-131, 2004.
- BRASIL-SATO, M.C.; PAVANELLI, G.C. Ecological and reproductive aspects of *Neoechinorhynchus pimelodi* Brasil-Sato e Pavanelli (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) of *Pimelodus maculatus* Lacépède (Siluroidei, Pimelodidae) of the São Francisco River, Brazil. *Brasil. Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, n. 1, p. 73-82, 1999.
- BRASIL-SATO, M.C.; PAVANELLI, G.C. *Neoechinorhynchus pimelodi* sp. n. (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803, da bacia do rio São Francisco, Três Marias, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 15, n. 4, p. 1003-1011, 1998.
- BUSH, A.O.; AHO, J.M.; KENNEDY, C.R. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology*, v. 4, n. 1, p. 1-20, 1990.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: EDUEM, 2000. 171p.
- FEEMA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Rio Guandu e dos rios da baixada da baía de Sepetiba, períodos de 1990 a 1999*. Rio de Janeiro: FEEMA, 2001. 33p.
- FEEMA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Guandu – Qualidade da água da bacia hidrográfica e Estação de Tratamento*. Rio de Janeiro: FEEMA, 1989. 76p.
- FOWLER, H.W. Os peixes de água doce do Brasil. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo*, v. 6, n.1, p. 405-625, 1951.
- GNERI, F.S.; ANGELESCU, V. La nutrición de los peces iliófagos, en relacion con el metabolismo general del ambiente acuático. *Ciências Zoológicas*, v. 2, n. 1, p. 1-44, 1951.
- GODINHO, H.M.; BASILE-MARTINS, M.A.; FENERICH, N.A.; NARAHARA, N.Y. Fecundidade e tipo de desova do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 37, n. 4, p. 737-744, 1977.
- HALVORSEN, O. Studies of helminth fauna of Norway. XVIII. On the composition of the parasite fauna of coarse fish in the river Glomma, South-eastern Norway. *Norway Journal of Zoology*, v. 19, n. 1, p. 181-192, 1971.
- KHAN, R.A.; THULIN, J. Influence of Pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology*, v. 30, n. 1, p. 201-238, 1991.
- KOHN, A.; FROÉS, O.M. *Saccocoelioides godovy* n. sp. (Haploporidae) and other trematodes parasites of fishes from the Guaíba estuary, RS, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 83, n. 3, p. 293-298, 1986.

- MACKENZIE, K.; WILLIAMS, H.H.; WILLIAMS, B.; MCVICAR, A.H.; SIDALL, R. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in Parasitology*, v. 35, n. 1, p. 85-144, 1995.
- MARGOLIS, L.; ESCH, G.W.; HOLMES, J.C.; KURIS, A.M.; SCHAD, G.A. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc communittee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, v. 68, n. 1, p. 131-133, 1982.
- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, M. M. Nematodes parasites of fishes of the Paraná river, Brazil. Part 2. Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuroidea. *Folia Parasitologica*, v. 40, n. 2, p. 115-134, 1993a.
- MORAVEC, F.; KOHN, A.; FERNANDES, M. M. Nematodes parasites of fishes of the Paraná river, Brazil. Part 3. Camallanoidea and Dracunculoidea. *Folia Parasitologica*, v. 40, n. 2, p. 211-229, 1993b.
- MOREIRA, N. I. B. *Alguns nematódeos parasitos de peixes na represa de Três Marias, bacia do Rio São Francisco, Minas Gerais*. 1994. 102f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.
- MOSER, M. Parasites as biological tags. *Parasitology Today*, v. 7, n. 7, p. 182-185, 1991.
- PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M. Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. 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.
- POULIN, R. Toxic pollution and parasitism in freshwater fish. *Parasitology Today*, v. 8, n. 2, p. 58-61, 1992.
- SANTOS, M.D.; LEMOS-PITA, S.R.L.; BRASIL-SATO, M.C. Metazoan parasite fauna of *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) from the Guandu river, Rio de Janeiro State, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 29, n.1, p. 101-107, 2007.
- SCHLUDERMANN, C.; KONECNY, R.; LAIMGRUBER, S.; LEWIS, J.W.; SCHIEMER, F.; CHOVANEC, A.; SERES, B. Fish macroparasites as indicators of heavy metal pollution in river sites in Austria. *Parasitology*, v. 126, n. 7, p. 61-69, 2003.
- SHULMAN, S.S. Specificity of fish parasites. In: DOGIEL, V. A.; PETRUSHEVSKI, G. K.; POLYANSKI, Y.I. (Eds.). *Parasitology of fishes*. London: Oliver and Boyd, 1961. 384p.
- SILVA, A.M. *Parasitos metazoários de Mugil liza Valenciennes, 1836 (Perciformes, Mugilidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. 2003. 47f. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.
- STURGES, H.A. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, v. 21, n. 1, p. 65-66, 1926.
- THATCHER, V.E. *Amazon Fish parasites*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1991. 571p.
- TRAVASSOS, L.; FREITAS, J.F.T. Relatório da excursão científica realizada na zona da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil em julho de 1939. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 35, n. 3, p. 525-556, 1940.
- WOOTEN, R. The metazoan parasite-fauna of fish from Hanningfield Reservoir, Essex in relation to features of the habitat and host populations. *Journal of Zoology*, v. 171, n. 1, p. 323-331, 1973.
- ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice may, 1996. 662p.

Recebido em 30 de abril de 2008.

Aceito para publicação em 14 de setembro de 2008.

## Habitat selection and maturation of *Saccocoelioides nanii* (Digenea: Haploporidae) in *Prochilodus argenteus* (Actinopterygii: Prochilodontidae) from the São Francisco River, Brazil

Cassandra M. Monteiro<sup>1</sup> & Marília C. Brasil-Sato<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 7, Caixa Postal 74539, 23851-970 Seropédica, RJ, Brazil.

<sup>2</sup> Corresponding author. E-mail: mcbsato@ufrj.br

**ABSTRACT.** This work examined the possible preference of *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954 for the three major intestinal portions of *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 and statistically evaluated whether the river water level dynamic interfered in the parasite's ecological parameters and in its transmission to the definitive host. One-hundred-fifty specimens of *P. argenteus* were collected in July, 2003 (dry season) and in January, 2004 (rainy season) in the upper São Francisco River, State of Minas Gerais, Brazil. Of the 150 hosts, 96 (64%) were parasitized by *S. nanii*. The mean intensity and abundance were  $32.6 \pm 34.8$  and  $20.8 \pm 31.9$ , respectively, and the range of infection intensity was from 1 to 177. The abundance of *S. nanii* was higher in the middle intestine than in either the anterior or posterior portions. This selection could be evidence of niche restriction to facilitate mating. The proportion of non-pregnant specimens of *S. nanii* was higher in the dry season as well as the intensity and abundance. At least two hypotheses can be considered for elucidated this inference: the presence/absence or change in the quantity of some substance in the host body amending/inhibits the reproduction of the parasite or that non-pregnant specimens corresponds to newly recruited individuals who did not have time to reproduce.

**KEY WORDS.** Niche; parasite ecology, São Francisco Basin.

Species of *Saccocoelioides* Szidat, 1954 live in the intestine of freshwater and occasionally estuarine fish in North and South America (OVERSTREET & CURRAN 2005). KOHN (1985) presented new morphological data, measurements and figures of the syntypes of *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954. DYER *et al.* (1999) described *Saccocoelioides agnostomum* Dyer, Bunkley-Williams & Williams Jr, 1999 and provided a summary of the genus *Saccocoelioides*. LIZAMA *et al.* (2006) analyzed the influence of seasonal and environmental patterns and host reproduction on *S. nanii* and other metazoan parasites of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836). They showed that the abundance of the latter was higher during the reproductive period of the host, and that the prevalence was positively correlated with water temperature. There is no available information on the distribution of *S. nanii* and the species' preference for a particular portion of the host's intestine. Other aspects of the biology of *S. nanii* are also unknown, such as life cycles and the correlation between host and parasite reproductive periods. *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829, known popularly as the "curimatá-pacú", is a detritivorous species (ALVIM & PERET 2004) that migrates long distances (GOMES & VERANI 2003). It is endemic to the São Francisco River and makes up a considerable portion of the fish catch in the upper São Francisco region (SATO *et al.* 1996).

The rainy and dry seasons are well defined in the upper São Francisco basin. The beginning of the rainy season and the associated limnological changes trigger the start of reproduction of migratory spawning fish species (LOWE-McCONNELL 1987).

In this paper, the possible preference of *S. nanii* for some portions of the intestine of *P. argenteus* is evaluated, as well as whether the river water level dynamics interferes in with the parasite's ecology, and thus with its transmission to the definitive host.

### MATERIAL AND METHODS

One-hundred and fifty specimens of *P. argenteus* were collected in July, 2003 (dry season – 89 specimens) and in January, 2004 (rainy season – 61 specimens) in the region of the upper São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam (18°12'32"S, 45°15'41"W), in the municipality of Três Marias, State of Minas Gerais, Brazil. In the necropsies, the intestine was divided into three portions: anterior, middle and posterior. The specimens of Digenea found in the infected hosts were counted to compose the three infrapopulations based on each intestinal portion. Specimens were processed according to AMATO *et al.* (1991) to obtain permanent slides, and identified according to TRAVASSOS *et al.* (1969).

The prevalence, intensity and abundance of *S. nanii* were calculated for all samples combined, and in separate, for the two rainfall periods (rainy and dry), and abundance was also calculated separately for the anterior (AI), middle (MI) and posterior intestinal (PI) portions. To determine whether the *S. nanii* parasites were more abundant at a particular portion of the intestine, the Friedman test ( $\chi^2$ ) and the Mann-Whitney (U) test were used to detect possible pair-wise differences in abundance. In the statistical analyses, all hosts included were parasitized in at least one intestinal region. The helminths of hosts that showed abundance greater than or equal to the mean of each season were separated into two groups: not pregnant (without eggs in the uterus) and pregnant (with eggs in the uterus). The Chi-square ( $\chi^2$ ) test was used to compare the proportion of pregnant and non-pregnant specimens of *S. nanii* between the two periods (rainy and dry). The Chi-square test with Yates' correction was used to verify if the prevalence (P) was influenced by the rainfall dynamic of the São Francisco River, and the Mann-Whitney test to evaluate the variation in intensity (I) and abundance (A) of parasites. The ecological terminology follows BUSH *et al.* (1997) and the statistical tests followed ZAR (1996), to the level of significance,  $p < 0.05$ . Voucher specimens of the host were deposited in the Museu de Zoologia of the Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brazil (MZUSP 95167), and specimens of *S. nanii* in the Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil (CHIOC 36917, 36918a, b).

## RESULTS

Of the 150 hosts examined, 96 (64%) were parasitized by *S. nanii*. The prevalence, range, mean intensity and mean abundance of *S. nanii* are given for the total sample, and for the two rainfall periods (Tab. I). The abundance at the different intestinal portions (Tab. II), and the proportion of pregnant and non-

pregnant individuals in each rainfall period (Tab. III) are also presented.

The intensity and abundance of the parasites were higher in the dry season ( $I = 41.21 \pm 38.42$ ,  $A = 30.56 \pm 37.68$ ) than in the rainy season ( $I = 13.50 \pm 10.97$ ,  $A = 6.64 \pm 10.22$ ) ( $U = 425.50$ ,  $p < 0.0001$  and  $U = 1472.00$ ,  $p < 0.0001$ , respectively). There was no significant difference in the prevalence of *S. nanii* between the two sampling periods ( $\chi^2 = 8.74$ ,  $p = 1.508$ ).

Thirteen hosts had only parasites at one portion of the intestine: one in the anterior intestine (7.69%), ten in the middle intestine (76.92%) and two in the posterior intestine (15.38%). The abundance of *S. nanii* was higher in the middle intestine ( $A = 11.17 \pm 20.77$ ) than in the anterior ( $A = 5.23 \pm 9.88$ ) or posterior ( $A = 4.43 \pm 0.10$ ) of *P. argenteus* ( $\chi^2_r = 23.93$ ,  $p < 0.0001$ ) (AI – MI:  $U = -3.96$ ,  $p < 0.0001$ ; AI – PI:  $U = -1.11$ ,  $p = 0.266$ ; MI – PI:  $U = -4.84$ ,  $p < 0.001$ ), respectively. The proportion of non-pregnant specimens of *S. nanii* in the samples was higher in the dry season ( $\chi^2 = 18.01$ ,  $p < 0.0001$ ).

## DISCUSSION

In general, helminths are highly specific (STOCK & HOLMES 1988), and are characterized by having habitat preferences within specific host sites. Each parasite occupies its own habitat, since the resources are limited in the host (SUKHDEO 1990). This study has shown that the middle intestine of *P. argenteus* is the region most commonly used by *S. nanii*. This preference could be a result of a niche restriction that facilitates mating (ROHDE 1994). The anterior and posterior portions of the intestine were rarely infected by other adult helminths, and may be considered underexploited, thus constituting vacant niches available for colonization by *S. nanii*. Although the middle intestine was region most heavily parasitized by *S. nanii*, the distribution of individuals of this species along the entire intestine may represent a low level of specialization of this host

Table I. Prevalence, range, mean intensity, mean abundance of *S. nanii* of *P. argenteus*, from the São Francisco River, Três Marias, Minas Gerais, Brazil.

Seasons	Prevalence (%)	Range	Mean intensity	Mean abundance
Rainy season	49.18	1 – 50	$13.50 \pm 10.97$	$6.64 \pm 10.22$
Dry season	74.15	1 – 177	$41.21 \pm 38.42$	$30.56 \pm 37.68$
Total	64.00	1 – 177	$32.55 \pm 34.84$	$20.83 \pm 31.93$

Table II. Abundance of *S. nanii* in the different intestinal portions of *P. argenteus*, from the São Francisco River, Três Marias, Minas Gerais, Brazil.

Intestinal portion	Abundance
Anterior	$5.23 \pm 9.88$
Middle	$11.17 \pm 20.77$
Posterior	$4.43 \pm 0.10$

Table III. Proportion of pregnant and non-pregnant specimens of *S. nanii* of *P. argenteus*, from the São Francisco River, Três Marias, Minas Gerais, Brazil, in the rainfall periods.

Rainfall periods	Pregnant (%)	Non-pregnant (%)
Dry	27.30	72.70
Rainy	41.55	58.45

regarding infection site, directly related to its high tolerance to the physiological conditions in each portion of the intestine (STOCK & HOLMES 1988). It is possible that the absence of other helminths allows *S. nanii* to expand its distribution to other areas with available resources to accommodate a greater number of parasites through occupation of a broader range of niches. The latter would be difficult in the presence of competitors (POULIN 2007).

LIZAMA *et al.* (2006) showed that the abundance of *S. nanii* in *P. lineatus* was higher during the rainy season the same is valid during the dry season for *S. nanii* in *P. argenteus*. Abiotic factors can interfere directly and/or indirectly in the development of parasites (POULIN 1996). Changes in water temperature, for example, can have a direct influence on the free-living larval stages of parasites, and can indirectly affect their growth, maturation, and reproduction inside their hosts (POJMÁNSKA 1995). Alterations in the physical-chemical parameters of the water at the beginning of the rainy season trigger the start of the spawning season of *P. argenteus*, which occurs from November to January (SATO *et al.* 2003). The presence of non-pregnant individuals in both dry and rainy seasons suggests that the biological cycle of *S. nanii* was maintained in the two periods and that it was not synchronized with that of the host. Similarly, there were digenetic specimens with the uterus filled with eggs in both seasons. These results indicate a discrete seasonal maturation pattern for *S. nanii*. However, the proportion of non-pregnant digenetics in the infrapopulations was higher in the dry season, probably due to an increase in larval recruitment by the definitive host in this period. The presence of pregnant specimens of *S. nanii* in the two periods indicates that there is no synchronization between the reproduction of the parasite and the host. It also demonstrates that the intermediate and definitive hosts of *S. nanii* share the same environment both in the rainy and dry seasons, thus permitting the continuity of the parasite's biological cycle. The abundance of *S. nanii* in the dry season was a reflection of the greater number of non-pregnant specimens at infrapopulation, since the number of adults did not change significantly. From this observation, two hypotheses can be generated: 1) non-pregnant specimens may be a result of physiological changes in the host, which may have impacted the reproduction of the parasite. Hosts have mechanisms to maintain their homeostasis, i.e. their physical and chemical parameters within specified levels (COMBES 2001). Changes in hormones and other substances related to sexual maturation and reproduction, however, may impact the egg production in *S. nanii*; 2) non-pregnant specimens can be considered newly recruited individuals who have not had enough time to mature. Studies on the life cycle of species of *Saccocoelioides* address only the developmental stages that occur in the aquatic environment and in the invertebrate host (see MARTORELLI 1988, DÍAZ & GONZÁLEZ 1990). Therefore, there is no information available about the time needed for sexual maturation and early reproduction in the definitive host. However,

DÍAZ *et al.* (2009) elucidated the life cycle of *Culuwiya tilapiae* (Nazir & Marval, 1976) in Venezuela, and compared it to that of other living species *Culuwiya* Overstreet & Curran, 2005 and *Saccocoelioides tarpesensis* Díaz & González, 1990 (Haploporidae). They considered the life-cycle of all these species to be similar, at least in the early stages of development. *Culuwiya tilapiae* needs approximately 23 days inside the host to start reproduction (DÍAZ *et al.* 2009). If the cycle of *S. nanii* follows a similar pattern to that of other species in the family, non-pregnant specimens found in the gut of *P. argenteus* can correspond to newcomers who have not yet started eggs production.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank Ivan B.M. Sampaio of the Veterinary School of Universidade Federal de Minas Gerais for delineating the statistical analyses of the data; to Yoshimi Sato, Estação de Hidrobiologia e Piscicultura of CODEVASF for the resources, to CEMIG/CODEVASF working arrangement, to UFRRJ/IBAMA (MG) technical-scientific agreement co-operation for providing logistical and material support; to Philip J. Scholl for English revision, and the Capes for a postgraduate scholarship grant to the first author.

## LITERATURE CITED

- ALVIM, M.C.C. & A.C. PERET. 2004. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco river in Três Marias, MG, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 64 (2): 195-202.
- AMATO, J.F.A.; W.A. BOEGER & S.B. AMATO. 1991. *Protocolos para Laboratório: Coleta e Processamento de Parasitos de Pescado*. Seropédica, Gráfica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 81p.
- BUSH, A.O.; K.D. LAFFERTY; J.M. LOTZ & A.W. SHOSTAK. 1997. Parasitology meets Ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *Journal of Parasitology* 83 (4): 575-583.
- COMBES, C. 2001. *Parasitism: The ecology and Evolution of Intimate Interactions*. Chicago, The University of Chicago Press, 728p.
- DÍAZ, M.T. & T.G. GONZÁLEZ. 1990. Ciclo de vida de *Saccocoelioides tarpezensis* n. sp. (Trematoda: Haploporidae). *Acta Científica Venezolana* 41: 327-336.
- DÍAZ, M.T.; A.K. BASHIRULLAH; L.E. HERNÁNDEZ & E. GÓMEZ. 2009. Life cycle of *Culuwiya tilapiae* (Nazir y Gómez, 1976) (Trematoda: Haploporidae) in Venezuela. *Revista Científica de América Latina* 19 (5): 439-445.
- DYER, W.G.; L. BUNKLEY-WILLIAMS & E.H. WILLIAMS JR. 1999. *Saccocoelioides agonostomus* sp. nov. (Digenea: Haploporidae) from the Mountain Mullet and the Serajo Goby in Puerto Rico, with a Summary of the Genus. *Caribbean Journal of Science* 35 (3-4): 225-230.
- GOMES, J.H.C. & J.R. VERANI. 2003. Alimentação de espécies de peixes do reservatório de Três Marias, p. 195-228. In:

- GODINHO, H.P. & A.L. GODINHO (Eds). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte, PUC Minas, 468p.
- KOHN, A. 1985. On the species described by Szidat in 1954 in the genus *Saccocoelioides* (Digenea: Haploporidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 80 (4): 611-622.
- LIZAMA, M.L.P.L.; R.M. TAKEMOTO & G.C. PAVANELLI. 2006. Influence of the seasonal and environmental patterns and host reproduction on the metazoan parasites of *Prochilodus lineatus*. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 49 (4): 611-622.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. London, Cambridge University Press, 400p.
- MARTEORELLI, S.R. 1988. Estudios parasitológicos en biotopos lenticos de la República Argentina III. El ciclo biológico de *Saccocoelioides carolae* Lunaschi (Digenea) parásito de *Cichlasoma facetum* (Jenyns, 1842) (Pisces: Cichlidae). **Neotrópica** 32: 125-132.
- OVERSTREET, R.M. & C.C. CURRAN. 2005. Family Haploporidae Nicoll, 1914, p. 129-165. In: A. JONES; R.A. BRAY & D.I. GIBSON (Eds). **Keys to Trematoda**. London, CAB International and The Natural History Museum, vol. 2, 745p.
- POJMÁNSKA, T. 1995. Seasonal dynamics of occurrence and reproduction of some parasites in four cyprinid fish in ponds. III. Digenea, Cestoda, Crustacea and Hirudinea. **Acta Parasitologica** 40 (3): 142-147.
- POULIN, R. 1996. The evolution of life history strategies in parasitic animals. **Advances in Parasitology** 37 (1): 107-134.
- POULIN, R. 2007. **Evolucionary Ecology of Parasites**. Princeton, Princeton University Press, 332p.
- ROHDE, K. 1994. Niche restriction in parasites: proximate and ultimate causes. **Parasitology** 109: 69-84.
- SATO, Y.; E.L. CARDOSO; A.L. GODINHO & H.P. GODINHO. 1996. Hypophysation parameter of the fish *Prochilodus marggravii* obtained in routine hatchery station conditions. **Brazilian Journal of Biology** 56 (1): 56-59.
- SATO, Y.; N. BAZZOLI; E. RIZZO; M.B. BOSCHI & M.O.T. MIRANDA. 2003. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico curimatá-pacú (*Prochilodus argenteus*), p. 327-345. In: H.P. GODINHO & A.L. GODINHO (Eds). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte, PUC Minas, 468p.
- STOCK, T.M. & J.C. HOLMES. 1988. Functional relationships and microhabitat distributions of enteric helminths of grebes (Podicipedidae): the evidence for interactive communities. **Journal of Parasitology** 74 (2): 214-227.
- SUKHDEO, M.V. 1990. Habitat selection: a hypothesis. **Parasitology Today** 6 (7): 234-237.
- TRAVASSOS, L.; J.F.T. DE FREITAS & A. KOHN. 1969. Trematódeos do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 67: 1-886.
- ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, Prentice Hall, X+918p.

Submitted: 02.VI.2009; Accepted: 24.VI.2010.

Editorial responsibility: Marcus V. Domingues

