

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**METAZOÁRIOS PARASITOS DOS LAMBARIS *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski,
2000, *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 E *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE) COLETADOS NO RIO BATALHA, MÉDIO RIO
TIETÊ, SP, BRASIL**

Aline de Almeida Camargo

Botucatu

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**METAZOÁRIOS PARASITOS DOS LAMBARIS *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski,
2000, *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 E *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE) COLETADOS NO RIO BATALHA, MÉDIO RIO
TIETÊ, SP, BRASIL**

Aline de Almeida Camargo

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Doro Abdallah Kozlowiski

Coorientador: Prof. Dr. Rodney Kozlowiski de Azevedo

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de
Botucatu, como parte dos requisitos exigidos para a
obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas,
Área de concentração: Zoologia.

Botucatu

2015

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TEC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECARIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Almeida Camargo, Aline.

Metazoários parasitos dos lambaris *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Characidae) coletados no rio Batalha, médio rio Tietê, SP, Brasil / Aline Almeida Camargo. - Botucatu, 2015

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientadora: Vanessa Doro Abdallah Kozlowiski

Coorientador: Rodney Kozlowiski de Azevedo

Capes: 21300003

1. *Astyanax* (Peixe) - Distribuição sazonal. 2. Lambari (Peixe). 3. Parasito.

Palavras-chave: *Astyanax*; Lambari; Parasitos; Rio Batalha; Sazonalidade.

Dedicatória

*“ Obrigada PROFESSOR, pela persistência,
pela transmissão do conhecimento, dedicação, desempenho,
profissionalismo, mudança, pelos puxões de orelha,
divertimento, educação, respeito, competência,
capacidade, pelas tentativas incansáveis de nos fazer refletir,
por nos fazer ouvir e entender “estrelas”, por tudo,
por ter sido realmente PROFESSOR.*

*Com sua excelência, conseguiu nos fazer descobrir um mundo novo,
fantástico, espetacular, tirar as pedras do caminho.*

*Conseguiu nos fazer criar, recriar, começar e recomeçar,
seus ensinamentos ficarão para sempre guardados em mim.*

Considero-me MESTRE,

*MESTRE do saber, da busca incessante pelo conhecimento
porque o Senhor me fez ser e agir assim.*

Obrigada!”

(Jefferson Divino – modificado)

*Dedico esse trabalho aos meus melhores professores. Aos professores da vida, meus amados pais
Clelia Camargo e Jaime Camargo. E aos meus orientadores Vanessa Kozlowiski e Rodney
kozlowiski*

Agradecimentos

A Deus pelo milagre da vida e ao aperfeiçoamento pessoal diário contribuindo para a minha evolução em vida e em espírito.

Aos meus amados pais pelo exemplo e apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos meus queridos avós pelas bênçãos e proteção.

Aos meus queridos e amados irmãos Adriano e Alexandre pelo carinho e amor.

Aos meus orientadores Vanessa Kozlowiski e Rodney Kozlowiski pela paciência, direcionamento, amizade e confiança.

Ao meu namorado Luiz Gilloni por todo o amor, carinho e companheirismo que me dedicou todos esses dias.

Aos meus queridos amigos/irmãos Thais Santiago, Márcio Hirano, Vinícius Bertotti, Willian Gilloni e Renata Bacho por tudo, pela paciência, sinceridade, carinho e confiança.

A todos os funcionários e a Universidade do Sagrado Coração por tornarem possível a realização desse trabalho.

Aos meus queridos e estimados amigos do laboratório de Ictioparasitologia da Universidade do Sagrado Coração por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos da realização dessa dissertação de mestrado, em especial, Natacha, Larissa, Thaíssa, Rodrigo, Débora e Diego.

Ao professor Dr. Reinaldo José da Silva pelo exemplo, profissionalismo e por ter contribuído em diversos momentos da minha vida desde a minha iniciação científica.

Ao professor Dr. Fábio Foresti e aos seus alunos de pós-graduação Manolo e Sandro.

Aos funcionários do Departamento de Água e Esgoto (DAE) de Bauru.

A professora Dra. Jandira Talamoni e ao seu aluno de iniciação científica Bruno.

Ao laboratório de parasitologia de animais silvestres (LAPAS) e a todos que contribuíram para a realização desse trabalho, especialmente, Aline Acosta, Aline Zago, Lidiane Firmino e Lidiane Franceschini.

E, principalmente, ao CNPq, CAPES e FAPESP pelo apoio científico e financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
<i>Parasitismo em peixes e suas implicações</i>	7
<i>Considerações sobre o gênero Astyanax Baird e Girard (1854)</i>	9
<i>Principais metazoários parasitos de peixes</i>	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
OBJETIVOS GERAIS.....	22
ARTIGO 1.....	23
ABSTRACT.....	24
RESUMO.....	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
RESULTADOS.....	31
DISCUSSÃO.....	39
AGRADECIMENTOS.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ARTIGO 2.....	56
ABSTRACT.....	57
RESUMO.....	58
INTRODUÇÃO.....	59
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS.....	63
DISCUSSÃO.....	69
AGRADECIMENTOS.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
IMAGENS DOS METAZOÁRIOS PARASITOS ENCONTRADOS EM <i>Astyanax altiparanae</i> GARUTTI E BRITSKI, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> VARI E CASTRO, 2007 E <i>Astyanax fasciatus</i> (CUVIER, 1819).....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rio Batalha. O X representa a lagoa de captação de água do Departamento de Água e Esgoto (DAE), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A seta vermelha da esquerda mostra a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e a seta da direita mostra uma área de Cultivo de cana-de-açúcar.	5
Figura 2. A, B e C: Imagens da lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil, em diferentes períodos de coleta.....	6
Figura 3. Exemplares do gênero <i>Astyanax</i> Baird e Girard (1854). A. <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000. B. <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) e C. <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	10
Figura 4. <i>Henneguya</i> sp. encontrado em brânquias de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819).	81
Figura 5. <i>Cacatuocotyle guaibensis</i> Gallas, Calegaro-Marques e Amato, 2014 encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Visão total; B. Haptor; C. Complexo copulatório. .	82
Figura 6. <i>Characithecium</i> sp. encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Haptor; B. Complexo copulatório.	83
Figura 7. <i>Diaphorocleidus kabatai</i> (Molnar, Hanek e Fernando, 1974) Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiyah, 2004 encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Haptor; B. Complexo copulatório.....	84
Figura 8. <i>Diaphorocleidus</i> sp.1 encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Haptor; B. Complexo copulatório.	85

Figura 9. <i>Diaphorocleidus</i> sp.2 encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Haptor; B. Complexo copulatório.	86
Figura 10. <i>Diaphorocleidus</i> sp.3 encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Visão total; B. Haptor; C. Complexo copulatório (seta preta) e vagina (seta vermelha).....	87
Figura 11. <i>Jainus hexops</i> Kritsky e Leiby, 1972 encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Haptor; B. Complexo copulatório.....	88
Figura 12. <i>Auriculostoma</i> sp. encontrado em intestino de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	89
Figura 13. <i>Bacciger delvalleensis</i> Lunaschi, 2001 encontrado em intestino de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	90
Figura 14. <i>Bellumcorpus majus</i> Kohn, 1962 encontrado na superfície de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A: Visão total; B: Ventosa oral.	91
Figura 15. <i>Clinostomum</i> sp. encontrado no coração de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	92
Figura 16. Diplostomidae gen. sp. encontrado no olho de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A e B: Metacercárias de Diplostomidae gen. sp. em diferentes estágios de desenvolvimento.....	93

Figura 17. <i>Contracaecum</i> sp. encontrado no estômago, intestino e gônadas de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000, <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 e <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Região anterior; B. Região posterior.....	94
Figura 18. <i>Heliconema izecksohni</i> Fábio, 1982 encontrado no intestino de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Região anterior; B. Região posterior.	95
Figura 19. <i>Philometroides caudata</i> Moravec, Scholz e Vivas-Rodríguez, 1995 encontrado no intestino de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Região anterior; B. Região posterior.....	96
Figura 20. Distribuição percentual dos espécimes de metazoários parasitos nos períodos “seco” e “chuvoso” entre monogenéticos, digenéticos e nematoides de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	34
Figura 21. Distribuição percentual da riqueza parasitária na amostra de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” da lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	35
Figura 22. <i>Gyrodactylus</i> sp. encontrado em brânquias e superfície de <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A. Haptor; B. Complexo copulatório.....	97
Figura 23. <i>Austrodiplostomum compactum</i> (Lutz, 1928) encontrado no olho de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	98
Figura 24. Distribuição percentual dos espécimes de metazoários parasitos entre monogenéticos, digenéticos e nematoides de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	66
Figura 25. Distribuição percentual da riqueza parasitária na amostra de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Número de parasitos coletados (C); prevalência (P); intensidade média (IM); abundância média (AM) e sítio de infecção/infestação (SI) dos metazoários parasitos em <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	33
Tabela 2. Frequência de dominância e dominância relativa dos metazoários parasitos de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. ...	36
Tabela 3. Valores do Índice de dispersão (ID) e do teste estatístico <i>d</i> dos metazoários parasitos de <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	37
Tabela 4. Média dos parâmetros físico-químicos da água dos períodos “seco” e “chuvoso” mensurados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil, durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014.....	39
Tabela 5. Lista de helmintos já registrados parasitando <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti e Britski, 2000 em outras localidades.....	48
Tabela 6. Número de parasitos coletados (C); prevalência (P); intensidade média (IM); abundância média (AM) e sítio de infecção/infestação (SI) dos metazoários parasitos em <i>Astyanax bockmanni</i> Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	63
Tabela 7. Número de parasitos coletados (C); prevalência (P); intensidade média (IM); abundância média (AM) e sítio de infecção/infestação (SI) dos metazoários parasitos em <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	65
Tabela 8. Frequência de dominância e dominância relativa dos metazoários parasitos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	68
Tabela 9. Valores do Índice de dispersão (ID) e do teste estatístico <i>d</i> dos metazoários parasitos de <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.	68

Tabela 10. Lista de helmintos já registrados parasitando <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) em outras localidades.	73
---	----

RESUMO GERAL

A biodiversidade dos ecossistemas dulcícolas tem sido ameaçada por problemas ambientais e o rio Batalha que pertence à Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha é um exemplo de ambiente que vem sofrendo com várias agressões antrópicas. Nesse sentido, o estudo da ictiofauna parasitária tem um papel fundamental, já que traz diversos indicativos sobre as condições dos ecossistemas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi diagnosticar qualitativamente e quantitativamente as comunidades parasitárias de *Astyanax altiparanae*, *A. bockmanni* e *A. fasciatus* provenientes do rio Batalha. Ao todo, foram coletados 125 peixes e recuperados 1295 parasitos pertencentes a quatro grupos: Myxozoa (*Henneguya* sp.), Monogenea (*Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3 e *Jainus hexops*), Digenea (*Auriculostoma* sp., *Austrodiplostomum compactum*, *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, *Clinostomum* sp. e Diplostomidae gen. sp.) e Nematoda (*Contracaecum* sp., *Cystidicoloides* sp., *Heliconema izecksohni*, *Philometroides caudata* e *Spiroxys* sp.). Para a análise da sazonalidade, foram coletados 44 espécimes de *A. altiparanae* no período “seco” e 31 no período “chuvoso”. Nos dois períodos houve uma prevalência maior de monogenéticos. No período “seco” três espécies de monogenéticos apresentaram correlações positivas e o digenético *B. majus* teve correlação negativa em relação ao comprimento dos hospedeiros. No período “chuvoso” apenas o parasito *Diaphorocleidus* sp.2 apresentou correlação positiva em relação ao comprimento dos seus hospedeiros. Todos os parasitos, com exceção do digenético *B. majus* apresentaram padrão de distribuição agregado para o período “seco”, já no período “chuvoso” todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado. Como foram coletados apenas 19 espécimes de *A. bockmanni*, não foram realizadas análises estatísticas para essa espécie de peixe. Trinta e um espécimes de *A. fasciatus* foram coletados, os monogenéticos representaram a maioria dos espécimes de parasitos recuperados. Todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado e quatro parasitos apresentaram correlações positivas em relação ao comprimento dos hospedeiros. Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a comunidade parasitária de *A. altiparanae* e *A. fasciatus* provenientes do rio Batalha é caracterizada por alta riqueza, diversidade e uniformidade parasitária.

Palavras chave: *Astyanax*, rio Batalha, lambari, parasitos, sazonalidade.

ABSTRACT

The biodiversity of freshwater ecosystems have been threatened by environmental problems and the Batalha river that belongs to the Tietê-Batalha River Basin is an example environment that has suffered from several anthropogenic aggressions. In this sense, the study of parasitic fish fauna plays a key role, since it has several indicative of the conditions of ecosystems. Thus, the objective of this study was to diagnose qualitatively and quantitatively the parasite communities of *Astyanax altiparanae*, *A. bockmanni* and *A. fasciatus* from the Batalha river. In all, 125 fish were collected and recovered 1295 parasites belonging to four groups: Myxozoa (*Henneguya* sp.), Monogenea (*Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3 and *Jainus hexops*), Digenea (*Austrodiplostomum compactum*, *Auriculostoma* sp., *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, *Clinostomum* sp. and Diplostomidae gen. sp.) and Nematoda (*Contraecaecum* sp., *Cystidicoloides* sp., *Heliconema izecksohni*, *Philometroides caudata* and *Spiroxys* sp.). For the analysis of seasonality, were collected 44 specimens of *A. altiparanae* in the "dry" period and 31 in "rainy" period. In both periods there was a higher prevalence of monogenetic. In the "dry" period three species of monogenetic showed positive correlations and the *B. majus* digenetic had negative correlation to the length of the hosts. In the "rainy" period only the parasite *Diaphorocleidus* sp.2 was positively correlated to the length of their hosts. All parasites except the *B. majus* digenetic had aggregated pattern for the "dry" period, in the period "rainy" all parasites showed an aggregated distribution pattern. How were collected only 19 specimens of *A. bockmanni*, were not performed statistical analyzes for this species of fish. Thirty-one *A. fasciatus* specimens were collected and the monogenetic accounted for the majority of parasites recovered specimens. All parasites showed an aggregated distribution pattern and four parasites showed positive correlations with length of hosts. The results obtained in this study indicate that the parasite community of *A. altiparanae* and *A. fasciatus* from the Batalha river is characterized by high richness, diversity and parasitic uniformity.

Keywords: *Astyanax*, Batalha river, lambari, parasites, seasonality.

INTRODUÇÃO GERAL

Recursos hídricos e rio Batalha

São conhecidas no mundo aproximadamente 28.000 espécies de peixes, sendo 13.000 espécies dulcícolas. A maior riqueza e diversidade ictiológica encontra-se na região Neotropical, habitada por 4.475 espécies de peixes válidas, com estimativas de que este valor possa ultrapassar a marca de 6 mil espécies (Reis et al., 2003; Nelson, 2006).

O Brasil possui uma extensão territorial superior a 8.000.000 Km² e é rico em diversos recursos naturais detendo aproximadamente 12% da água doce mundial (Bizerril e Primo, 2001). Por apresentar grande heterogeneidade nos rios e bacias hidrográficas reflete a mais rica e diversificada fauna de peixes do mundo, exibindo uma grande diversidade morfológica, fisiológica, de atributos ecológicos e reprodutivos (Aguiar, 2008).

A fauna íctica constitui-se em um recurso alimentar importante, sendo uma fonte proteica acessível através da exploração direta das populações naturais. Embora essas populações de peixes pareçam inesgotáveis, a ação antrópica muito tem contribuído para a sua redução, tornando-se inevitável que populações mundiais tornem-se cada vez mais dependentes de peixes cultivados artificialmente (Eiras, 1994).

Nesse sentido, a biodiversidade dos ecossistemas marinhos e dulcícolas, atualmente, tem sido ameaçada, principalmente por problemas ambientais, resultantes da degradação dos ecossistemas. Os grandes rios do Sudeste do Brasil estão sofrendo um aumento contínuo destes processos de degradação e um exemplo é o rio Batalha (Pinto et al., 2006). O rio Batalha (Figura 1) pertence à Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha e percorre cerca de 167 Km, abrange total ou parcialmente os municípios de Agudos, Bauru, Piratininga, Avaí, Duartina, Gália, Presidente Alves, Reginópolis e Uru. Sua nascente está localizada na Serra da Jacutinga (Agudos-SP)

desaguando no rio Tietê, no município de Uru-SP. A má utilização e ocupação do solo pelas atividades antrópicas desenvolvidas em sua área de drenagem (monocultura, reflorestamento e pecuária) tem reduzido a mata nativa e ripícola, desencadeando alterações da qualidade de suas águas e exposição das áreas das nascentes a crescentes processos de erosão, que conduzem ao assoreamento de seu leito, além da poluição das suas águas (Silva et al., 2009). Além disso, existem grandes indústrias na maioria das cidades que margeiam o rio Batalha, que contribuem para a poluição deste rio.

Este rio é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 45% da população bauruense e, segundo classificação da CETESB, sua água é considerada de boa qualidade. A água é proveniente da lagoa de captação de água do DAE (Departamento de Água e Esgoto). O reservatório no qual é feita a captação das águas do rio Batalha está situado no município de Piratininga (22°24'46"S e 49°08'05"O), na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo (Figura 2). O reservatório foi construído em 1943 e sua ampliação data de 1967, tendo havido uma nova expansão da área alagada em agosto de 2004. Com uma capacidade média diária de captação de 500L/seg e vazão de exploração de 1800m³/h, o reservatório, atualmente, possui formato irregular com comprimento que pode variar de 200 a 700m, largura de 15 a 200m e profundidade de 0,60 a 2,0m (Silva et al., 2009).

A fim de se preservar a Bacia Hidrográfica do rio Batalha foi criada em 2001 a Lei nº 10.773 que dispõem sobre a criação de uma Área de Proteção Ambiental (APA rio Batalha) que abrange 11 municípios: Agudos, Piratininga, Bauru, Duartina, Gália, Avaí, Reginópolis, Presidente Alves, Pirajuí, Balbinos e Uru. Os atributos naturais a serem protegidos são os recursos hídricos e a biodiversidade dos remanescentes de vegetação nativa, representados pelas

formações de Cerrado, Cerradão e Campo Cerrado e importantes remanescentes de Mata Atlântica. Sua área é de 235.635 ha.



Figura 1. Rio Batalha. O X representa a lagoa de captação de água do Departamento de Água e Esgoto (DAE), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. A seta vermelha da esquerda mostra a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e a seta da direita mostra uma área de cultivo de cana-de-açúcar.

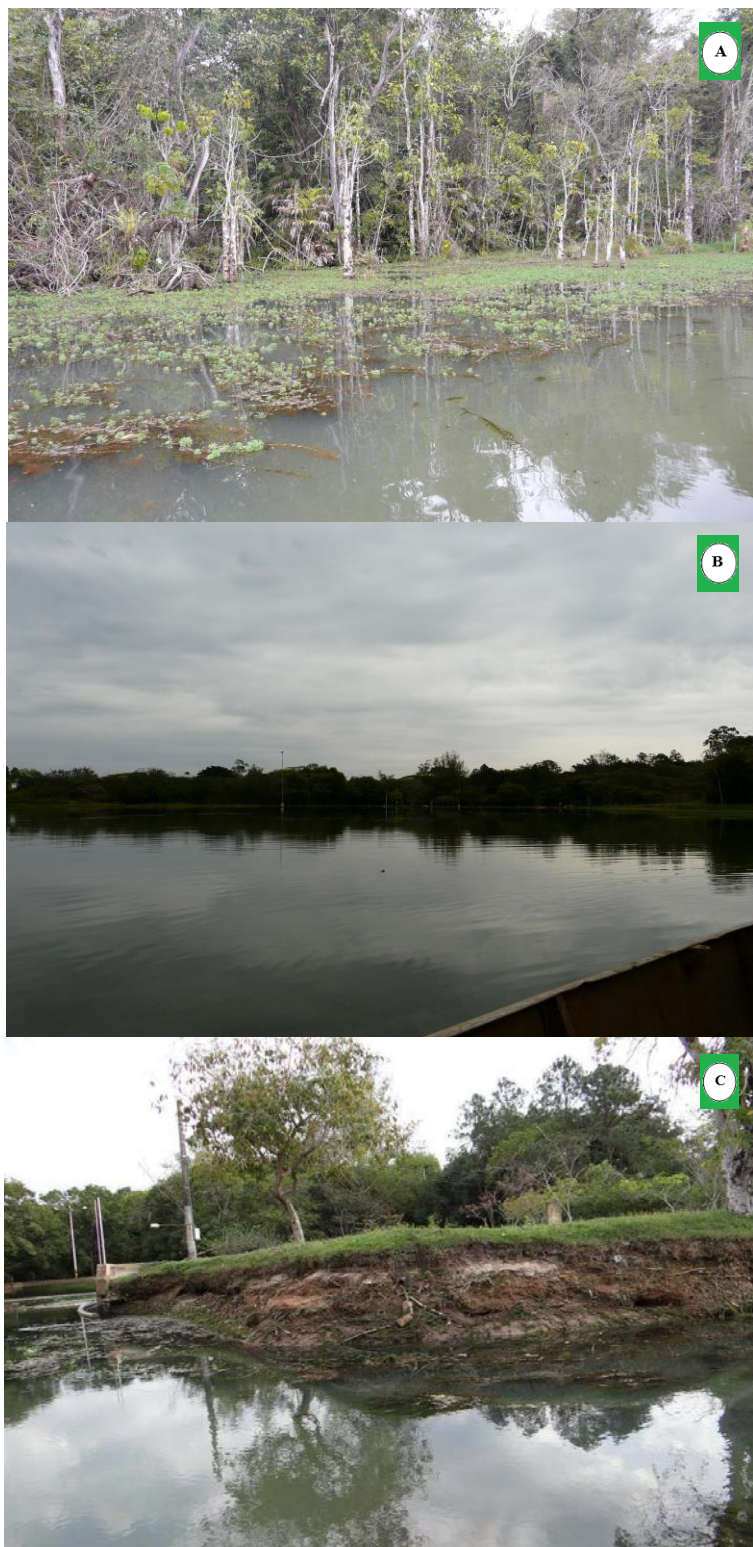


Figura 2. A, B e C: Imagens da lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil, em diferentes períodos de coleta.

Parasitismo em peixes e suas implicações

Os peixes apresentam uma grande quantidade e diversidade de parasitos, estima-se que são os vertebrados mais parasitados devido à sua longa história evolutiva e maior tempo de exposição ao ambiente, além do fato de viverem em ambientes aquáticos, onde a penetração de agentes patogênicos torna-se facilitado (Eiras, 1994; Malta, 1984).

Desta forma, o estudo dos agentes causadores de patologias nos peixes em ambiente natural é importante, já que traz diversos indicativos sobre as condições dos ecossistemas (Luque et al., 1996). Ademais, sabe-se que estes agentes patogênicos podem provocar elevadas taxas de mortalidade, redução das capturas ou diminuição dos valores comerciais dos exemplares atacados (Eiras, 1994).

Os parasitos, ainda podem desempenhar funções-chave nos ecossistemas, regulando a abundância ou densidade de populações de hospedeiros (Poulin e Morand, 2004). Além do fato, de agregarem maior complexidade na arquitetura da teia alimentar interferindo diretamente no fluxo de energia (Thompson et al., 2005).

Alguns parasitos por possuírem complexo ciclo de vida com a presença de hospedeiros intermediários, por serem bioacumuladores de substâncias como metais pesados e serem susceptíveis às variações da qualidade ambiental, podem ser considerados como importantes bioindicadores (Chubb, 1980 e 1982; Overstreet, 1997).

A grande maioria dos metazoários parasitos de peixes são oportunistas, ou seja, convivem em equilíbrio com os peixes sem causar grandes danos, porém mudanças relacionadas ao ambiente podem causar modificações na relação parasito-hospedeiro (Pavanelli et al., 2002; Takemoto et al., 2004).

Desta maneira, a comunidade parasitária em peixes pode ser afetada por diversos fatores relacionados ao ambiente como baixa qualidade da água, alterações do pH, disponibilidade de oxigênio dissolvido, variações na temperatura e efeitos da sazonalidade; bem como fatores relacionados ao hospedeiro como comportamento alimentar, idade e sexo e ao parasito como disponibilidade de larvas infectantes e da resposta imune do hospedeiro (Takemoto et al., 2004). Portanto, a presença ou abundância de parasitos é diretamente influenciada tanto pelo ambiente no interior do hospedeiro como pela condição do ecossistema (Kadlec et al., 2003).

Além disso, no Brasil vem crescendo a procura por pratos à base de pescado cru, como sushi e sashimi, porém alguns grupos de parasitos de peixes merecem demasiada atenção por apresentarem potencial zoonótico. Até o momento são poucos os relatos dessas parasitoses em humanos no Brasil, alguns estudos já foram realizados: Barros et al. (2006); Chieffi et al. (1990); Chieffi et al. (1992); Dias et al. (1992); Eduardo et al. (2005a); Eduardo et al. (2005b); Emmel et al. (2006); Leite et al. (1989) e Santos e Faro (2005).

Considerações sobre o gênero *Astyanax* Baird e Girard (1854)

Astyanax Baird e Girard (1854) constitui um dos gêneros mais abundantes em ambientes aquáticos da região Neotropical. É formado por peixes que apresentam grande diversidade, com mais de 80 espécies conhecidas popularmente no Brasil como “lambaris” (Lima et al., 2003). Geralmente, os peixes pertencentes a esse gênero são de pequeno porte, possuem hábito alimentar onívoro e formam pequenos cardumes tanto nas fases juvenil como adulta (Suzuki e Orsi, 2008). Apresentam valor comercial e são apreciados como alimento e na pesca esportiva, além de algumas espécies serem consideradas dispersoras de sementes (Gomiero e Braga, 2003).

Os “lambaris” também possuem importante posição na cadeia alimentar fazendo parte da dieta de vários vertebrados, como mamíferos aquáticos, diversas aves e peixes piscívoros e por serem itens alimentares podem atuar como hospedeiros intermediários de alguns endoparasitos, sendo transmitidos via cadeia trófica (Azevedo et al., 2007).

Devido à sua importância, nesse estudo foram escolhidas três espécies do gênero *Astyanax*: *A. altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *A. fasciatus* (Cuvier, 1819) e *A. bockmanni* Vari e Castro, 2007 (Figura 3).



Figura 3. Exemplos do gênero *Astyanax* Baird e Girard (1854). **A.** *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000. **B.** *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) e **C.** *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Principais metazoários parasitos de peixes

Myxozoários

A classe Myxosporea Bütschli, 1881 pertence ao Filo Myxozoa Grasse, 1970 e contém 62 gêneros descritos (Griffin et al., 2008). Os dois principais gêneros dentro da classe Myxosporea são *Myxobolus* Bütschli, 1882 e *Henneguya* Thélohan, 1892. Esses parasitos são frequentemente encontrados em peixes marinhos e de água doce, podem ser parasitos histozóicos (intercelulares, intracelulares ou de luz de vasos) e celozóicos (na cavidade dos órgãos, flutuando ou ligados à superfície epitelial interna) (Eiras et al., 2006). O ciclo de vida envolve dois hospedeiros, um invertebrado (oligoqueta ou poliqueta) e um vertebrado (peixe) (Pavanelli et al., 2002).

Um potencial patogênico tem sido registrado em um grande número de espécies de mixozoários que podem afetar qualquer órgão do peixe e causar várias lesões. Espécies do gênero *Henneguya* e *Myxobolus* podem ocasionar atrofia causada pelo crescimento dos grandes plasmódios nos órgãos invadidos, e em alguns casos, necroses teciduais (Vita et al., 2003).

Monogenéticos

Pertencentes ao Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859, os Monogenea Van Beneden, 1858, em geral, ectoparasitos, são frequentemente encontrados na superfície, narina e brânquias do peixe. Os parasitos adultos são pequenos e medem cerca de 1 mm a 3 cm de comprimento, podendo apresentar forma alongada, circular ou ovóide. São hermafroditas e apresentam ciclo de vida direto, ou seja, monoxeno (Pavanelli et al., 2002). Caracterizam-se por apresentar uma estrutura na extremidade posterior do corpo, haptor, responsável pela fixação do parasito ao hospedeiro, que pode ser constituída por ganchos, âncoras, ventosas, barras e grampos (Thatcher, 2006).

As duas famílias com maior número de espécies da Classe Monogenea são Dactylogyridae Bychowsky, 1933 e Gyrodactylidae Van Beneden e Hesse, 1863. Os girodactilídeos são vivíparos, sendo na sua maioria parasitos de superfície e brânquias e os dactilogirídeos, ovíparos, predominantemente, parasitos de brânquias e narinas (Pavanelli et al., 2002).

A transmissão desse parasito ocorre de forma direta, no caso dos dactilogirídeos com a presença de ovos operculados e larvas ciliadas (oncomiracídeos). Já nos girodactilídeos, vivíparos, ocorre a poliembrionia sequencial (Luque, 2004).

Altas intensidades desse parasito podem ocasionar hiperplasia celular e hipersecreção de muco nas brânquias, dificultando a realização das trocas gasosas, podendo levar o peixe à morte por asfixia, além de causar lesões no tegumento, facilitando a entrada de outros agentes patogênicos como fungos e bactérias (Pavanelli et al., 2002).

Digenéticos

Os Trematódeos digenéticos Carus, 1863 pertencentes ao Filo Platyhelminthes são endoparasitos e possuem ciclo de vida complexo, ou seja, heteroxeno. Seu ciclo de vida envolve hospedeiros intermediários, onde na maioria dos casos são moluscos e hospedeiros definitivos como peixes e aves. Os peixes, em alguns casos, podem agir como segundo hospedeiro intermediário portando as metacercárias que são as formas larvais desse parasito (Luque, 2004).

Entre as características morfológicas destacam-se as ventosas, uma na região anterior (boca) e outra na região ventral, o acetábulo. Algumas espécies apresentam apenas uma ventosa, em alguns casos as ventosas podem estar ausentes (Pavanelli et al., 2002).

Os digenéticos podem parasitar os peixes na forma adulta ou na forma larval (metacercária). As metacercárias são mais agressivas do que os parasitos adultos, uma vez que

podem migrar pelos tecidos dos hospedeiros, até alcançarem o sítio de infecção, causando lesões e alterações teciduais. Altas intensidades em órgãos como os olhos podem causar cegueira, já em gônadas, castração em seus hospedeiros (Takemoto et al., 2004). A maioria das espécies de metacercárias com importância patogênica para os peixes pertencem às famílias Diplostomidae Poirier, 1886 e Clinostomidae Lühe, 1901 (Luque, 2004).

Alguns digenéticos possuem potencial zoonótico como é o caso das metacercárias de *Clinostomum* sp. que podem infectar humanos através da ingestão da carne de peixe crua ou mal cozida (Chung et al., 1995; Tiewchaloern et al., 1999; Park et al., 2009).

Cestoides

Pertencentes ao Filo Platyhelminthes, os Cestoda Van Beneden, 1849 são endoparasitos e possuem o corpo dividido em três partes: o estróbilo que é constituído por proglotes imaturas, maduras e grávidas, colo (região não segmentada) e o escólex que é o órgão de fixação, onde se encontram as ventosas, ganchos e probóscides (Pavanelli et al., 2002).

O ciclo de vida desse parasito é complexo, ou seja, heteroxeno, envolvendo um hospedeiro intermediário inicial, em geral, um microcrustáceo e um hospedeiro definitivo como um peixe, ave ou mamífero (Pavanelli et al., 2002).

Os cestoides podem ser encontrados nos peixes tanto nas fases larval como adulta. As larvas, plerocercóides, podem ser encontradas nos órgãos e cavidade visceral. Os indivíduos adultos são sempre encontrados no intestino do hospedeiro, já que o parasito não possui sistema digestório e necessita obter o alimento digerido e pronto para ser absorvido (Pavanelli et al., 2002).

As formas adultas desse parasito, em geral, não causam danos sérios ao hospedeiro, pois retiram os nutrientes diretamente do lúmen do intestino, porém quando ocorre uma alta

intensidade podem causar a oclusão da luz intestinal. Já, as formas larvais podem causar hemorragia e inflamação dos tecidos atingidos (Pavanelli et al., 2002).

Nematoides

Parasitas bastante comuns em peixes de água doce, os Nematoda Rudolphi, 1808 possuem corpo alongado, recoberto de cutícula e extremidades afiladas. São dioicos e apresentam dimorfismo sexual (Luque, 2004).

Esse parasito possui ciclo de vida complexo (heteroxeno) envolvendo hospedeiros intermediário e definitivo. Peixes podem ser hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos, enquanto que, crustáceos, oligoquetas e larvas de insetos agem como hospedeiros intermediários destes parasitos (Takemoto et al., 2004).

Os peixes podem apresentar as formas larval e adulta. Na fase adulta parasitam principalmente o tubo digestório dos peixes, porém podem ser encontrados em todos os órgãos. Na fase larval podem se encistar na musculatura e órgãos em geral (Pavanelli et al., 2002).

Em ambientes naturais esses parasitos são considerados pouco patogênicos. A importância maior se deve ao fato de alguns nematoides terem potencial zoonótico, como os pertencentes à família Anisakidae Skrjabin e Karoklin, 1945 (Tavares e Alejos, 2006). A anisakiase em humanos pode ocorrer através da ingestão da carne do pescado crua ou mal cozida, contendo larvas de terceiro ou quarto estágio.

Acantocéfalos

Os Acanthocephala Laporte, 1833 se caracterizam por possuírem, quando adultos, uma região anterior provida de ganchos, chamada de probóscide, onde o parasito se fixa ao intestino do hospedeiro. As larvas podem ser encontradas em peixes na cavidade visceral, estômago, cecos

pilóricos e mesentério. O ciclo de vida é heteroxeno, envolvendo crustáceos isópodes e anfípodes como hospedeiros intermediários e peixes como hospedeiros definitivos ou paratênicos (Pavanelli et al., 2002).

A patogenicidade está relacionada ao número, espécie e tamanho dos acantocéfalos e também quanto ao grau de penetração da probóscide se superficial ou mais profunda que atinge camadas internas do intestino do hospedeiro, nesse caso podendo gerar lesões importantes com hemorragias e até necroses teciduais (Pavanelli et al., 2002).

Hirudíneos

Os Hirudinea Lamarck, 1818 são ectoparasitos hematófagos temporários pertencentes ao Filo Annelida Lamarck, 1809 sendo conhecidos popularmente como “sanguessugas”. Sua patogenicidade não está relacionada ao fato do parasitismo em si, mas na capacidade de transmitir outros agentes causadores de doenças como protozoários (Pavanelli et al., 2002).

Crustáceos

Os crustáceos Brünnich, 1772 podem ser considerados como um dos parasitos que mais geram prejuízos aos peixes, principalmente, para os peixes cultivados. Os grupos de crustáceos parasitos de peixes são Copepoda Milne Edwards, 1840, Branchiura Thorell, 1864 e Isopoda Latreille, 1817. Esses parasitos alojam-se nas brânquias, tegumento, músculo, cavidades nasais e em alguns casos, nos órgãos internos (Pavanelli et al., 2002; Takemoto et al., 2004).

A patogenia relacionada ao grupo pode variar. O parasitismo nas brânquias compromete a circulação braquial e, conseqüentemente, as trocas gasosas, gerando necrose e destruição de áreas importantes desse órgão; no tegumento geram destruição da epiderme, derme e músculo, além de viabilizar a penetração de fungos e bactérias (infecções secundárias); Nos órgãos internos,

provocam lesões em gônadas gerando castração parasitária, nos rins e coração podem causar danos mecânicos (Pavanelli et al., 2002).

De maneira geral, os prejuízos causados por esses parasitos ocasionam, perda de peso, redução da taxa de crescimento e mudanças comportamentais, além de serem vetores importantes de doenças virais (Pavanelli et al., 2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ¹

- AGUIAR, KD., 2008. Influência de uma barragem sobre atributos ecológicos da comunidade e biologia reprodutiva de peixes do rio Paraíba do Sul, UHE Ilha dos Pombos, Rio de Janeiro, Brasil. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 107p. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação.
- AZEVEDO, GB., MADI, RR. e UETA, MT., 2007. Metazoários parasitas de *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) na Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP, Brasil. Revista Bioikos, vol. 21, no. 2, p. 89-96.
- BARROS, LA., FILHO, JM. e OLIVEIRA, RL., 2006. Nematoides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, vol. 13, no. 1, p. 55-57.
- BIZERRIL, CRSF. e PRIMO, PBS., 2001. Peixes de águas Interiores do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar. 417p.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Qualidade de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, 2010. Disponível em:

¹ Referências bibliográficas estão segundo as normas da revista Brazilian Journal of Biology

- <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/agua_sub/arquivos/Alteracao.pdf>. Acesso em: 7 março 2013.
- CHIEFFI, PP., GORLA, MCO., TORRES, DM., DIAS, RM., MANGINI, AC. e WOICIECHOVSKI, E., 1992. Human infection by *Phagicola* sp. (Trematoda-Heterophyidae) in the municipality of Registro, São Paulo State, Brazil. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 95, p. 346-348.
- CHIEFFI, PP., LEITE, OH., DIAS, RMDS., DOMINGAS, MAVT. e MANGINI, ACS., 1990. Human parasitism by *Phagicola* sp. (Trematoda-Heterophyidae) in Cananéia, São Paulo State, Brazil. *Journal of the Institute of Tropical Medicine of São Paulo*, vol. 32, p. 285-288.
- CHUBB, JC., 1980. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part III. Larval Cestoda e Nematoda. *Advances in Parasitology*, vol. 18, p. 1-120.
- CHUBB, JC., 1982. Seasonal occurrence of helminthes in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. *Advances in Parasitology*, vol. 20, p.1-292.
- CHUNG, DIL., MOON, CW., KONG, HH., CHOI, DH. e LIM, DK., 1995. The first human case of *Clinostomum complanatum* (Trematoda: Clinostomidae) infection in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*, vol. 33, p. 219-223.
- DIAS, RM., MANGINI, AC. e TORRES, D., 1992. Introdução de *Clonorchis sinensis* por imigrantes do leste asiático no Brasil e a suspensão da obrigatoriedade de exames laboratoriais para obtenção de vistos de permanência. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, vol. 24, no. 2, p. 29-30.

- EDUARDO, MBP., SAMPAIO, JLM., SUSUKI, E., CÉSAR, MLVS., GONÇALVES, EMN. e CASTILHO, VLP., 2005b. Investigação epidemiológica do surto de Difilobotríase, São Paulo. Boletim Epidemiológico Paulista, no. 17, p. 1-12.
- EDUARDO, MBP., SAMPAIO, JLM., GONÇALVES, EMN., CASTILHO, VLP., RANDI, AP., THIAGO, C. e PIMENTEL, EP., 2005a. *Diphyllobothrium* spp.: um parasita emergente em São Paulo, associado ao consumo de peixe cru: sushis e sashimis. Boletim Epidemiológico Paulista, no.15, p. 1-5.
- EIRAS, JC., 1994. Elementos de ictioparasitologia.. Portugal: Fundação Eng. António de Almeida. 339p.
- EIRAS, JC., TAKEMOTO, RM. e PAVANELLI, GC., 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2nd ed. Maringá: Eduem. 199 p.
- EMMEL, VE., INAMINE, E., SECCHI, C., BRODT, TCZ., AMARO, MCO., CANTARELLI, VV. e SPALDING, S., 2006. *Diphyllobothrium latum*: relato de caso no Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, vol. 39, no. 1, p. 82-84.
- GOMIERO, LM. e BRAGA, FMS., 2003. O lambari *Astyanax altiparanae* (Characidae) pode ser um dispersor de sementes? Acta Scientiarum. Biological Sciences, Maringá, vol. 25, no. 2, p. 353-360.
- GRIFFIN, MJ., POTE, LM., WISE, DJ., GREENWAY, TE., MAUEL, MJ. e CAMUS, AC., 2008. A novel *Henneguya* species from channel catfish described by morphological, histological, and molecular characterization. Journal of Aquatic Animal Health, vol. 20, p. 127-135.
- KADLEC, D., SIMKOVÁ, A., GELNAR, M. e JARKOVSKY, J., 2003. Parasite communities of freshwater fishes under flood conditions. Parasitology Research, vol. 89, p. 272-283.

- LEITE, OHM., HIGAKI, Y., SERPENTINI, SLP., CARVALHO, AS., NETO, VA., TORRES, DMA., DIAS, RMDS. e CHIEFFI, PP., 1989. Infecção por *Clonorchis sinensis* em imigrantes asiáticos no Brasil: tratamento com praziquantel. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, vol. 31, no. 6, p. 416-422.
- LIMA, FCT., MALABARBA, LR., BUCKUP, PA., SILVA, JP., VARI, RP., HAROLD, A., BENINE, R., OYAKAWA, OT., PAVANELLI, CS., MENEZES, NA., LUCENA, CA., MALABARBA, MCSL., LUCENA, ZMS., REIS, RE., LANGEANI, F., CASSATI, L., BERTACO, VA., MOREIRA, CR. e LUCINDA, PHF., 2003. Genera incerte sedis in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JÚNIOR, C. J. (Ed.). 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 106-169.
- LUQUE, JL., 2004. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, vol.13, p. 161-164.
- LUQUE, JL., AMATO, JFR. e TAKEMOTO, RM., 1996. Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian littoral: I. structure and influence of the size and sex of hosts. Brazilian Journal of Biology, vol.56, p. 279-292.
- MALTA, JCO., 1984. Os peixes de um lago de várzea da Amazônica Central (Lago Janauacá, Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). Acta Amazonica, vol. 14, p. 355-372.
- NELSON, JS., 2006. Fishes of the world. 4ª ed. New York: John Wiley & Sons. 601p.
- OVERSTREET, RM., 1997. Parasitological data as monitors of environmental health. Parasitologia, vol. 39, p. 169-175.

- PARK, CW., KIM, JS., JOO, HS. e KIM, JA., 2009. Human Case of *Clinostomum complanatum* infection in Korea. The Korean Journal of Parasitology, vol. 47, no. 4, p. 401-404.
- PAVANELLI, GC., EIRAS, JC. e TAKEMOTO, RM., 2002. Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento. 2nd ed. Editora Universidade Estadual de Maringá. 305p.
- PINTO, BCT., PEIXOTO, MG. e ARAÚJO, FG., 2006. Effects of the proximity from an industrial plant on fish assemblages in the rio Paraíba do Sul, southeastern Brazil. Neotropical Ichthyology, vol.4, p. 269-278.
- POULIN, R. e MORAND, S., 2004. Parasite biodiversity. Washington, D.C.: Smithsonian Books. p.301.
- REIS, RE., KULLANDER, SO. e FERRARIS-JR., CJ. (Orgs.), 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 343-377p.
- SANTOS, FLN. e FARO, LB., 2005. The first confirmed case of *Diphyllbothrium latum* in Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, vol. 100, no. 6, p. 685-686.
- SILVA, FL., TALAMONI, JLB., BOCHINI, GL., RUIZ, SS. e MOREIRA, DC., 2009. Macroinvertebrados aquáticos do reservatório do rio Batalha para a captação das águas e abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. Revista Ambiente e Água, vol. 4, p. 66-74.
- SUZUKI, FM e ORSI, ML., 2008. Formação de cardumes por *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characidae) no Rio Congonhas, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, vol. 25, no. 3, p. 566-569.
- TAKEMOTO, RM., LIZAMA, MAP., GUIDELLI, GM. e PAVANELLI, GC., 2004. Parasitos de peixes de águas continentais. In Sanidade de Organismos Aquáticos. M.J.T. Ranzani-Paiva, R.M. Takemoto & M.A.P. Lizama. São Paulo: eds. Editora Varela, p.179-198.

- TAVARES, LER. e ALEJOS, JLFL., 2006. Sistemática, biologia e importância em saúde coletiva das larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas de peixes ósseos marinhos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: Silva-Souza, A.T (org.). Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil. Maringá: Abrapoa, 387p.
- THATCHER, VE., 2006. Amazon Fish Parasites. Bulgária: Pensoft Publishers. 509p.
- THOMPSON, RM., MOURITSEN, KN. e POULIN, R., 2005. Importance of parasites and their life cycle characteristics in determining the structure of a large marine food web. *Journal of Animal Ecology*, vol.74, p. 77-85.
- TIEWCHALOERN, S., UDOMKIJDECHA, S., SUVOUTTHO, S., CHUNCHAMSRI, K. e WAIKAGUL, J., 1999. *Clinostomum* trematode from human eye. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, vol. 30, p. 382-384.
- VITA, P., CORRAL, L., MATOS, E. e AZEVEDO, C., 2003. Ultrastructural aspects of the myxosporean *Henneguya astyanax* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost *Astyanax keithi* (Characidae). *Diseases of Aquatic Organisms*, vol. 53, p. 55-60.

OBJETIVOS GERAIS

1. Realizar um estudo qualitativo e quantitativo dos ectoparasitos e endoparasitos de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) provenientes do rio Batalha, aumentando o conhecimento da biodiversidade dentro do ambiente aquático do Estado de São Paulo, contribuindo desta maneira com o inventário da biodiversidade global.
2. Verificar a influência da variação sazonal das comunidades parasitárias de *A. altiparanae*.
3. Registrar a presença e determinação das espécies com potencial zoonótico, importantes em saúde pública e que possam ser transmitidas ao homem via ingestão da carne crua do peixe.

ARTIGO 1²

SEASONAL VARIATION OF THE METAZOAN PARASITES OF LAMBARI *Astyanax altiparanae* Garutti and Britski, 2000 COLLECTED FROM THE BATALHA RIVER, SÃO PAULO STATE, BRAZIL

VARIAÇÃO SAZONAL DOS METAZOÁRIOS PARASITOS DO LAMBARI *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 COLETADOS NO RIO BATALHA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Aline de Almeida Camargo^a, Rodney Kozlowiski de Azevedo^b e Vanessa Doro Abdallah^b

^a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Instituto de Biociências de Botucatu, Distrito de Rubião Júnior, S/N. São Paulo. CEP: 18618-970.

^b Universidade do Sagrado Coração, Rua irmã Arminda, 10-50, Jardim Brasil, Bauru. São Paulo. CEP 17011-160.

² A ser submetido a Brazilian Journal of Biology

ABSTRACT

This paper studies the seasonal variation of metazoan parasites collected from the Batalha river, São Paulo State, Brazil. During the period from August 2013 to July 2014 collections were made monthly, totaling 12 ichthyological collections. For the seasonal analysis, the fish were grouped into six-month periods: "dry" and "rainy", being 44 and 31 individuals, respectively. Eighteen species of metazoan parasites were collected and identified: one myxozoan (*Henneguya* sp.); seven monogeneans (*Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3 and *Jainus hexops*); five digeneans (*Auriculostoma* sp., *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, *Clinostomum* sp. and *Diplostomidae* gen. sp.); five nematodes (*Contraecum* sp., *Cystidicoloides* sp., *Heliconema izecksohni*, *Philometroides caudata* and *Spiroxys* sp.). The monogeneans were more prevalent in both periods. In the "dry" period showed positive correlations with length of hosts: *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *C. guaibensis*, total number of parasites and parasite richness. Only *B. majus* digenetic had negative correlation to the length of the host for this period. In the period "rainy" only the parasite *Diaphorocleidus* sp.2 showed substantial and positive values with respect to the length of their hosts. All parasites, except the *B. majus* digenetic had aggregated pattern for the "dry" period, in the "rainy" period all parasites showed an aggregated distribution pattern. The results obtained in this study indicate that the parasite community of *A. altiparanae* from the Batalha river was characterized by high richness, diversity and parasitic uniformity, being, the "dry" period more diverse and rich.

Keywords: *Astyanax altiparanae*, lambari, Batalha river, parasites, seasonality.

RESUMO

O presente trabalho estuda a variação sazonal dos metazoários parasitos em *Astyanax altiparanae* coletados no rio Batalha, Estado de São Paulo, Brasil. Durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014 foram realizadas coletas mensais, totalizando 12 coletas ictiológicas. Para a análise da sazonalidade os peixes foram agrupados em dois períodos semestrais: “seco” e “chuvoso” sendo coletados 44 e 31 exemplares, respectivamente. Dezoito espécies de parasitos foram identificadas: um mixozoário (*Henneguya* sp.); sete monogenéticos (*Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3 e *Jainus hexops*); cinco digenéticos (*Auriculostoma* sp., *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, *Clinostomum* sp. e Diplostomidae gen. sp.); e cinco nematoides (*Contracaecum* sp., *Cystidicoloides* sp., *Heliconema izecksohni*, *Philometroides caudata* e *Spiroxys* sp.). Os monogenéticos foram mais prevalentes nos dois períodos. No período “seco” apresentaram correlações positivas em relação ao comprimento dos hospedeiros: *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *C. guaibensis*, número total de parasitos e a riqueza parasitária. Apenas o digenético *B. majus* teve correlação negativa em relação ao comprimento dos hospedeiros para esse período. No período “chuvoso” apenas o parasito *Diaphorocleidus* sp.2 apresentou valores significativos e positivos com relação ao comprimento dos seus hospedeiros. Todos os parasitos, com exceção do digenético *B. majus* apresentaram padrão de distribuição agregado para o período “seco”, já no período “chuvoso” todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado. Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que a comunidade parasitária de *A. altiparanae* proveniente do rio Batalha foi caracterizada por alta riqueza, diversidade e uniformidade parasitária, sendo, o período “seco” mais diverso e rico.

Palavras-chave: *Astyanax altiparanae*, lambari, rio Batalha, parasitos, sazonalidade.

INTRODUÇÃO

Astyanax altiparanae Garutti e Britski, 2000 conhecido popularmente como lambari de rabo amarelo, apresenta uma mancha umeral negra horizontalmente ovalada e uma mancha negra losangular no pedúnculo caudal (Garutti e Britski, 2000). É uma espécie de pequeno porte, podendo atingir até 15 cm de comprimento. Apresenta hábito alimentar onívoro, alimentando-se predominantemente de vegetais, insetos e copépodes. Machos e fêmeas adultos atingem diferentes tamanhos, normalmente os machos são menores com comprimento de 7 a 9 cm e as fêmeas maiores com 12 a 15 cm de comprimento (Porto-Foresti et al., 2001).

Segundo Suzuki e Orsi (2008) os espécimes de *A. altiparanae* formam dois tipos de cardumes, os maiores formados com aproximadamente 50 indivíduos na fase juvenil, e os menores com aproximadamente 15 indivíduos na fase adulta. A formação de grupos, no entanto, pode trazer alguns aspectos negativos, como uma maior transferência de parasitos.

Um dos principais fatores que influenciam a composição da fauna parasitária é a variação sazonal, pois geram variações da qualidade, quantidade e temperatura da água (Takemoto et al., 2004). Algumas espécies de parasitos encontram melhores condições de reprodução em elevadas temperaturas, enquanto que outras espécies são sensíveis às baixas temperaturas da água (Oztürk e Altunel, 2006).

Ademais, muitos parasitos por apresentarem complexo ciclo de vida com a presença de hospedeiros intermediários podem estar sujeitos a possíveis influências em seus ciclos, devido às variações sazonais. Desta forma, modificações das condições ambientais e do hábitat podem gerar variações na composição das infracomunidades parasitárias (Kennedy, 1990; 1993).

Diferentes estudos relacionados à parasitofauna em *A. altiparanae* já foram realizados, entre eles: Barassa et al. (2003), Ferrari-Hoeinghaus et al. (2006), Pavanelli et al. (2006), Azevedo et al. (2007), Lizama et al. (2008), Almeida e Cohen (2011) e Abdallah et al. (2013).

Porém, trabalhos relativos à parasitofauna de peixes da bacia do Tietê-Batalha no Estado de São Paulo ainda são escassos. Por conta disso, o estudo e a variação sazonal dos parasitos de peixes em ambiente natural são importantes, pois permitem dar subsídios relativos ao habitat e à biologia de seus hospedeiros (Luque et al., 1996).

Pertencente à bacia do Tietê-Batalha, o rio Batalha tem sua nascente localizada no município de Agudos (SP) na Serra da Jacutinga e é responsável pelo abastecimento de 45% da população bauruense, este rio vem sofrendo com constantes agressões antrópicas o que têm reduzido a mata nativa e ripícola, desencadeando alterações na qualidade de suas águas (Silva et al., 2009).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo o levantamento e identificação da fauna parasitária, assim como verificar se houve influência da sazonalidade no parasitismo em *A. altiparanae* no rio Batalha.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos hospedeiros

As coletas dos peixes foram realizadas na Lagoa de Captação do Departamento de água e esgoto (DAE), rio Batalha, localizada no município de Piratininga, Estado de São Paulo, cuja localização é 22°24'46"S e 49°08'05"O. No período de agosto de 2013 a julho de 2014 foram realizadas coletas mensais, totalizando 12 coletas ictiológicas. A fim de se obter dados referentes à distribuição sazonal dos parasitos, os peixes coletados foram separados em dois grupos

referentes aos períodos: “seco” (abril a setembro) e “chuvoso” (outubro a março). Foram coletados e analisados 44 e 31 indivíduos, respectivamente, para os períodos “seco” e “chuvoso”.

Para a captura dos peixes utilizaram-se redes de espera simples de diferentes malhas e “covos”. Os peixes foram armazenados em sacos individuais e acondicionados em caixas térmicas contendo gelo. Em seguida, foram transportados até o laboratório de Ictioparasitologia da Universidade do Sagrado Coração (município de Bauru, Estado de São Paulo) onde os peixes foram congelados até o momento da necropsia.

Coleta e processamento dos parasitos

Durante a necropsia os peixes foram identificados segundo Garutti e Britski (2000) e todos os dados biométricos foram anotados como comprimento padrão (cm), comprimento total (cm), peso total (g) e sexo.

A superfície do corpo, brânquias e narinas foram examinadas a procura de ectoparasitos. As brânquias foram retiradas e lavadas com o auxílio de uma peneira de 53 μm , em seguida, o material retido pela peneira foi depositado em uma placa de Petri e examinado ao estereomicroscópio.

Através de uma incisão na parte ventral dos hospedeiros todos os órgãos foram retirados individualmente, abertos e lavados com o auxílio de uma peneira de 75 μm , o conteúdo retido pela peneira foi colocado em uma placa de Petri e foi analisado ao estereomicroscópio para a coleta de endoparasitos. Todos os helmintos coletados foram conservados em álcool 70°GL.

Um exame detalhado da superfície, brânquias e órgãos foi realizado em cada espécime à procura de cistos de mixozoários ou qualquer tipo de anomalia tecidual que apresentasse aspecto suspeito para este grupo de parasitos. A montagem para observação em microscópio óptico foi realizada com o material fresco, onde os cistos foram rompidos e os esporos montados entre

lâmina e lamínula contendo gel. As características necessárias para descrever e/ou identificar as espécies de *Henneguya* são as recomendadas por Lom e Arthur (1989).

Para identificação dos monogenéticos, as estruturas esclerotizadas (haptor e complexo copulatório) foram clarificadas em meio Grey & Wess. Alguns monogenéticos foram corados com Tricrômico de Gomori e montados entre lâmina e lamínula contendo balsámo do Canadá. Os digenéticos foram corados com Carmim e montados entre lâmina e lamínula contendo balsámo do Canadá e os nematoides foram submetidos à diafanização pelo lactofenol (Eiras et al., 2006). As análises morfológicas foram realizadas com o auxílio de um microscópio Trinocular Nikon E200, e a morfometria foi obtida utilizando o sistema de análise computadorizada de imagem Motic (Moticam 5.0 MP).

Para identificação e diagnóstico das espécies de parasitos foram utilizados os seguintes trabalhos: Kohn et al. (2007) para os digenéticos; Thatcher (2006) e Cohen e Kohn (2008) para os monogenéticos; Moravec (1998) para os nematoides.

Depósito dos parasitos

Material-tipo e espécimes representativos das espécies de helmintos foram depositados no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências (CHIBB), Unesp, campus de Botucatu.

Dados Limnológicos

Foram avaliados em todas as coletas os seguintes fatores físico-químicos da água: transparência, temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido, potencial Hidrogeniônico (pH), profundidade da lagoa de captação, nitrato, nitrito, sulfato, clorofila a e média de precipitação. As mensurações desses parâmetros físico-químicos foram realizadas pela profa. Dra. Jandira

Talamoni da Universidade Estadual Paulista, campus de Bauru e pela equipe do Departamento de água e esgoto (DAE), município de Bauru.

Metodologia estatística e aproximação ecológica das comunidades parasitárias

Comunidades parasitárias componentes

Os cálculos da prevalência, abundância média e intensidade média do parasitismo foram calculadas de acordo com Bush et al. (1997).

A relação entre variância e média (índice de dispersão) foi usada em cada espécie de parasito para indicar se as infecções foram agregadas e determinar seu tipo de distribuição, sendo calculado também o estatístico d para avaliar a sua significância (Ludwig e Reynolds, 1988).

A frequência de dominância e dominância relativa média (número de espécimes de uma mesma espécie/número total de espécimes de todas as espécies da infracomunidade) foram calculadas para cada espécie de parasito (Rohde et al., 1995).

Para a análise das possíveis relações entre peso do hospedeiro e abundância parasitária e entre comprimento padrão do hospedeiro e abundância parasitária foi usado o coeficiente de correlação Spearman (r_s).

Os testes mencionados anteriormente foram aplicados somente para aquelas espécies de parasitos que apresentaram prevalências superiores a 10 % (Bush et al., 1990).

Todos os valores que correspondem à média de alguma variável são acompanhadas do respectivo desvio padrão e representados por duas casas decimais. O nível de significância estatística adotado foi de $P < 0,05$.

Infracomunidades parasitárias

O Índice de dominância de Berger-Parker foi calculado para cada infracomunidade (Magurran, 1988). O índice de Shannon (H'), índice de Pielou (J') e índice de Margalef (d) foram utilizados para avaliar, respectivamente, a diversidade, uniformidade e riqueza parasitária.

RESULTADOS

Dos 75 espécimes de *A. altiparanae* coletados e analisados pertencentes aos dois períodos foram recuperados um total de 988 metazoários parasitos, pertencentes aos grupos: Myxozoa, Monogenea, Digenea e Nematoda.

Ao todo, dezoito espécies de metazoários parasitos foram identificadas para os dois períodos: o mixozoário: *Henneguya* sp. (Figura 4), os monogenéticos: *Cacatuocotyle guaibensis* Gallas, Calegari-Marques e Amato, 2014 (Figura 5), *Characithecium* sp. (Figura 6), *Diaphorocleidus kabatai* (Molnar, Hanek e Fernando, 1974) Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004 (Figura 7), *Diaphorocleidus* sp.1 (Figura 8), *Diaphorocleidus* sp.2 (Figura 9), *Diaphorocleidus* sp.3 (Figura 10), *Jainus hexops* Kritsky e Leiby, 1972 (Figura 11), os digenéticos: *Auriculostoma* sp. (Figura 12), *Bacciger delvalleensis* Lunaschi, 2001 (Figura 13), *Bellumcorpus majus* Kohn, 1962 (Figura 14), *Clinostomum* sp. (Figura 15) e Diplostomidae gen. sp. (Figura 16) e os nematoides: *Contraecaecum* sp. (Figura 17), *Cystidicoloides* sp., *Heliconema izecksohni* Fábio, 1982 (Figura 18), *Philometroides caudata* Moravec, Scholz e Vivas-Rodríguez, 1995 (Figura 19) e *Spiroxys* sp. como mostra a tabela 1.

Período “seco”

No período “seco” foram coletados 44 espécimes de *A. altiparanae*, todos os hospedeiros analisados estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasito (prevalência = 100%). Os monogenéticos representaram a maioria dos espécimes coletados (64,98%), seguidos pelos digenéticos (19,88%) e nematoides (15,14%).

Dezessete espécies de metazoários parasitos foram coletadas e identificadas, totalizando 654 parasitos recuperados. A média total foi de 14,84 parasitos/peixe.

Os parasitos que apresentaram prevalências superiores a 10% para o período “seco” foram: *Henneguya* sp., *Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Jainus hexops* e *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, Diplostomidae gen. sp., *Philometroides caudata* e *Contracaecum* sp. (Tabela 1).

A riqueza variou entre 1 e 8 espécies de parasitos por hospedeiro, sendo a riqueza média de 3,74 parasitos/hospedeiro.

Período “chuvoso”

No período “chuvoso” foram coletados 31 espécimes de *A. altiparanae*, houve uma prevalência total de 96,81% de hospedeiros parasitados. Os monogenéticos representaram a maioria dos espécimes coletados (49,70%), seguidos pelos digenéticos (40,72%) e nematoides (9,58%).

Dezesseis espécies de metazoários parasitos foram coletadas e identificadas, totalizando 334 parasitos recuperados. A média total foi de 10,77 parasitos/peixe.

Tabela 1. Número de parasitos coletados (C); prevalência (P); intensidade média (IM); abundância média (AM) e sítio de infecção/infestação (SI) dos metazoários parasitos em *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	SECO				CHUVOSO				SI
	C	P (%)	IM	AM	C	P (%)	IM	AM	
Myxozoa									
<i>Henneguya</i> sp.	---	34,10	---	---	---	16,13	---	---	B
Monogenea									
<i>Cacatuocotyle guaibensis</i>	81	36,36	5,06 ± 3,89	1,64 ± 3,37	53	19,35	8,83 ± 5,53	1,70 ± 4,20	B, S
<i>Characithecium</i> sp.	35	13,63	5,83 ± 2,31	0,79 ± 2,17	16	16,13	3,20 ± 0,83	0,51 ± 1,23	B, S
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>	27	22,73	2,70 ± 1,25	0,61 ± 1,28	13	9,67	4,33 ± 3,21	0,42 ± 1,54	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	61	38,63	3,59 ± 2,77	1,38 ± 2,34	32	35,48	2,91 ± 3,24	1,03 ± 2,34	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	153	47,43	7,28 ± 9,31	3,48 ± 7,34	37	25,80	4,62 ± 6,30	1,19 ± 3,67	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.3	43	20,45	4,71 ± 3,07	0,98 ± 2,36	12	12,90	3,00 ± 1,82	0,39 ± 1,17	B, S
<i>Jainus hexops</i>	25	25,00	2,27 ± 1,35	0,57 ± 1,19	3	6,45	1,50 ± 0,70	0,09 ± 0,39	B, S
Digenea									
<i>Auriculostoma</i> sp.	24	9,00	6,00 ± 1,15	0,54 ± 1,77	5	9,67	1,66 ± 0,57	0,16 ± 0,52	In
<i>Bacciger delvalleensis</i>	56	27,27	4,66 ± 4,69	1,27 ± 3,17	87	51,61	5,43 ± 5,62	2,80 ± 4,84	In
<i>Bellumcorpus majus</i> (metacercária)	7	13,63	1,16 ± 0,41	0,16 ± 0,43	7	12,90	1,75 ± 0,96	0,22 ± 0,67	S
<i>Clinostomum</i> sp. (metacercária)	1	2,27	1,00 ± 0,00	0,02 ± 0,15	1	3,22	1,00 ± 0,00	0,03 ± 0,18	Co
Diplostomidae gen. sp. (metacercária)	42	20,45	4,66 ± 4,44	0,95 ± 2,70	36	16,13	7,20 ± 6,42	1,16 ± 3,56	O
Nematoda									
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	27	38,63	1,59 ± 1,28	0,61 ± 1,10	24	35,48	2,18 ± 1,40	0,77 ± 1,33	In, E, G
<i>Cystidicoloides</i> sp.	1	2,27	1,00 ± 0,00	0,02 ± 0,15	---	---	---	---	In
<i>Heliconema izecksohni</i>	37	9,00	9,25 ± 16,50	0,84 ± 5,12	7	6,45	3,50 ± 0,70	0,22 ± 0,88	In
<i>Philometroides caudata</i>	34	13,63	5,66 ± 8,14	0,77 ± 3,40	---	---	---	---	In
<i>Spiroxys</i> sp.	---	---	---	---	1	3,22	1,00 ± 0,00	0,03 ± 0,17	In

Legenda: B – brânquias; S – superfície do corpo; In – intestino; Co – coração; O – olho; E – estômago; G- gônadas.

Dez espécies de parasitos apresentaram prevalências superiores a 10% para o período “chuvoso”: *Henneguya* sp., *Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, Diplostomidae gen. sp. e *Contracaecum* sp. (Tabela 1).

A riqueza variou entre 0 e 7 espécies de parasitos por hospedeiro, sendo a riqueza média de 2,84 parasitos/hospedeiro.

Comparação entre os períodos “seco” e “chuvoso”

Distribuição dos parasitos

Os monogenéticos e nematoides apresentaram valores percentuais maiores no período “seco”, enquanto que os digenéticos obtiveram maior destaque no período “chuvoso” como mostra a figura 20.

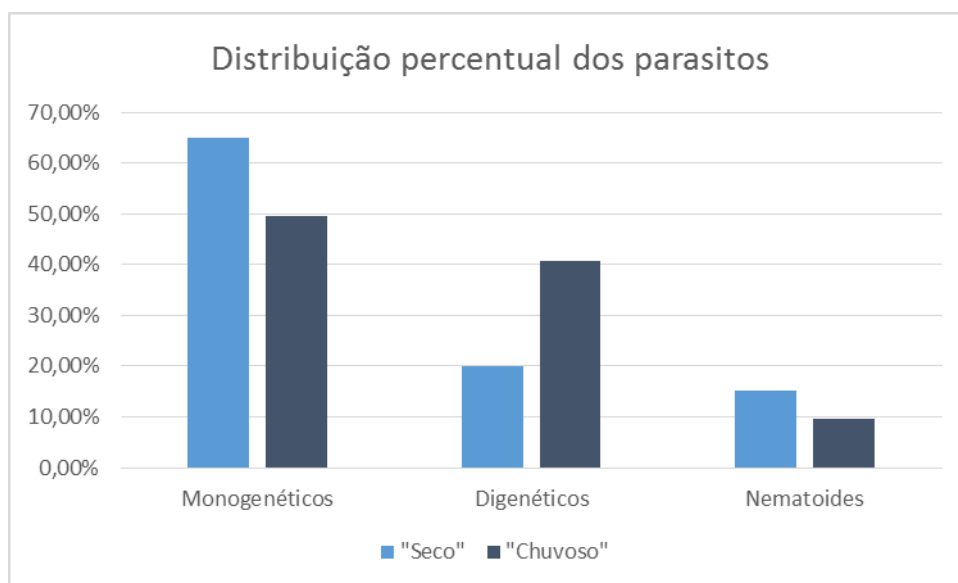


Figura 20. Distribuição percentual dos espécimes de metazoários parasitos nos períodos “seco” e “chuvoso” entre monogenéticos, digenéticos e nematoides de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Distribuição da riqueza parasitária

O período “seco” mostrou uma riqueza parasitária maior, variando entre 1 a 8 espécies de parasitos por hospedeiro, enquanto que no período “chuvoso” a riqueza concentrou-se em 2 a 3 espécies de parasitos por hospedeiro, mostrando menor diversidade de espécies por hospedeiro como mostra a figura 21.

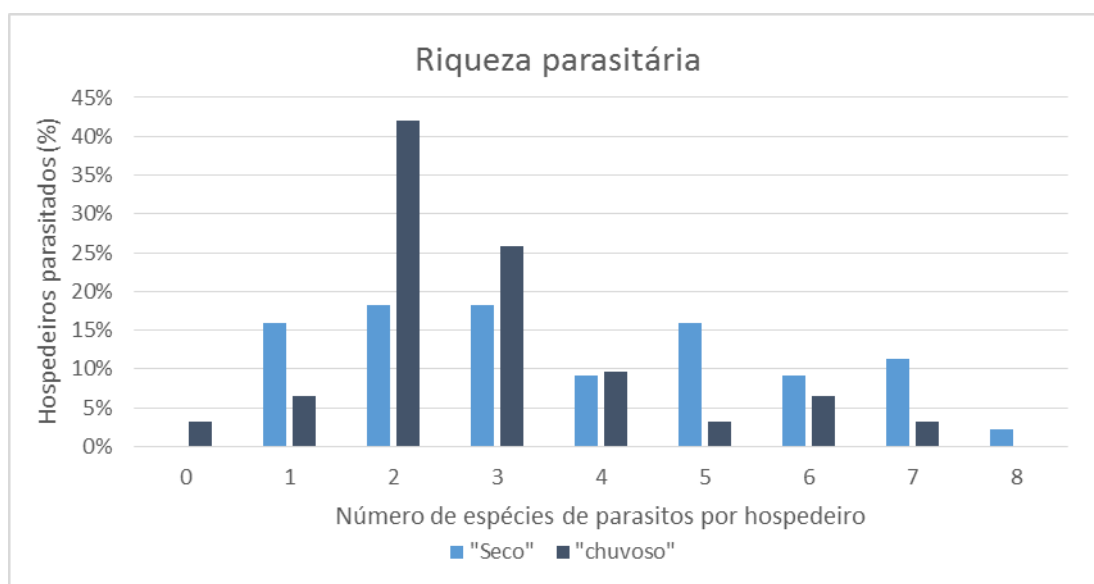


Figura 21. Distribuição percentual da riqueza parasitária na amostra de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” da lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Índices de dominância e dominância relativa

O monogenético *Diaphorocleidus* sp.2 foi a espécie de parasito dominante no período “seco”, com 153 helmintos coletados representando 23,42% do total de parasitos coletados para esse período (654) e apresentou o maior valor de frequência de dominância (Tabela 2).

Já no período “chuvoso”, o digenético *Bacciger delvalleensis* foi a espécie de parasito dominante com 87 espécimes, representando 26,05% do total de parasitos coletados para esse período (334) apresentando maior valor de frequência de dominância como mostra a tabela 2.

Tabela 2. Frequência de dominância e dominância relativa dos metazoários parasitos de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	SECO		CHUVOSO	
	Frequência de dominância (%)	Dominância Relativa	Frequência de dominância (%)	Dominância relativa
Monogenea				
<i>Cacatuocotyle guaibensis</i>	18,18	0,12 ± 0,07	12,90	0,15 ± 0,13
<i>Characithecium</i> sp.	13,63	0,05 ± 0,05	12,90	0,05 ± 0,04
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>	0,00	0,04 ± 0,03	-	-
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	4,54	0,09 ± 0,05	6,45	0,09 ± 0,07
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	22,73	0,23 ± 0,17	16,13	0,11 ± 0,12
<i>Diaphorocleidus</i> sp.3	11,36	0,06 ± 0,05	6,45	0,03 ± 0,04
<i>Jainus hexops</i>	6,82	0,04 ± 0,03	-	-
Digenea				
<i>Bacciger delvalleensis</i>	13,63	0,08 ± 0,07	32,25	0,26 ± 0,15
<i>Bellumcorpus majus</i>	0,00	0,01 ± 0,01	6,45	0,02 ± 0,02
Diplostomidae gen. sp.	4,54	0,06 ± 0,06	6,45	0,11 ± 0,11
Nematoda				
<i>Contracaecum</i> sp	9,09	0,04 ± 0,02	6,45	0,07 ± 0,04
<i>Philometroides caudata</i>	2,27	0,05 ± 0,07	-	-

Índice de dispersão

Todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado para o período “seco”, com exceção do digenético *Bellumcorpus majus*, que apresentou padrão de distribuição aleatório.

Já no período “chuvoso”, todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado (Tabela 3).

Índice de dominância

O índice de dominância de Berger-Parker apresentou uma média de $0,56 \pm 0,26$ para o período “seco”, já no período “chuvoso” apresentou uma média de $0,64 \pm 0,25$.

Tabela 3. Valores do Índice de dispersão (ID) e do teste estatístico *d* dos metazoários parasitos de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados nos períodos “seco” e “chuvoso” na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	SECO		CHUVOSO	
	ID	<i>d</i>	ID	<i>d</i>
Monogenea				
<i>Cacatuocotyle guaibensis</i>	6,17	13,81	10,37	17,26
<i>Characithecium</i> sp.	5,96	13,42	2,96	5,64
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>	2,68	5,96	-	-
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	3,97	9,25	5,31	10,17
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	15,52	27,31	11,32	18,38
<i>Diaphorocleidus</i> sp.3	5,74	12,99	3,51	6,83
<i>Jainus hexops</i>	2,48	5,38	-	-
Digenea				
<i>Bacciger delvalleensis</i>	7,91	16,86	8,36	14,71
<i>Bellumcorpus majus</i>	1,15	0,72	2,04	3,38
Diplostomidae gen. sp.	7,67	16,46	10,92	17,91
Nematoda				
<i>Contraecum</i> sp.	1,98	3,83	2,29	4,04
<i>Philometroides caudata</i>	15,01	26,71	-	-

Coefficientes de correlação de Pearson

Período “seco”

Os monogenéticos que apresentaram correlações positivas em relação ao comprimento dos hospedeiros foram: *Diaphorocleidus* sp.2 ($r_s = 0,43$, $P = 0,003$), *Diaphorocleidus* sp.3 ($r_s =$

0,37, $P = 0,01$) e *Cacatuocotyle guaibensis* ($r_s = 0,33$, $P = 0,02$). O número total dos parasitos ($r_s = 0,51$, $P = 0,0003$) e a riqueza parasitária ($r_s = 0,32$, $P = 0,03$) também obtiveram valores positivos. Apenas o digenético *Bellumcorpus majus* ($r_s = - 0,29$, $P = 0,04$) teve correlação negativa em relação ao comprimento dos hospedeiros.

Apresentaram correlações positivas em relação ao peso, os monogenéticos: *Diaphorocleidus* sp.2 ($r_s = 0,31$, $P = 0,03$) e *Cacatuocotyle guaibensis* ($r_s = 0,42$, $P = 0,004$). O número total dos parasitos também apresentou valores positivos ($r_s = 0,29$, $P = 0,04$).

Período “chuvoso”

No período “chuvoso” apenas o parasito *Diaphorocleidus* sp.2 apresentou valores significativos e positivos com relação ao comprimento dos hospedeiros ($r_s = 0,44$, $P = 0,01$) e ao peso ($r_s = 0,46$, $P = 0,007$).

Índices de Margalef (d), Pielou (J') e Shannon (H')

Para o período “seco”, a riqueza média foi $0,97 \pm 0,65$, a uniformidade média foi $0,72 \pm 0,34$ e o índice de diversidade média foi $0,93 \pm 0,56$.

Para o período “chuvoso”, a riqueza média foi $0,88 \pm 0,47$, a uniformidade média foi $0,79 \pm 0,29$ e o índice de diversidade média foi $0,79 \pm 0,39$.

Dados Limnológicos

Os resultados obtidos mensalmente em relação às variáveis físico-químicas da água são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Média dos parâmetros físico-químicos da água dos períodos “seco” e “chuvoso” mensurados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil, durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014.

Parâmetros	SECO	CHUVOSO
Temp.¹	18,8	23,5
Cond.²	161,3	177,5
O.D.³	5,1	4,6
pH	7,4	7,0
Transp.⁴	1,4	0,95
Prof.⁵	1,8	1,6
Nitrato⁶	0,4	1,5
Nitrito⁷	0,01	0,01
Sulfato⁸	32,4	23,8
Clorofila a⁹	0,7	1,15
Precip.¹⁰	49,6	120,5

Legenda: 1) Temperatura da água (°C); 2) Condutividade (µS/cm); 3) Oxigênio dissolvido (mg/l); 4) Transparência da água; 5) Profundidade (m); 6,7 e 8) Nitrato, nitrito e sulfato medidas em mg/l; 9) Clorofila a medida em µg/l; 10) Precipitação (mm).

DISCUSSÃO

Quanto aos dados limnológicos

No período “chuvoso” a média da temperatura foi superior ao período “seco” em 4,7°C. A temperatura é um fator que influencia praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água (Odum, 2004). Nesse sentido, os valores dos parâmetros pH, condutividade e oxigênio dissolvido podem sofrer variações com a elevação da temperatura da água, ocasionado por um aumento da velocidade das reações bioquímicas, aeróbias e anaeróbias, da degradação da matéria orgânica e aumento da taxa de crescimento dos organismos aquáticos, que por sua vez diminuem as taxas de oxigênio dissolvido, devido ao alto consumo desse componente (Esteves, 1998; Odum, 2004).

Como esperado, as taxas de precipitação foram maiores no período “chuvoso”, o que pode explicar o aumento de nitrato encontrado na água, já que a chuva atua como carreadora de muitas substâncias químicas, muitas vezes, indesejadas. O nitrato tem sido considerado um importante contaminante ambiental para corpos d’água, tanto subterrâneos como superficiais, em todo o mundo (Varnier e Hirata, 2002). O aumento desse íon em corpos d’água pode ser resultante de atividades antrópicas, destacando-se a aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados utilizados largamente na agricultura (Barbosa, 2005).

O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza, surge nas águas subterrâneas através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto (Odum, 2004). Nas águas superficiais, ocorre através das descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais (Esteves, 1998). Nesse sentido, muitas indústrias que margeiam o rio Batalha, podem estar contribuindo para a poluição desse rio. Ademais, em alguns casos não há tratamento adequado do esgoto sendo despejado diretamente nesse rio.

A condutividade mede a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica e está diretamente relacionada à concentração de espécies iônicas dissolvidas, principalmente inorgânicas, sendo um parâmetro muito sensível ao lançamento de efluentes o que facilita avaliar a qualidade do corpo hídrico, pois é uma medida direta (Esteves, 1998). Desta forma, o período “chuvoso” obteve maior destaque, já que a água da chuva pode funcionar como carreadora de muitos compostos inorgânicos e, conseqüentemente, muitos íons, contribuindo para o aumento da média da condutividade para esse período.

Matéria orgânica e sedimentos carreados pela água, também, podem levar a um aumento da produtividade primária dos corpos d’água, em especial lagos e reservatórios, o que resulta na

excessiva proliferação de algas (Odum, 2004). Esse processo pode ser monitorado através da determinação da concentração de clorofila a, sendo um importante componente de monitoramento em ambientes lênticos, como é o caso da lagoa de captação de água (rio Batalha). Nesse contexto, o carreamento de matéria orgânica pela água da chuva pode ter contribuído para uma maior produtividade primária, além de trazer maior quantidade de sedimentos, que pode ocasionar menor transparência e menor profundidade da lagoa no período “chuvoso”.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos da água mostraram que a lagoa de captação apresenta algumas alterações ligadas aos fatores temporais, com uma leve perda da qualidade da água no período “chuvoso” devido ao carreamento do solo e ao transporte de sedimentos para a lagoa, com aumento da quantidade de material suspenso. Segundo Pereira (2004) um dos principais fatores responsáveis pela poluição das águas, relacionados às variações sazonais, são provenientes da ressuspensão de fundo devido à circulação hidrodinâmica intensa e da erosão de solos e margens carregados pelas chuvas, sendo o período chuvoso, geralmente, mais poluído.

Portanto, a água da lagoa de captação (rio Batalha) pode ser considerada impactada e encontra-se dentro dos parâmetros da Classe 2 segundo resolução do CONAMA 357/2005 podendo ser utilizada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional e avançado; à proteção das comunidades aquáticas e à recreação tais como esqui-aquático e mergulho.

Quanto a fauna parasitária

Nos períodos “seco” e “chuvoso” houve uma prevalência maior de monogenéticos em relação aos demais grupos de parasitos, tal tendência pode ser explicada devido ao comportamento presente nessa espécie de peixe, já que os lambaris de rabo amarelo formam

cardumes e vivem em grupos em todas as fases do seu desenvolvimento, o que facilitaria a transmissão desses metazoários parasitos. Segundo Suzuki e Orsi (2008) os espécimes de *A. altiparanae* formam dois tipos de cardumes, os maiores formados por aproximadamente 50 indivíduos na fase juvenil, e os menores formados por aproximadamente 15 indivíduos na fase adulta.

Ademais, os monogenéticos são encontrados mais facilmente em ambientes lênticos, como é o caso da lagoa de captação de água (rio Batalha), já que suas formas larvais livre-natantes (oncomiracídeos) encontram o hospedeiro com mais facilidade (Dogiel, 1961). Portanto, o pequeno fluxo de água nesse ambiente, permite uma maior troca de parasitos entre os hospedeiros.

Quando comparamos a distribuição percentual de monogenéticos nos períodos “seco” (64,98%) e “chuvoso” (49,7%) observamos maiores valores no período “seco”. Uma explicação possível para isso, já discutida anteriormente, é o fato da lagoa se tratar de um ambiente lêntico e no período “seco” haver pouca água circulante, devido aos baixos índices pluviométricos característicos dessa estação (inverno) e ao fato dessa espécie de peixe viver em cardumes durante todas as fases de desenvolvimento. O que também explica o fato de três espécies de monogenéticos (*Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3 e *Cacatuocotyle guaibensis*) apresentarem correlações significativas e positivas em relação ao comprimento dos hospedeiros no período “seco”. E no período “chuvoso” apenas a espécie *Diaphorocleidus* sp.2 apresentar valor significativo e positivo para essa correlação.

No trabalho de Luque et al. (2004) o comprimento dos hospedeiros foi o principal previsor da riqueza de espécies marinhas. Baseado nos argumentos da teoria das ilhas biogeográficas, hospedeiros maiores podem acomodar mais espécies de parasitos do que os

menores, pois podem ter sua exposição aumentada aos parasitos internos, devido à quantidade maior de comida que eles ingerem e aos parasitos externos devido a sua maior área de superfície, o que facilita o contato com os estágios infectantes.

Os monogenéticos foram encontrados nas brânquias e tegumento dos peixes, a presença desse parasito nas brânquias pode provocar uma produção excessiva de muco podendo levar o hospedeiro à morte por asfixia, além de gerar lesões teciduais que podem facilitar a entrada de agentes patogênicos como fungos e bactérias (Pavanelli et al., 2002).

Além da maior distribuição dos monogenéticos no período “seco”, quando comparamos a distribuição das metacercárias também observamos maiores valores no período “seco”, já que a diminuição da quantidade de água pode favorecer a penetração ativa das cercárias nos peixes.

Nesse estudo, dez endoparasitos foram encontrados em *A. altiparanae*. Os “lambaris” são generalistas tróficos, alimentando-se de insetos, vegetais, escamas, zooplâncton, pedaços de peixes, e outros itens alimentares, promovendo com isso várias formas de transmissão de endoparasitos. Ademais, esses peixes ocupam uma posição importante na cadeia alimentar fazendo parte da dieta de vários vertebrados, como mamíferos aquáticos, diversas aves e peixes piscívoros, por serem itens alimentares atuam como hospedeiros intermediários de alguns endoparasitos, sendo transmitidos via cadeia trófica (Azevedo et al., 2007).

Comparando-se a distribuição dos digenéticos e nematoides nos períodos “seco” e “chuvoso”, observamos valores muito superiores no período “chuvoso” para os digenéticos e um pouco superiores no período “seco” para os nematoides. Ambos os grupos são transmitidos via cadeia trófica e necessitam de hospedeiros intermediários no seu ciclo de vida, sendo os moluscos os primeiros hospedeiros intermediários para os digenéticos e os crustáceos para os nematoides.

Mas, talvez, esta diferença na distribuição dos dois táxons possa ser atribuída a diferença na distribuição de moluscos e crustáceos nos períodos “chuvoso” e “seco”.

Lizama et al. (2008) registraram 23 espécies de metazoários parasitos neste hospedeiro, sendo a fauna de endoparasitos representada por 97,42% do total de parasitos coletados. No estudo de Azevedo et al. (2007) foram registradas seis espécies de metazoários parasitos, sendo a maioria, também, endoparasitos. Os resultados destes dois estudos diferem dos obtidos nesse trabalho, já que os ectoparasitos representaram a maior parte dos parasitos coletados. Este fato pode ser explicado, já que em ambientes com pouca correnteza e profundidade como é o caso da lagoa de captação de água (rio Batalha), as larvas ciliadas dos monogenéticos podem encontrar os seus hospedeiros com mais facilidade, o que em ambientes com grandes profundidades como é o caso do lago localizado na fazenda rio das Pedras e da planície de inundação do rio Paraná, este encontro entre a larva e os peixes pode ser dificultada.

Valtonen et al. (1997) quando compararam lagos muito e pouco poluídos, encontraram altas prevalências de monogenéticos nos lagos poluídos, atribuídas por estes autores como decorrentes da queda da imunidade do peixe em virtude da poluição e alterações da qualidade da água. Nesse sentido, o rio Batalha que vem sofrendo com constantes agressões antrópicas seja com o despejo de esgoto e com a diminuição de suas matas ripícolas que desencadeiam alterações da qualidade de suas águas, pode ser um fator determinante para as maiores prevalências de ectoparasitos.

A média do índice de dominância de Berger-Parker foi maior no período “chuvoso”, mostrando que este hospedeiro possui algumas espécies de parasitos que dominam, ou seja, apresentam alta abundância comparada com as demais espécies, o que pode também ser devido

ao fato das espécies de hospedeiros intermediários se distribuírem de forma diferente nos dois períodos.

Todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado para o período “seco”, com exceção do digenético *Bellumcorpus majus* que apresentou padrão de distribuição aleatório. Já no período “chuvoso” todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado. Este padrão é considerado típico nos parasitos de peixes de água doce. Segundo Zuben (1997) o padrão de distribuição agregado age para aumentar a regulação dependente da densidade e da abundância tanto de hospedeiros como de parasitos, além de reduzir o nível de competição interespecíficas entre os parasitos.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que a comunidade parasitária de *A. altiparanae* proveniente da lagoa de captação de água (rio Batalha) foi caracterizada por alta riqueza e diversidade parasitária, sendo o período “seco” mais diverso e rico, o que pode estar relacionado com o fato da abundância da maioria das espécies de metazoários parasitos ter sido superior no período “seco”, obtendo destaque os pertencentes aos grupos: Monogenea e Nematoda. Além disso, no período “seco” foram registradas duas espécies de nematoides (*Cystidicoloides* sp. e *Philometroides caudata*) que não foram encontradas no período “chuvoso”.

Segundo Ghani e Bhuiyan (2011) as mais diversas e ricas comunidades de metazoários parasitos foram encontradas nos lagos não poluídos, enquanto as comunidades de helmintos do local poluído apresentaram baixos níveis de riqueza de espécies e diversidade, e relativamente baixa abundância da maioria das espécies.

Ambientes eutrofizados, onde há grande quantidade de matéria orgânica e material em suspensão, como é o caso da lagoa de captação, podem gerar uma irritação nos filamentos

branquiais dos peixes e, conseqüentemente, uma queda da resposta imune, tornando os peixes mais susceptíveis ao parasitismo, principalmente por monogênicos (Skinner, 1982).

Desta forma, baseando-se em outros estudos como Valtonen et al. (1997), Madi e Ueta (2009) e Mackenzie et al. (2005) era de se esperar que no período “seco” (menos poluído) as prevalências seriam menores para os Monogenea quando comparado ao período “chuvoso” (mais poluído), porém os resultados mostraram prevalências muito superiores no período “seco”, por se tratar de um ambiente lântico e haver nessa época do ano uma menor quantidade de água circulante, favorecendo a transmissão desse helminto, como discutido anteriormente.

Além disso, a redução da temperatura da água durante o período “seco” (inverno) pode favorecer o desenvolvimento destes organismos devido ao estresse causado nos peixes pelas baixas temperaturas, sobretudo em ambientes onde não há eficiente renovação da água (ambientes lânticos).

Carvalho et al. (2010) encontraram maiores valores de prevalência e abundância de nematoides no período do inverno, fator que atribuíram ao início das baixas temperaturas, já que quando as temperaturas começam a diminuir os peixes desenvolvem uma intensa atividade alimentar para acumularem gordura, para obterem energia suficiente durante o decorrer do inverno, onde ocorre uma diminuição do seu metabolismo. Resultados semelhantes foram encontrados nesse trabalho, onde nematoides apresentaram valores superiores de prevalência e abundância no período “seco”.

Alguns parasitos encontrados nessa espécie de peixe merecem demasiada atenção por apresentarem potencial zoonótico como os pertencentes à família Anisakidae (*Contracaecum* sp.). A anisakiase em humanos pode ocorrer através da ingestão da carne do pescado crua ou mal cozida, contendo larvas de terceiro ou quarto estágio e alguns digenéticos como é o caso das

metacercárias de *Clinostomum* sp. (Tavares e Alejos, 2006; Chung et al., 1995; Tiewchaloern et al., 1999; Park et al., 2009). Dessa maneira, por serem peixes que apresentam valor comercial sendo apreciados como alimento e na pesca esportiva, os lambaris, merecem atenção no que tange às medidas de prevenção e inspeção correta do pescado e uso de técnicas seguras de conservação e preparo antes do consumo, a fim de se evitar a contaminação pelo homem.

Alguns estudos sobre a fauna parasitária em *A. altiparanae* já foram realizados por diferentes autores em diferentes localidades e estão apresentados na tabela 5. As espécies de parasitos: *Cacatuocotyle guaibensis*, *Jainus hexops*, *Auriculostoma* sp., *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, Diplostomidae gen. sp., *Cystidicoloides* sp., *Heliconema izecksohni* e *Philometroides caudata* estão sendo registrados pela primeira vez nessa espécie de peixe, sendo que todos os metazoários parasitos encontrados estão sendo registrados pela primeira no rio Batalha.

Tabela 5. Lista de helmintos já registrados parasitando *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 em outras localidades.

Espécies	Referências
Mixozoários	
<i>Henneguya chydadea</i> Barassa et al., 2003	Barassa et al., 2003
Monogenéticos	
<i>Amphitecium</i> sp.	Ferrari-Hoeinghaus et al., 2006
Ancyrocephalinae gen. sp.	Almeida e Cohen, 2011
<i>Diaphorocleidus kabatai</i> (Molnar, Hanek e Fernando, 1974) Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004	Almeida e Cohen, 2011
<i>Trinibaculum altiparanae</i> Abdallah et al., 2013	Abdallah et al., 2013
<i>Urocleidoides</i> sp.	Lizama et al., 2008
<i>Urocleidoides astyanacis</i> Goia, Cordeiro e Artigas, 1988	Azevedo et al., 2007
<i>Characithecium</i> sp.	Ferrari-Hoeinghaus et al., 2006
Digenéticos	
<i>Antorchis</i> sp.	Lizama et al., 2008
<i>Ascocotyle (A.) tenuicollis</i> Price, 1935.	Lizama et al., 2008
Bucephalidae	Lizama et al., 2008
<i>Clinostomum</i> sp.	Azevedo et al., 2007
<i>Herpetodiplostomum</i> sp.	Lizama et al., 2008
<i>Tylodelphys</i> sp.	Lizama et al., 2008
Cestoda	
<i>Senga</i> sp.	Azevedo et al., 2007
Nematoides	
<i>Contracaecum</i> sp.	Azevedo et al., 2007
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) caballeroi</i> Caballero- Deloya, 1977	Pavanelli et al., 2006
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> Travassos, 1929	Azevedo et al., 2007
<i>Spiroxys</i> sp.	Lizama et al., 2008
Acantocéfalos	
<i>Quadrigyrus</i> sp.	Lizama et al., 2008

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Processo n° 158778/2013-8), a CAPES e à FAPESP (Processo n° 2012/23655-0) pelo auxílio financeiro durante a realização da pesquisa. Aos funcionários do Departamento de Água e Esgoto de Bauru (DAE). A professora Dra. Jandira Talamoni e ao professor Dr. Fábio Porto-Foresti.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, VD., AZEVEDO, RK. e SILVA, RJ., 2013. *Trinibaculum altiparanae* sp. n., a new dactylogyrid species (Monogenea) of the *Astyanax altiparanae* (Osteichthyes: Characidae) in the Peixe river, Southeastern Brazil. *Neotropical Helminthology*, vol. 7, no. 2, p. 211-217.
- ALMEIDA, KSS. e COHEN, SC., 2011. Diversidade de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de *Astyanax altiparanae* do reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu. *Revista Saúde e Ambiente*, vol. 6, no. 1, p. 31-41.
- AZEVEDO, GB., MADI, RR. e UETA, MT., 2007. Metazoários parasitas de *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) na Fazenda rio das Pedras, Campinas, SP, Brasil. *Revista Bioikos*, vol. 21, no. 2, p. 89-96.
- BARASSA, B., CORDEIRO, NS. e ARANA, SA., 2003. New Species of *Henneguya*, a Gill Parasite of *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) from Brazil, with comments on histopathology and seasonality. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 98, no. 6, p. 761-765.
- BARBOSA, CF., 2005. Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 101 p. Dissertação de mestrado em ecologia.
- BUSH, AO., AHO, JM. e KENNEDY, CR., 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Journal of evolution and ecology*, vol. 4, no. 1, p. 1-20.

- BUSH, AO., LAFFERTY, KD., LOTZ, JM. e SHOSTAK, AW., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al., revisited. *Journal of Parasitology*, vol. 83, no. 4, p. 575-593.
- CARVALHO, AR., TAVARES, LER. e LUQUE, LL., 2010. Variação sazonal dos metazoários parasitos de *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) no rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, vol. 32, no. 2, p. 159-167.
- CHUNG, DIL., MOON, CW., KONG, HH., CHOI, DH. e LIM, DK., 1995. The first human case of *Clinostomum complanatum* (Trematoda: Clinostomidae) infection in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*, vol. 33, p. 219-223.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/2005. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 10 março 2013.
- COHEN, SC. e KOHN, A., 2008. South American Monogenea: List of species, hosts and geographical distribution from 1997 to 2008. *Zootaxa*, p.1-42.
- DOGIEL, VA., 1961. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In DOGIEL VA., Petrushevski, GK. and Polyanski, YI. *Parasitology of fishes*. Leningrad: University Press. p. 1-47.
- EIRAS, JC., TAKEMOTO, RM. e PAVANELLI, GC., 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2nd ed. Maringá: Eduem. 199 p.
- ESTEVES, FA., 1998. Fundamentos de limnologia. 2ª ed. Interciência, Rio de Janeiro, 602p.
- FERRARI-HOEINGHAUS, AP., TAKEMOTO, RM., OLIVEIRA, LC. e MAKRAKIS, MC., 2006. Baumgartner G, Host-parasite relationships of monogeneans in gills of *Astyanax*

- altiparanae* and *Rhamdia quelen* of the São Francisco Verdadeiro river, Brazil. Revista Parasite, vol. 13, no. 4, p. 315-320.
- GARUTTI, V. e BRITSKI, HA., 2000. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, vol. 13, p. 65-88.
- GHANI, MO. e BHUIYAN, AI., 2011. Community structures of endoparasitic helminths of *Channa punctatus* from a fresh water river and a polluted lagoon of Bangladesh. Journal of Zoology, Bangladesh, vol. 39, no. 2, p. 173-185.
- KENNEDY, CR., 1990. Helminth communities in freshwaterfish: structured communities of stochastic assemblages? In: ESCH, GW., BUSH, AO. and AHO, JM. (Ed.). Parasite communities: patterns and processes. London: Chapman and Hall, p. 131-156.
- KENNEDY, CR., 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in a small stream: longterm changes in richness and structure. Parasitology, vol. 107, no. 1, p. 71-78.
- KOHN, A., FERNANDES, BMM. e COHEN, SC., 2007. South American trematodes parasites of fishes. Rio de Janeiro: Imprinta Express Ltda. 318p.
- LIZAMA, MLAP., TAKEMOTO, RM. e PAVANELLI, GC., 2008. Ecological aspects of metazoan parasites of *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 (Characidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. Boletim do Instituto de pesca, vol. 34, no. 4, p. 527-533.
- LOM, J. e ARTHUR, JR., 1989. A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. Journal of Fish Diseases, vol. 12, p. 151-156.

- LUDWIG, JA. e REYNOLDS, JF., 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York.
- LUQUE, JL., 2004. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, vol.13, p. 161-164.
- LUQUE, JL. AMATO, JFR. e TAKEMOTO, RM., 1996. Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian littoral: I. structure and influence of the size and sex of hosts. Brazilian Journal Biology, vol. 56, p. 279-292.
- MACKENZIE, K., WILLIAMS, HH., WILLIAMS, B., MCVICAR, AH. e SIDDALL, R., 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. Advances in Parasitology, vol. 35, p. 85-144.
- MADI, RR. e UETA, MT., 2009. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, Jaboticabal, vol. 18, no. 2, p. 38-41.
- MAGURRAN, AE., 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press.
- MORAVEC, F., 1998. Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region. Academia. Praga, 464p.
- ODUM, EP., 2004. Fundamentos de Ecologia. 6ª ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian.
- ÖZTÜRK, T. e ALTUNEL, FN., 2006. Occurrence of *Dactylogyrus* infection linked to seasonal changes and host fish size on four cyprinid fishes in lake Manyas, Turkey. Acta Zoologica Academiae. Scientiarum Hungaricae, vol. 52, no. 4, p. 407-415.

- PARK, CW., KIM, JS., JOO, HS. e KIM, JA., 2009. Human Case of *Clinostomum complanatum* infection in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*, vol. 47, no. 4, p. 401- 404.
- PAVANELLI, GC., EIRAS, JC. e TAKEMOTO, RM., 2002. Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento. 2nd ed. Editora Universidade Estadual de Maringá. 305p.
- PAVANELLI, GC., TAKEMOTO, RM., LIZAMA, MAP., GUIDELLI, GM., LACERDA, ACF., YAMADA, FH. et al., 2006. Ictioparasitologia. *In: Universidade Estadual de Maringá. Nupélia/PELD. A planície de inundação do Alto rio Paraná: Site 6 PELD/CNPq-Relatório anual 2006. Maringá 2014. Disponível em <http://www.peld.uem.br/Relat2006/pdf/12_Ictioparasitologia.pdf>. Acesso em 3 março 2011.*
- PEREIRA, RS., 2004. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. *Revista eletrônica de recursos hídricos*, vol. 1, no. 1, p. 20-36.
- PORTO-FORESTI, F., OLIVEIRA, C., FORESTI, F. e CASTILHO-ALMEIDA, RB., 2001. Cultivo do Lambari: Uma espécie de pequeno porte e grandes possibilidades. *Panorama da Aqüicultura*, vol. 11, no. 67, p. 15-19.
- ROHDE, K., HAYWARD, C. e HEAP, M., 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal of Parasitology*, vol. 25, no. 8, p. 945-970.
- SILVA, FL., TALAMONI, JLB., BOCHINI, GL., RUIZ, SS. e MOREIRA, DC., 2009. Macroinvertebrados aquáticos do reservatório do rio Batalha para a captação das águas e abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, vol. 4, p. 66-74.

- SKINNER, RH., 1982. The interrelation of water quality, gill parasites, and gill pathology of some fishes from south Biscayne Bay, Florida. *Fishery Bulletin*, vol. 80, no. 2, p. 269-280.
- SUZUKI, FM. e ORSI, ML., 2008. Formação de cardumes por *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characidae) no Rio Congonhas, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 25, no. 3, p. 566-569.
- TAKEMOTO, RM., LIZAMA, MAP., GUIDELLI, GM. e PAVANELLI, GC., 2004. Parasitos de peixes de águas continentais. In *Sanidade de Organismos Aquáticos*. (M.J.T. Ranzani-Paiva, R.M. Takemoto & M.A.P. Lizama. São Paulo: Editora Varela, p.179-198.
- TAVARES, LER. e ALEJOS, JLFL., 2006. Sistemática, biologia e importância em saúde coletiva das larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas de peixes ósseos marinhos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: Silva-Souza, A.T (org.). *Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil*. Maringá: Abrapoa, 387p.
- THATCHER, VE., 2006. *Amazon Fish Parasites*. Pensoft Publishers, Sofia, vol. 1, 496p.
- TIEWCHALOERN, S., UDOMKIJDECHA, S., SUVOUTTHO, S., CHUNCHAMSRI, K. e WAIKAGUL, J., 1999. *Clinostomum* trematode from human eye, the Southeast Asian. *Journal of Tropical Medicine and Public Health*, vol. 30, p.382-384.
- VALTONEN, ET., HOLMES, JC. e KOSKIVAARA, M., 1997. Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on the parasite communities in roach and perch in four lakes in central Finland. *Parassitologia*, vol. 39, no. 3, p. 233- 346.
- VARNIER, CL. e HIRATA, R., 2002. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do tietê. *Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*, vol. 16, p.77-82.

ZUBEN, CJV., 1997. Implicações da agregação espacial de parasitas para dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Revista de Saúde Pública*, vol. 31, no. 5, p. 523-530.

ARTIGO 2³

METAZOAN PARASITES OF LAMBARI *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 E *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) COLLECTED FROM THE BATALHA RIVER, SÃO PAULO STATE, BRAZIL

METAZOÁRIOS PARASITOS DOS LAMBARIS *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 E *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) COLETADOS NO RIO BATALHA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Aline de Almeida Camargo^a, Rodney Kozlowiski de Azevedo^b e Vanessa Doro Abdallah^b

^a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Instituto de Biociências de Botucatu, Distrito de Rubião Júnior, S/N. São Paulo. CEP: 18618-970.

^b Universidade do Sagrado Coração, Rua irmã Arminda, 10-50, Jardim Brasil, Bauru. São Paulo. CEP 17011-160.

³ A ser submetido a Brazilian Journal of Biology

ABSTRACT

During the period of August 2013 to July 2014 were collected and analyzed 31 specimens of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) and 19 specimens of *Astyanax bockmanni* Vari and Castro, 2007 from Batalha river, São Paulo State, Brazil. In *A. bockmanni* were collected eight species of helminth parasites: *Henneguya* sp., *Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Gyrodactylus* sp., *Bacciger delvalleensis* and *Contraecum* sp. How were collected only 19 specimens of *A. bockmanni*, were not performed statistics analyzes for this species of fish. Already in *A. fasciatus*, were collected and identified 13 species of metazoan parasites: *Henneguya* sp., *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Jainus hexops*, *Auriculostoma* sp., *Austrodiplostomum compactum*, *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus*, *Diplostomidae* gen. sp. and *Contraecum* sp. The monogenetic accounted for the majority of the specimens collected, the richness varied between 0 and 7 species of parasites per host. All parasites showed an aggregated distribution pattern for *A. fasciatus*. The Berger-Parker dominance index averaged 0.47 ± 0.30 . Parasites that had positive correlations with length of hosts were *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus kabatai* and *Auriculostoma* sp. The total number of parasites and parasite richness also achieved significant and positive values for this correlation. Regarding the weight of the host, showed significant and positive correlations *Diaphorocleidus kabatai* and *Auriculostoma* sp. The parasite richness also showed substantial and positive for this correlation. The results obtained in this study indicate that the parasite community of *Astyanax fasciatus* from the Batalha river is characterized by high richness, diversity and uniformity parasitic.

Keywords: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bockmanni*, lambari, Batalha river, parasites.

RESUMO

Durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014 foram coletados e analisados 31 espécimes *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) e 19 espécimes de *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 provenientes do rio Batalha, Estado de São Paulo, Brasil. Em *A. bockmanni* foram coletadas oito espécies de helmintos parasitos: *Henneguya* sp., *Cacatuocotyle guaibensis*, *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Gyrodactylus* sp., *Bacciger delvalleensis* e *Contracaecum* sp. Como foram coletados apenas 19 espécimes de *A. bockmanni*, não foram realizadas análises estatísticas para essa espécie de peixe. Já em *A. fasciatus*, foram coletadas e identificadas 13 espécies de metazoários parasitos: *Henneguya* sp., *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Jainus hexops*, *Auriculostoma* sp., *Austrodiplostomum compactum*, *Bacciger delvalleensis*, Diplostomidae gen. sp., *Bellumcorpus majus* e *Contracaecum* sp. Os monogenéticos representaram a maioria dos espécimes coletados, a riqueza variou entre 0 e 7 espécies de parasitos por hospedeiro. Todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado para *A. fasciatus*. O índice de dominância de Berger-Parker apresentou uma média de 0.47 ± 0.30 . Os parasitos que apresentaram correlações positivas em relação ao comprimento dos hospedeiros foram: *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus kabatai* e *Auriculostoma* sp. O número total dos parasitos e a riqueza parasitária também obtiveram valores significativos e positivos para essa correlação. Em relação ao peso do hospedeiro, apresentaram correlações significativas e positivas *Diaphorocleidus kabatai* e *Auriculostoma* sp. A riqueza parasitária também apresentou valores significativos e positivos para essa correlação. Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a comunidade parasitária de *Astyanax fasciatus* proveniente do rio Batalha é caracterizada por alta riqueza, diversidade e uniformidade parasitária.

Palavras-chave: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax bockmanni*, lambari, rio Batalha, parasitos.

INTRODUÇÃO

As espécies de peixes *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) e *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 são popularmente conhecidas como lambaris de rabo vermelho, ocorrem ao longo da bacia do alto Paraná, possuem corpo claro, nadadeiras vermelhas e hábito alimentar onívoro (Lima et al., 2003).

Astyanax bockmanni se diferencia morfológicamente de *A. fasciatus* por apresentar coloração do corpo levemente dourada, menor tamanho atingindo em média sete centímetros de comprimento e por apresentar uma mancha negra losangular bem evidenciada no pedúnculo caudal (Vari e Castro, 2007).

Responsável pelo abastecimento de aproximadamente 45% da população bauruense, o rio Batalha que pertence a Bacia Hidrográfica do Tietê-Batalha é extremamente importante para essa região, porém nos últimos anos vem sofrendo com constantes agressões antrópicas que tem gerado a diminuição de suas matas ciliares, desencadeando processos de degradação e assoreamento desse rio (Pinto et al., 2006). Nesse sentido, o estudo da parasitofauna natural de peixes em ambientes naturais é fundamental, pois permite dar subsídios sobre diversos aspectos relativos ao habitat e a biologia dos seus hospedeiros (Luque et al., 1996).

Ademais, os parasitos de peixes têm sido cada vez mais reconhecidos como importantes bioindicadores da qualidade ambiental, já que atuam como indicadores da biologia do seu hospedeiro, de contaminantes ambientais e da estrutura da cadeia alimentar (Chubb, 1980 e 1982; Overstreet, 1997).

Porém, trabalhos relativos à parasitofauna natural de peixes da bacia do Tietê-Batalha no Estado de São Paulo são escassos. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo o levantamento e identificação da fauna parasitária de *A. bockmanni* e *A. fasciatus* do rio Batalha

contribuindo assim para o conhecimento da biodiversidade dentro do ambiente aquático do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos hospedeiros

As coletas dos peixes foram realizadas na lagoa de captação de água (rio Batalha), localizada no município de Piratininga, Estado de São Paulo, cuja localização é (22^o24'46"S e 49^o08'05"O). No período de agosto de 2013 a julho de 2014 foram realizadas coletas mensais, totalizando 12 coletas ictiológicas. Ao todo 31 espécimes de *Astyanax fasciatus* e 19 espécimes de *Astyanax bockmanni* foram coletados e analisados.

Para a captura dos peixes utilizaram-se redes de espera simples de diferentes malhas e “covos”. Uma vez obtidos, os peixes foram armazenados em sacos individuais e acondicionados em caixas térmicas contendo gelo. Em seguida, foram transportados até o laboratório de Ictioparasitologia da Universidade do Sagrado Coração (Bauru - SP), onde os peixes foram congelados até o momento da necropsia.

Durante a necropsia os peixes foram identificados segundo Vari e Castro, 2007 e todos os dados biométricos foram anotados como comprimento padrão (cm), comprimento total (cm), peso total (g) e sexo.

A superfície do corpo, brânquias e narinas foram examinadas a procura de ectoparasitos. As brânquias foram retiradas e lavadas com o auxílio de uma peneira de 53 µm, em seguida, o material retido pela peneira foi depositado em uma placa de Petri e examinado ao estereomicroscópio.

Através de uma incisão na parte ventral dos hospedeiros todos os órgãos foram retirados individualmente, abertos e lavados com o auxílio de uma peneira de 75 µm, o conteúdo retido

pela peneira foi colocado em uma placa de Petri e foi analisado ao estereomicroscópio para a coleta de endoparasitos. Todos os helmintos coletados foram conservados em álcool 70°GL.

Um exame detalhado da superfície, brânquias e órgãos foi realizado em cada espécime à procura de cistos de mixozoários ou qualquer tipo de anomalia tecidual que apresentasse aspecto suspeito para este grupo de parasitos. A montagem para observação em microscópio óptico foi realizada com o material fresco, onde os cistos foram rompidos e os esporos montados entre lâmina e lamínula contendo gel. As características necessárias para descrever e/ou identificar as espécies de *Henneguya* são as recomendadas por Lom e Arthur (1989).

Para identificação dos monogenéticos, as estruturas esclerotizadas (haptor e complexo copulatório) foram clarificadas em meio Grey & Wess. Alguns monogenéticos foram corados com Tricrômico de Gomori e montados entre lâmina e lamínula contendo balsâmo do Canadá. Os digenéticos foram corados com Carmim e montados entre lâmina e lamínula contendo balsâmo do Canadá e os nematoides foram submetidos à diafanização pelo lactofenol (Eiras et al., 2006). As análises morfológicas foram realizadas com o auxílio de um microscópio Trinocular Nikon E 200, e a morfometria foi obtida utilizando o sistema de análise computadorizada de imagem Motic (Moticam 5.0 MP).

Para identificação e diagnóstico das espécies de parasitos foram utilizados os seguintes trabalhos: Kohn et al. (2007) para os digenéticos; Thatcher (2006) e Cohen e Kohn (2008) para os monogenéticos; Moravec (1998) para os nematoides.

Depósito dos parasitos

Material-tipo e espécimes representativos das espécies de helmintos foram depositados no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e na Coleção Helmintológica do Instituto de Biociências (CHIBB), Unesp, campus de Botucatu.

Metodologia estatística e aproximação ecológica das comunidades parasitárias

Comunidades parasitárias componentes

Os cálculos da prevalência, abundância média e intensidade média do parasitismo foram calculadas de acordo com Bush et al. (1997).

A relação entre variância e média (índice de dispersão) foi usada em cada espécie de parasito para indicar se as infecções foram agregadas e determinar seu tipo de distribuição, sendo calculado também o estatístico d para avaliar a sua significância (Ludwig e Reynolds, 1988).

A frequência de dominância e dominância relativa média (número de espécimes de uma mesma espécie/número total de espécimes de todas as espécies da infracomunidade) foram calculadas para cada espécie de parasito (Rohde et al., 1995).

Para a análise das possíveis relações entre peso do hospedeiro e abundância parasitária e entre comprimento padrão do hospedeiro e abundância parasitária foi usado o coeficiente de correlação Spearman (r_s).

Os testes mencionados anteriormente foram aplicados só para aquelas espécies de parasitos que apresentaram prevalências superiores a 10 % (Bush et al., 1990).

Todos os valores que correspondem à média de alguma variável são acompanhadas do respectivo desvio padrão e representados por duas casas decimais. O nível de significância estatística adotado foi de $P < 0,05$.

Infracomunidades parasitárias

O Índice de dominância de Berger-Parker foi calculado para cada infracomunidade (Magurran, 1988). O índice de Shannon (H'), índice de Pielou (J') e índice de Margalef (d), respectivamente, foram utilizados para avaliar a diversidade, uniformidade e riqueza parasitária.

RESULTADOS

Astyanax bockmanni

Dos 19 espécimes de *Astyanax bockmanni* coletados e analisados foram recuperados um total de 57 metazoários parasitos, sendo: um mixozoário: *Henneguya* sp. (Figura 4), cinco monogenéticos: *Cacatuocotyle guaibensis* Gallas, Calegari-Marques e Amato, 2014 (Figura 5), *Characithecium* sp. (Figura 6), *Diaphorocleidus* sp.1 (Figura 8), *Diaphorocleidus* sp.2 (Figura 9), *Gyrodactylus* sp. (Figura 22); um digenético *Bacciger delvalleensis* Lunaschi, 2001 (Figura 13), e um nematoide: *Contracaecum* sp. (Figura 17) apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Número de parasitos coletados (C); prevalência (P); intensidade média (IM); abundância média (AM) e sítio de infecção/infestação (SI) dos metazoários parasitos em *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	C	P (%)	IM	AM	SI
Myxozoa					
<i>Henneguya</i> sp.	---	21,05	---	---	B
Monogenea					
<i>Cacatuocotyle guaibensis</i>	19	31,58	3,16 ± 1,21	1,00 ± 1,86	B, S
<i>Characithecium</i> sp.	13	26,31	2,66 ± 1,51	0,68 ± 1,37	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	3	5,26	3,00 ± 0,70	0,15 ± 0,69	S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	5	10,52	2,50 ± 0,70	0,26 ± 0,80	S
<i>Gyrodactylus</i> sp.	4	15,79	1,66 ± 0,58	0,29 ± 0,53	S
Digenea					
<i>Bacciger delvalleensis</i>	9	21,05	2,25 ± 1,89	0,47 ± 1,22	In
Nematoda					
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	4	21,05	1,00 ± 0,00	0,21 ± 0,41	In

Legenda: B – brânquias; S – superfície do corpo; In – intestino;

Como foram coletados apenas 19 espécimes de *A. bockmanni* não alcançando um número de amostras significativo (≥ 30) não foram realizados cálculos estatísticos.

Astyanax fasciatus

Dos 31 espécimes de *Astyanax fasciatus* coletados e analisados foram recuperados um total de 250 metazoários parasitos, sendo: um mixozoário: *Henneguya* sp. (Figura 4); seis monogenéticos: *Characithecium* sp. (Figura 6); *Diaphorocleidus kabatai* (Molnar, Hanek e Fernando, 1974) Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004 (Figura 7), *Diaphorocleidus* sp.1 (Figura 8), *Diaphorocleidus* sp.2 (Figura 9), *Diaphorocleidus* sp.3 (Figura 10) e *Jainus hexops* Kritsky e Leiby, 1972 (Figura 11); cinco digenéticos: *Auriculostoma* sp. (Figura 12), *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Figura 23), *Bacciger delvalleensis* Lunaschi, 2001 (Figura 13), *Bellumcorpus majus* Kohn, 1962 (Figura 14) e Diplostomidae gen. sp. (Figura 16) e um nematoide: *Contracaecum* sp. (Figura 17) , totalizando 13 espécies de parasitos como mostra a tabela 7. A média total foi de 8,06 parasitos/peixe.

Tabela 7. Número de parasitos coletados (C); prevalência (P); intensidade média (IM); abundância média (AM) e sítio de infecção/infestação (SI) dos metazoários parasitos em *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	C	P (%)	IM	AM	SI
Myxozoa					
<i>Henneguya</i> sp.	---	9,67	---	---	B
Monogenea					
<i>Characithecium</i> sp.	12	16,13	2,40 ± 1,14	0,38 ± 0,99	B, S
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>	24	25,80	3,00 ± 2,45	0,77 ± 1,78	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	51	41,93	3,92 ± 2,18	1,64 ± 2,40	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	27	32,26	2,70 ± 1,76	0,87 ± 1,61	B, S
<i>Diaphorocleidus</i> sp.3	15	22,58	2,14 ± 1,21	0,48 ± 1,06	B, S
<i>Jainus hexops</i>	33	22,58	4,71 ± 6,82	1,06 ± 3,65	B, S
Digenea					
<i>Auriculostoma</i> sp.	8	16,13	1,60 ± 0,89	0,26 ± 0,68	In
<i>Austrodiplostomum compactum</i> (metacercária)	3	9,67	1,00 ± 0,50	0,09 ± 0,30	O
<i>Bacciger delvalleensis</i>	44	16,13	8,80 ± 13,18	1,42 ± 5,83	In
<i>Bellumcorpus majus</i> (metacercária)	4	9,67	1,33 ± 0,57	0,13 ± 0,43	S
Diplostomidade gen. sp. (metacercária)	20	16,13	4,00 ± 2,12	0,64 ± 1,68	O
Nematoda					
<i>Contraecum</i> sp. (larva)	9	19,35	1,50 ± 0,83	0,29 ± 0,69	In, E

Legenda: B – brânquias; S – superfície do corpo; In – intestino; O – olho; E – estômago.

A prevalência total de hospedeiros parasitados foi de 80,65%. Os monogenéticos representaram a maioria dos espécimes coletados (64,80%), seguidos pelos digenéticos (31,60%) e nematoides (3,60%) como mostra a figura 24.

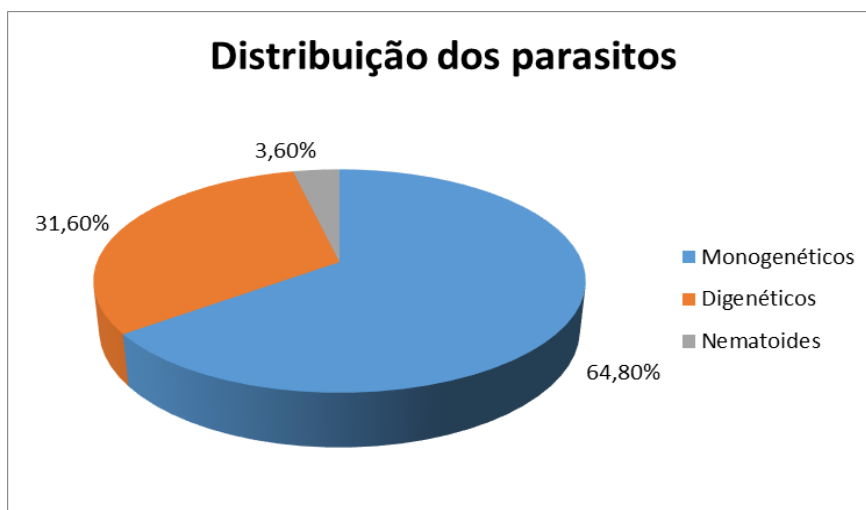


Figura 24. Distribuição percentual dos espécimes de metazoários parasitos entre monogenéticos, digenéticos e nematoides de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Dez espécies de parasitos apresentaram prevalências superiores a 10%: *Characithecium* sp., *Diaphorocleidus kabatai*, *Diaphorocleidus* sp.1, *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Jainus hexops*, *Auriculostoma* sp., *Bacciger delvalleensis*, Diplostomidade gen. sp. e *Contracaecum* sp.

A riqueza variou entre 0 e 7 espécies de parasitos por hospedeiro, sendo a riqueza média de 2,58 parasitos/hospedeiro. Seis hospedeiros (19,35%) não estavam parasitados por nenhuma espécie de metazoário parasito, cinco hospedeiros (16,13%) estavam parasitados por uma espécie de parasito, cinco hospedeiros (16,13%) estavam parasitados por uma espécie de parasito, três hospedeiros (9,68%) estavam parasitados por duas espécies de parasitos, sete hospedeiros (22,59%) por três espécies de parasitos, cinco hospedeiros (16,13%) por quatro espécies de parasitos, três hospedeiros (9,68%) por cinco espécies de parasitos, um hospedeiro (3,22%) estava parasitado por seis espécies de parasitos e um hospedeiro (3,22%) por 7 espécies de parasitos como mostra a figura 25.

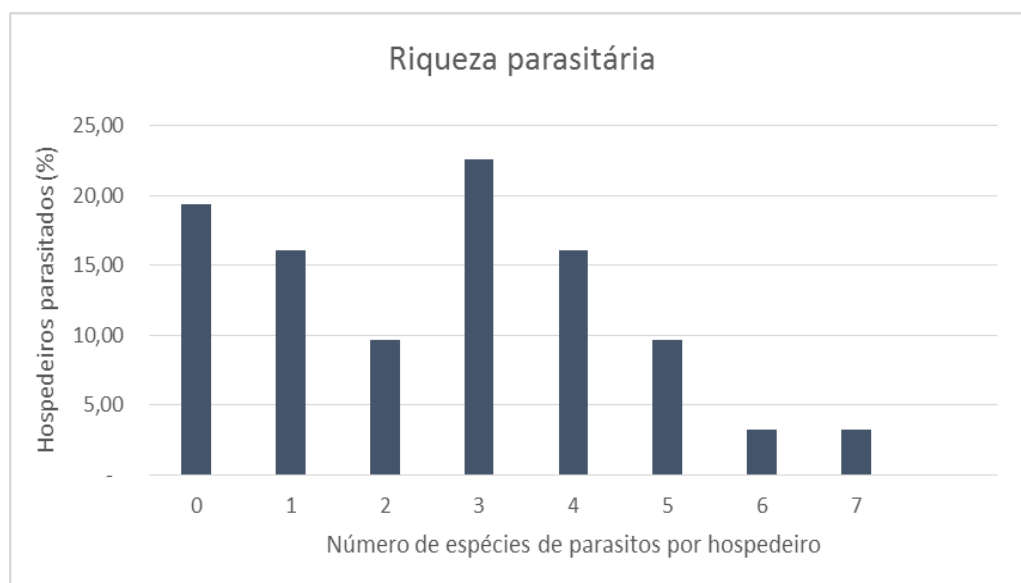


Figura 25. Distribuição percentual da riqueza parasitária na amostra de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

O monogenético *Diaphorocleidus* sp.1 foi a espécie de parasito dominante, com 51 espécimes representando 20,40% do total de parasitos coletados (250) e apresentou o maior valor de frequência de dominância (Tabela 8). Todos os parasitos apresentaram padrão de distribuição agregado como mostra a tabela 9. O índice de dominância de Berger-Parker apresentou uma média de $0,47 \pm 0,30$.

Tabela 8. Frequência de dominância e dominância relativa dos metazoários parasitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	Frequência de dominância (%)	Dominância Relativa
Monogenea		
<i>Characithecium</i> sp.	6,45	0,05 ± 0,03
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>	9,68	0,09 ± 0,06
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	22,58	0,20 ± 0,08
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	6,45	0,11 ± 0,05
<i>Diaphorocleidus</i> sp.3	6,45	0,06 ± 0,03
<i>Jainus hexops</i>	9,68	0,13 ± 0,12
Digenea		
<i>Auriculostoma</i> sp.	3,22	0,03 ± 0,02
<i>Bacciger delvalleensis</i>	6,45	0,17 ± 0,19
Diplostomidade gen. sp.	9,68	0,08 ± 0,05
Nematoda		
<i>Contracaecum</i> sp.	6,45	0,03 ± 0,02

Tabela 9. Valores do Índice de dispersão (ID) e do teste estatístico *d* dos metazoários parasitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) na lagoa de captação de água (rio Batalha), município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

Espécies	ID	<i>d</i>
Monogenea		
<i>Characithecium</i> sp.	2,51	4,59
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>	4,11	8,02
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	3,51	6,83
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	2,98	5,69
<i>Diaphorocleidus</i> sp.3	2,34	4,17
<i>Jainus hexops</i>	12,57	19,78
Digenea		
<i>Auriculostoma</i> sp.	1,78	2,65
<i>Bacciger delvalleensis</i>	23,93	30,21
Diplostomidade gen. sp.	4,34	8,45
Nematoda		
<i>Contracaecum</i> sp.	1,64	2,24

Coefficientes de correlação de Pearson

Os parasitos que apresentaram correlações positivas em relação ao comprimento dos hospedeiros foram: *Diaphorocleidus* sp.1 ($rs = 0,43$, $P = 0,01$), *Diaphorocleidus* sp.2 ($rs = 0,36$, $P = 0,04$), *Diaphorocleidus kabatai* ($rs = 0,49$, $P = 0,04$) e *Auriculostoma* sp. ($rs = 0,45$, $P = 0,01$). O número total dos hospedeiros ($rs = 0,37$, $P = 0,03$) e a riqueza parasitária ($rs = 0,58$, $P = 0,01$) também obtiveram valores positivos.

Apresentaram correlações positivas em relação ao peso, os parasitos *Diaphorocleidus kabatai* ($rs = 0,54$, $P = 0,01$) e *Auriculostoma* sp. ($rs = 0,43$, $P = 0,01$). A riqueza parasitária também apresentou valores significativos e positivos para essa correlação ($rs = 0,52$, $P = 0,02$).

Índices de Margalef (d), Pielou (J') e Shannon (H')

A riqueza média foi $0,96 \pm 0,62$, a uniformidade média foi $0,72 \pm 0,38$ e o índice de diversidade média foi $0,86 \pm 0,50$.

DISCUSSÃO

Nesse estudo, houve uma prevalência maior de monogenéticos em relação aos demais grupos de parasitos. Acosta (2013), também, obteve em seu estudo valores elevados de prevalência para esse grupo de parasito, onde foram coletados ao todo 60 exemplares de *A. fasciatus*, pertencentes a dois trechos do rio Taquari, um ambiente considerado lótico (prevalência de 36%) e outro lêntico (prevalência de 80%), mostrando que os ectoparasitos obtiveram valores de prevalência bem diferenciados, destacando-se no ambiente lêntico.

Nesse contexto, a lagoa de captação de água (rio Batalha) considerado um ambiente lêntico, pode favorecer a transmissão de monogenéticos, já que as formas larvais livre-natantes

(oncomiracídeos) encontrariam o hospedeiro com mais facilidade. Haja visto, que o pequeno fluxo de água nesse ambiente permite uma maior troca de parasitos entre os hospedeiros (Dogiel, 1961).

Ademais, muitas espécies pertencentes ao gênero *Astyanax* possuem comportamento de cardume durante todas as fases de seu desenvolvimento, portanto, onde existem altas concentrações de indivíduos, o parasito tem maior facilidade em completar seu ciclo de vida (Suzuki e Orsi, 2008). As patogenias provocadas por esses helmintos são consideradas as mais importantes para a criação de peixes, isso se deve ao fato de possuírem alta fecundidade e ciclo de vida direto, facilitando a transmissão (Pavanelli et al., 2002).

Os monogenéticos foram encontrados nas brânquias e superfície do peixe, esse parasito pode causar hiperplasia, hipersecreção de muco e lesões teciduais, que podem facilitar a entrada de agentes patogênicos como fungos e bactérias (Pavanelli et al., 2002).

Diversos estudos foram realizados utilizando os monogenéticos de peixes como bioindicadores da qualidade ambiental. Ambientes onde há alterações da qualidade da água, podem induzir algumas respostas no hospedeiro como uma elevada produção de muco e hiperplasia celular, favorecendo o parasito, já que esse se alimenta principalmente de restos celulares. Ademais, a presença de poluentes na água e, conseqüentemente, alterações de sua qualidade podem gerar queda da imunidade dos peixes, tornando-os mais susceptíveis aos parasitos (Overstreet, 1997; Valtonen et al., 1997).

Nesse sentido, o rio Batalha que vem sofrendo com constantes agressões antrópicas seja com o despejo de esgoto e com a diminuição de suas matas ripícolas que desencadeiam alterações da qualidade de suas águas, podem influenciar nas elevadas taxas de prevalências por monogenéticos.

Ao todo foram coletados e identificados cinco endoparasitos, sendo quatro digenéticos e um nematoide. Diferentes estudos realizados com *A. fasciatus* mostram predominância por endoparasitos. Paraguassu e Luque (2007) observaram uma predominância de endoparasitos nestes peixes, sendo o principal componente da fauna parasitária o nematoide *Rhabdochona acuminata*. Abdallah et al. (2004) estudaram duas espécies pertencentes ao gênero *Astyanax*, coletados no rio Guandu e concluíram que a comunidade de metazoários parasitos das espécies de peixes analisadas foi composta somente por endoparasitos, fato que atribuíram aos fatores ambientais, já que o rio Guandu é um ambiente lótico e os ectoparasitos são mais facilmente encontrados em ambientes lênticos e ao hábito alimentar dos lambaris, já que são onívoros e alimentam-se de diversos itens alimentares e a transmissão de endoparasitos torna-se facilitada.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a comunidade parasitária de *Astyanax fasciatus* proveniente da lagoa de captação de água (rio Batalha) foi caracterizada por alta riqueza e uniformidade parasitária. A diversidade biológica pode ser dividida em dois componentes: a riqueza de espécies e a uniformidade (equitabilidade), onde riqueza de espécies é o número de espécies presentes em uma amostra e a uniformidade descreve a variabilidade na abundância das espécies. Uma comunidade em que todas as espécies têm aproximadamente o mesmo número de indivíduos pode ser considerada bem uniforme, enquanto uma grande disparidade na abundância relativa das espécies resulta em uma baixa uniformidade (Magurran, 1988).

Segundo Pielou (1977) comunidades com alta riqueza de espécies, uniformidade ou ambos são consideradas, geralmente, mais diversas. Nesse contexto, os resultados encontrados indicam que a comunidade parasitária de *A. fasciatus* apresenta baixa variabilidade na abundância das espécies e alta riqueza de espécies.

Quase todos os parasitos encontrados nesse estudo já foram registrados previamente em *Astyanax fasciatus* (Tabela 10), porém, não existem registros para os parasitos *Austrodiplostomum compactum*, *Bacciger delvalleensis*, *Bellumcorpus majus* e Diplostomidae gen. sp. *Diaphorocleidus* sp.1 *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Characithecium* sp., *Auriculostoma* sp. e Diplostomidade gen. sp.

As espécies de parasitos: Diplostomidae gen. sp. *Diaphorocleidus* sp.1 *Diaphorocleidus* sp.2, *Diaphorocleidus* sp.3, *Characithecium* sp., *Auriculostoma* sp. e Diplostomidade gen. sp. provavelmente tratam-se de novas espécies.

Todos os parasitos encontrados no presente trabalho estão sendo registrados pela primeira vez em *A. bockmanni*, já que não existem trabalhos relativos a parasitofauna nessa espécie de peixe. Todas as espécies de parasitos estão sendo registradas pela primeira vez no rio Batalha.

Tabela 10. Lista de helmintos já registrados parasitando *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) em outras localidades.

Espécies	Referências
Mixozoários	
<i>Henneguya bergamini</i> Guimarães, 1931	Guimarães, 1931
<i>Henneguya wenyoni</i> Pinto, 1928	Pinto, 1928
<i>Henneguya cesarpinto</i> Guimarães, 1931	Guimarães, 1931
Monogenéticos	
<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i> Kritsky e Fritts, 1970	Kritsky e Fritts, 1970
<i>Cacatuocotyle guaibensis</i> Gallas et al., 2014	Gallas et al., 2014
<i>Characithecium costaricensis</i> Price and Bussing, 1967	Mendoza-Franco et al., 2009
<i>Diaphorocleidus kabatai</i> (Molnar, Hanek e Fernando, 1974) Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004	Mendoza-Franco et al., 2009
<i>Gyrodactylus neotropicalis</i> Kritsky e Fritts, 1970	Kritsky e Fritts, 1970
<i>Jainus hexops</i> Kritsky e Leiby, 1972	Kristsky e Leiby, 1972
<i>Notozothecium</i> sp.	Acosta, 2013
<i>Palombitrema heteroancistrum</i> (Prince e Bussing, 1968)	Suriano, 1997
<i>Trinibaculum pinctiarum</i> Narciso et al., 2014	Narciso et al., 2014
<i>Urocleidoides astyanacis</i> Gioia, Cordeiro e Artigas, 1988	Gioia et al., 1988
<i>Urocleidoides anops</i> Kritsky e Thatcher, 1974	Mendoza-Franco et al., 2009
<i>Urocleidoides costaricensis</i> (Price e Bussing, 1967)	Kristsky e Leiby, 1972
<i>Urocleidoides heteroancistrum</i> Kristsky e Leiby, 1972	Kristsky e Leiby, 1972
<i>Urocleidoides strombicirrus</i> (Prince e Bussing, 1968)	Price e Bussing, 1968
Digenéticos	
<i>Antorchis lintoni</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Travassos et al., 1928
<i>Auriculostoma astyanace</i> Scholz et al., 2004	Scholz et al., 2004
<i>Bacciger astyanactis</i> Lunaschi, 1998	Lunaschi, 1998
<i>Chalcinotrema ruedasuelensis</i> Thatcher, 1978	Kohn et al., 1999
<i>Dadaytremoides grandistomis</i> Thatcher, 1979	Thatcher, 1979
<i>Genarchella parva</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Kohn et al., 1990
<i>Halipegus tropicus</i> Manter, 1936	Kloss, 1966
<i>Prosorhynchus costai</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Travassos et al., 1928
<i>Prosthenhystera obesa</i> Diesing, 1850	Eiras et al., 2010
<i>Pseudoprosthenhystera microtesticulata</i> Kloss, 1966	Kloss, 1966
<i>Saccocoelioides octavus</i> Szidat, 1970	Szidat, 1970
<i>Thometrema overstreeti</i> Brooks et al., 1979	Kohn et al., 1990
Nematoides	
<i>Capillaria</i> sp.	Luque et al., 2011
<i>Capillaria sentinosa</i> Travassos et al., 1928	Travassos et al., 1928
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i> (Travassos, 1927)	Travassos, 1927
<i>Contraecaecum</i> sp.	Eiras et al., 2010
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) iheringi</i> Travassos, 1929	Luque et al., 2011
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Vaz e Pereira, 1934	Eiras et al., 2010
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i> Travassos, 1929	Pinto e Noronha, 1976
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) neocaballeroi</i> Caballero-Deloya, 1977	Moravec e Vázquez, 1996
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) saofranciscensis</i> Moreira, Oliveira e Costa, 1994	Luque et al., 2011
<i>Rhabdochona acuminata</i> Molin, 1860	Eiras et al., 2010
<i>Rhabdochona fasciata</i> Kloss, 1966	Kloss, 1966
<i>Spiroxys</i> sp.	Moravec, 1998

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Processo n° 158778/2013-8), a CAPES e à FAPESP (Processo n° 2012/23655-0) pelo auxílio financeiro durante a realização da pesquisa. Aos funcionários do Departamento de Água e Esgoto de Bauru (DAE). A professora Dra. Jandira Talamoni e ao professor Dr. Fábio Porto-Foresti.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, VD., AZEVEDO, RK. e LUQUE, JL., 2004. Metazoan parasites of *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), *A. parahybae* Eigenmann, 1908 and *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Osteichthyes: Characidae), from Guandu river, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, vol. 13, no. 2, p. 57-63.
- ACOSTA, AA., 2013. Comunidades de helmintos parasitos de *Steindachnerina insculpta* e *Astyanax fasciatus* como indicadores de impacto ambiental no rio Taquari, São Paulo. São Paulo: Universidade Estadual Paulista. 73p. Dissertação de mestrado em ciências biológicas.
- BUSH, AO., AHO, JM. e KENNEDY, CR., 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Journal of evolution and ecology*, vol. 4, no. 1, p. 1-20.
- BUSH, AO., LAFFERTY, KD., LOTZ, JM. e SHOSTAK, AW., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al., revisited. *Journal of Parasitology*, vol. 83, no. 4, p. 575-593.
- CHUBB, JC., 1980. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part III. Larval Cestoda and Nematoda. *Advances in Parasitology*, vol. 18, p.1-120.

-
- CHUBB, JC., 1982. Seasonal occurrence of helminthes in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. *Advances in Parasitology*, vol. 20, p.1-292.
- COHEN, SC. e KOHN, A., 2008. South American Monogenea: List of species, hosts and geographical distribution from 1997 to 2008. *Zootaxa*, p.1-42.
- DOGIEL, VA., 1961. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In DOGIEL VA., Petrushevski, GK. and Polyanski, YI. *Parasitology of fishes*. Leningrad: University Press. p. 1-47.
- EIRAS, JC., TAKEMOTO, RM. e PAVANELLI, GC., 2010. Diversidade de peixes de água doce do Brasil. Maringá: Clichetec. 333 p.
- EIRAS, JC., TAKEMOTO, RM. e PAVANELLI, GC., 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2nd ed. Maringá: Eduem. 199 p.
- GALLAS, M., CALEGARO-MARQUES, C. e AMATO, SB., 2014. A new species of *Cacatuocotyle* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitizing two species of *Astyanax* (Ostariophysi, Characidae) in southern Brazil. *Acta Parasitologica*, vol. 59, no. 4, p. 638-642.
- GIÓIA, I., CORDEIRO, NS. e ARTIGAS, PT., 1988. *Urocleidoides astyanacis* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) from freshwater characidiens of the genus *Astyanax*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 83, no. 1, p. 13-15.
- GUIMARÃES, JRA., 1931. Myxosporídeos da ictiofauna brasileira. Doctoral Thesis, Faculdade de Medicina de São Paulo, 50p.
- KLOSS, GR., 1966. Helmitos parasitos de espécies simpátricas de *Astyanax* (Pisces: Characidae). *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia de São Paulo*, vol. 18, no. 17, p. 189-219.

- KOHN, A., FERNANDES, BMM. e COHEN, SC., 2007. South American trematodes parasites of fishes. Rio de Janeiro: Imprinta Express Ltda. 318p.
- KOHN, A., FERNANDES, BMM. e GIBSON, DI., 1999. *Chalcinotrema thatcheri* n. sp. (Digenea: Haploporidae) from Brazilian freshwater fishes, a redescription of *C. Ruedasuelensis* Thatcher, 1978 and comments on the validity of the genus. Systematic Parasitology, vol. 44, p. 211- 215.
- KOHN, A., FERNANDES, BMM., GIBSON, DI. e FRÓES OM., 1990. On the Brazilian species of *halipegine genera* (Trematoda: Derogenidae) from fishes, with new morphological data, hosts and synonyms. Systematic Parasitology, vol. 16, p. 201-211.
- KRITSKY, DC. e FRITTS, TH., 1970. Monogenetic trematodes from Costa Rica, with the proposal of *Anacanthocotyle* gen. n. (Gyrodactylidae: Isancistrinae). Proceedings of the Helminthological Society of Washington, vol. 37, p. 63-68.
- KRITSKY, DC. e LEIBY, PD., 1972. Dactylogyridae (Monogenea) from the freshwater fish, *Astyanax fasciatus* (CUVIER), in Costa Rica, with descriptions of *Jainus hexops* sp. n. *Urocleidoides costaricensis* and *U. heteroancistrum* combs. n. Proceedings of the Helminthological Society of Washington, vol. 39, p. 227-230.
- LIMA, FCT., MALABARBA, LR., BUCKUP, PA., SILVA, JP., VARI, RP., HAROLD, A., BENINE, R., OYAKAWA, OT., PAVANELLI, CS., MENEZES, NA., LUCENA, CA., MALABARBA, MCSL., LUCENA, ZMS., REIS, RE., LANGEANI, F., CASSATI, L., BERTACO, VA., MOREIRA, CR. e LUCINDA, PHF., 2003. Genera incerte sedis in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JÚNIOR, C. J. (Ed.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. p. 106-169.

- LOM, J. e ARTHUR, JR., 1989. A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. *Journal of Fish Diseases*, vol.12, p. 151–156.
- LUDWIG, JA. e REYNOLDS, JF., 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York.
- LUNASCHI, LI., 1998. Primer registro del género *Bacciger* Nicoll, 1914 (Fellodistomidae, Baccigerinae) en peces de agua dulce de Argentina. *Physis*, vol. 56, p. 17- 19.
- LUQUE, JL., AGUIAR, JC., VIEIRA, FM., GIBSON, DI. e SANTOS, CP., 2011. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*, vol. 82, p. 1-88.
- LUQUE, JL., AMATO, JFR. e TAKEMOTO, RM., 1996. Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian littoral: I. structure and influence of the size and sex of hosts. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 56, p. 279-292.
- MAGURRAN, AE., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- MENDONZA-FRANCO, EF., REINA, RG. e TORCHIN, ME., 2009. Dactylogyrids (Monogenea) parasitizing the gills of *Astyanax* spp. (Characidae) from Panama and Southeast Mexico, a new species of *Diaphorocleidus* and a proposal for *Characithecium* n. gen. *The Journal of Parasitology*, vol. 95, no. 1, p. 46-55.
- MORAVEC, F. e VARGAS-VÁZQUEZ, J., 1996. The development of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *neocaballeroi* (Nematoda: Camallanidae), a parasite of *Astyanax fasciatus* (Pisces) in Mexico. *Folia Parasitologica*, vol. 43, p. 61-70.
- MORAVEC, F., 1998. *Nematodes of Freshwater Fishes of the Neotropical Region*. Academia. Praga, 464p.

- NARCISO, RB., BRANDÃO, H., YAMADA, FH., BENINE, RC. E SILVA, RJ., 2014. A new species of *Trinibaculum* (Monogenea: Dactylogyridae) parasite from the gills of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Characidae) in a Neotropical river, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Helminthology*, vol. 8, no. 1, p. 85 - 95.
- OVERSTREET, RM., 1997. Parasitological data as monitors of environmental health. *Parasitologia*, vol. 39, p. 169-175.
- PARAGUASSÚ, AR. e LUQUE, JL., 2007. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes do reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, vol.16, no.3, p. 121-128.
- PAVANELLI, GC., EIRAS, JC. e TAKEMOTO, RM., 2002. Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento. 2nd ed. Editora: Universidade Estadual de Maringá, 305p.
- PIELOU, EC., 1977. *Mathematical ecology*. New York, Wiley. 385 p.
- PINTO, BCT., PEIXOTO, MG. e ARAÚJO, FG., 2006. Effects of the proximity from an industrial plant on fish assemblages in the rio Paraíba do Sul, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol. 4, p. 269-278.
- PINTO, C., 1928. *Henneguya wenyoni* n. sp., myxosporidie parasite des branchies de poissons d'eau douce du Brésil. *Comptes Rendus de la Societé de Biologie, Paris*, vol. 98, p. 80-89.
- PINTO, RM. e NORONHA, D., 1976. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais, com chave para determinação das espécies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 74, no. 3-4, p. 323-339.
- PRICE, CE. e BUSSING, WA., 1968. Monogenean parasites of Costa Rican fishes. Part II. Proposal of *Palombitrema heteroancistrum* n. gen., n. sp. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, vol. 35, p. 54-57.

- ROHDE, K., HAYWARD, C. e HEAP, M., 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal for Parasitology*, vol. 25, no. 8, p. 945-970.
- SCHOLZ, T., AGUIRRE-MACEDO, ML. e CHOUDHURY, A. 2004. *Auriculostoma astyanace* n. gen., n. sp. (Digenea: Allocreadiidae), from the banded *Astyanax*, *Astyanax fasciatus* (Characiformes: Characidae), from Nicaragua, with a reevaluation of Neotropical *Crepidostomum* spp. *Journal of Parasitology*, vol. 90, no. 5, p. 1128-1132.
- SURIANO, DM., 1997. *Palombitrema heteroancistrum* Price & Bussing, 1968 (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Pisces: Characidae) in Chascomús lake, argentina: anatomy and systematic position. *Physis* (Buenos Aires), vol. 53, p.7-10.
- SUZUKI, FM. e ORSI, ML., 2008. Formação de cardumes por *Astyanax altiparanae* (Teleostei: Characidae) no rio Congonhas, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 25, no. 3, p. 566-569.
- SZIDAT, L., 1970. *Saccocoelioides octavus* n. sp., a new species of the genus *Saccocoelioides* Szidat, 1954 (Trematoda, Haploporinae Looss 1902). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Bernardino Rivadavia, Zoologia*, vol. 10, no. 5, p. 87-100.
- THATCHER, VE., 2006. *Amazon Fish Parasites*. Bulgaria: Pensoft Publishers. 509p.
- THATCHER, VE., 1979. *Paramphistomidae* (Trematoda: Digenea) de peixes de água doce: dois novos gêneros da Colômbia e uma redescricao de *Dadaytrema oxycephala* (DIESING, 1836) TONDATO, KK., MATEUS, LAF. and ZIOBER, SR., 2010. Spatial and temporal distribution of fish larvae in marginal lagoons of Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, vol. 8, no. 1, p. 123-134.

- TRAVASSOS, L., 1927. Uma nova espécie de parasito de peixe de água doce: *Capillaria sentinosa* n. sp. Boletim de Biologia, vol. 10, p. 215-217.
- TRAVASSOS, L., ARTIGAS, P. e PEREIRA, C., 1928. Fauna helmintológica dos peixes de água doce do Brasil. Archivos do Instituto Biológico, vol. 1, p. 5-68.
- VALTONEN, ET., HOLMES, JC. e KOSKIVAARA, M., 1997. Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on the parasite communities in roach and perch in four lakes in central Finland. Parassitologia, vol. 39, no. 3, p. 233- 346.
- VARI, RP. e CASTRO, RMC., 2007. New species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from the Upper Rio Paraná. System, Brazil. Copeia vol. 1, p. 150-162.

**IMAGENS DOS METAZOÁRIOS PARASITOS ENCONTRADOS EM
Astyanax altiparanae GARUTTI E BRITSKI, 2000, *Astyanax bockmanni* VARI
E CASTRO, 2007 E *Astyanax fasciatus* (CUVIER, 1819)**



Figura 4. *Henneguya* sp. encontrado em brânquias de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819).

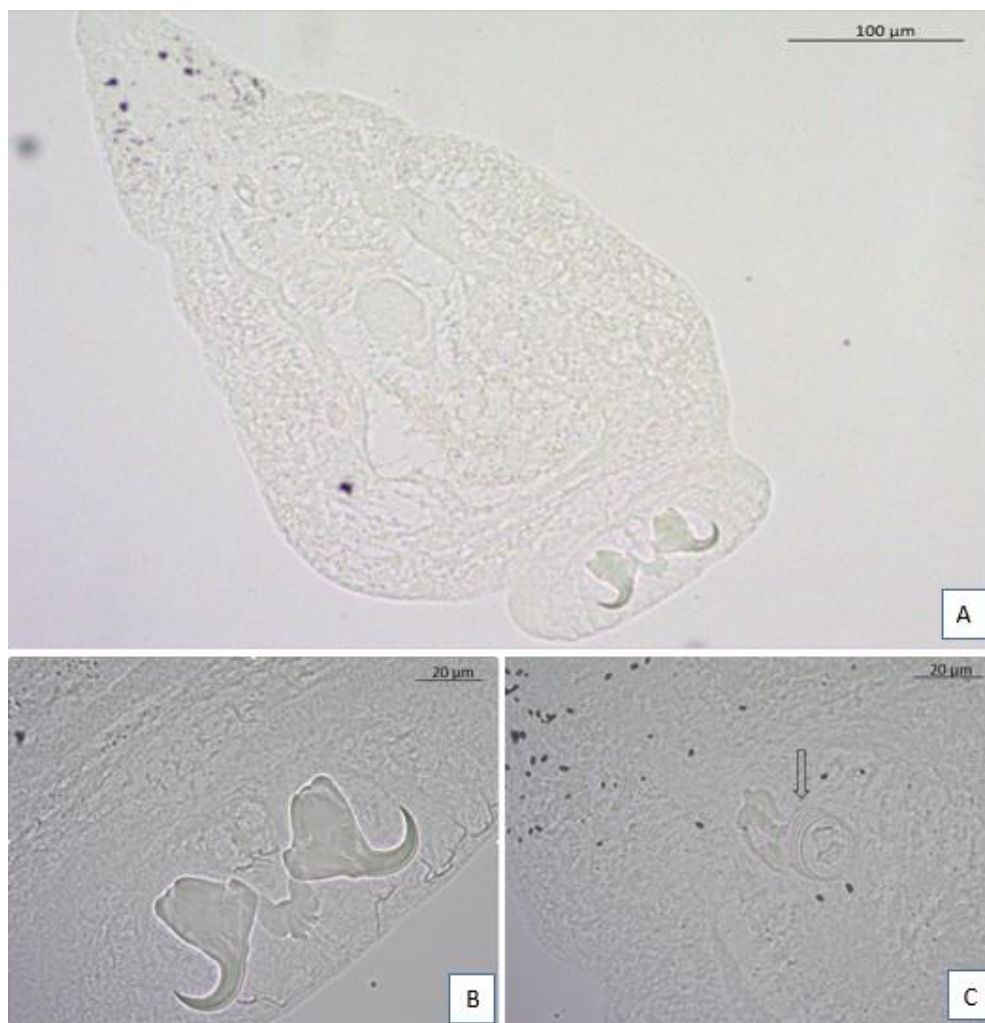


Figura 5. *Cacatuocotyle guaibensis* Gallas, Calegari-Marques e Amato, 2014 encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Visão total; **B.** Haptor; **C.** Complexo copulatório.

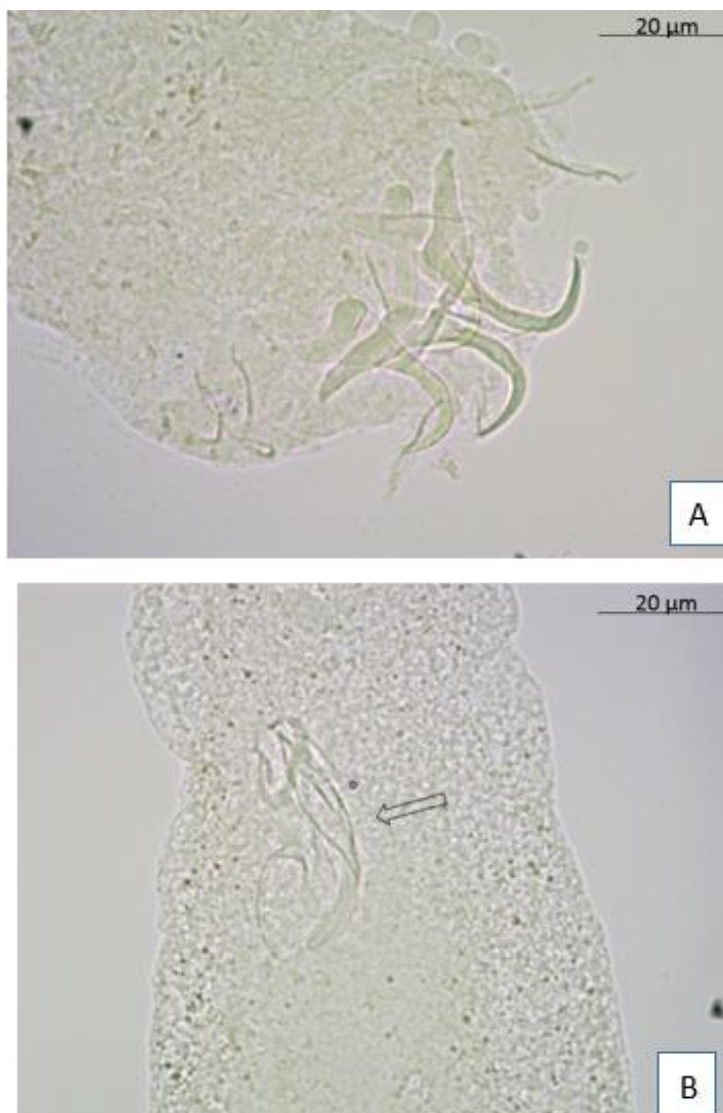


Figura 6. *Characithecium* sp. encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Haptor; **B.** Complexo copulatório.

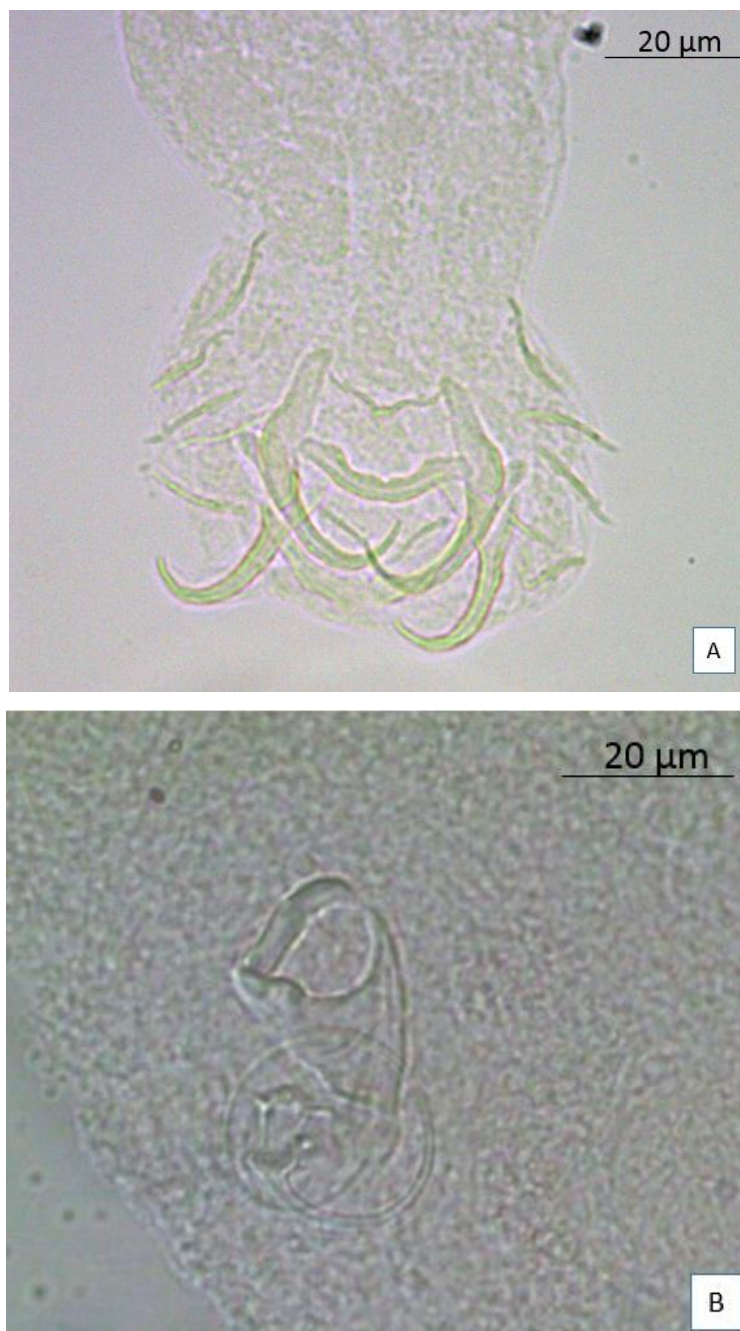


Figura 7. *Diaphorocleidus kabatai* (Molnar, Hanek e Fernando, 1974) Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004 encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Haptor; **B.** Complexo copulatório.

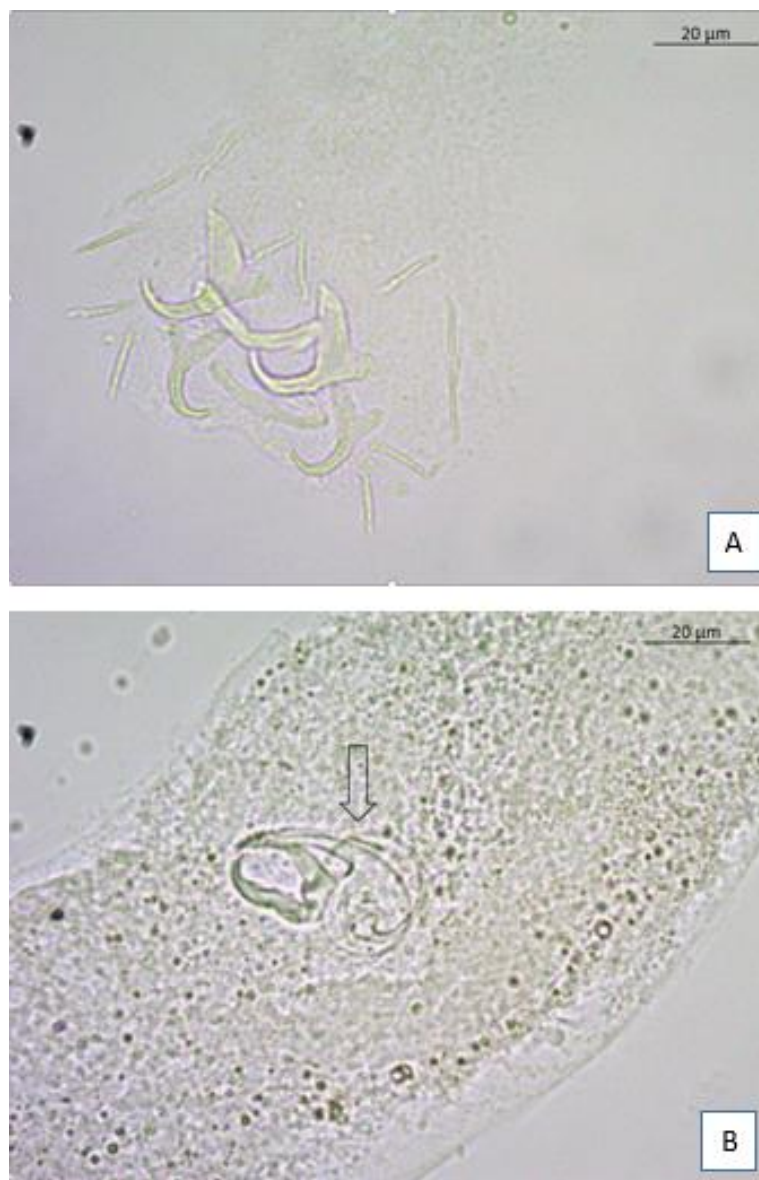


Figura 8. *Diaphorocleidus* sp.1 encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Haptor; **B.** Complexo copulatório.

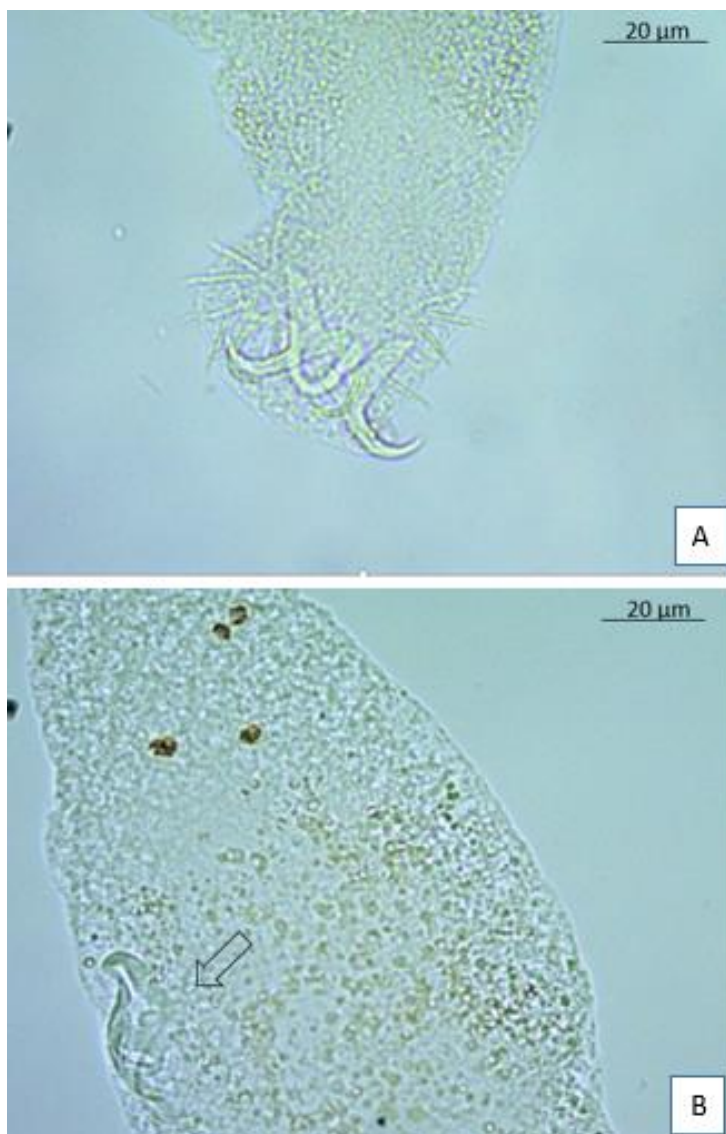


Figura 9. *Diaphorocleidus* sp.2 encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Haptor; **B.** Complexo copulatório.



Figura 10. *Diaphorocleidus* sp.3 encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Visão total; **B.** Haptor; **C.** Complexo copulatório (seta preta) e vagina (seta vermelha).

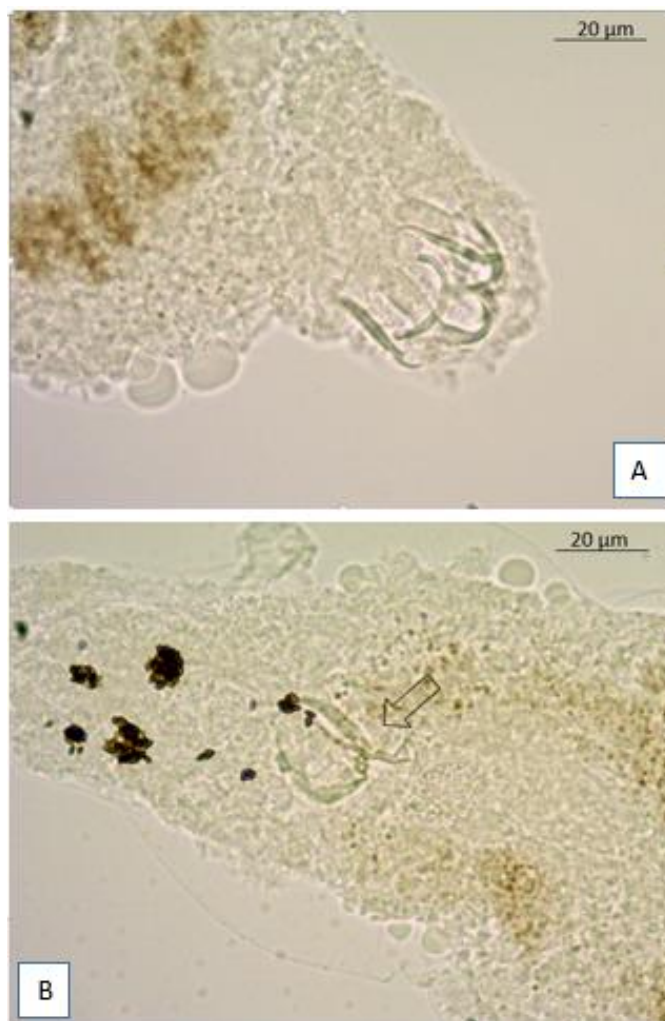


Figura 11. *Jainus hexops* Kritsky e Leiby, 1972 encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Haptor; **B.** Complexo copulatório.



Figura 12. *Auriculostoma* sp. encontrado em intestino de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

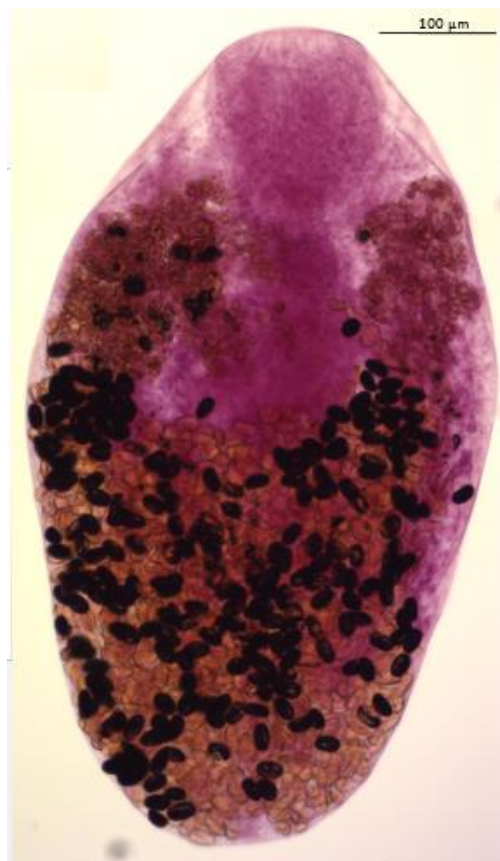


Figura 13. *Bacciger delvalleensis* Lunaschi, 2001 encontrado em intestino de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.

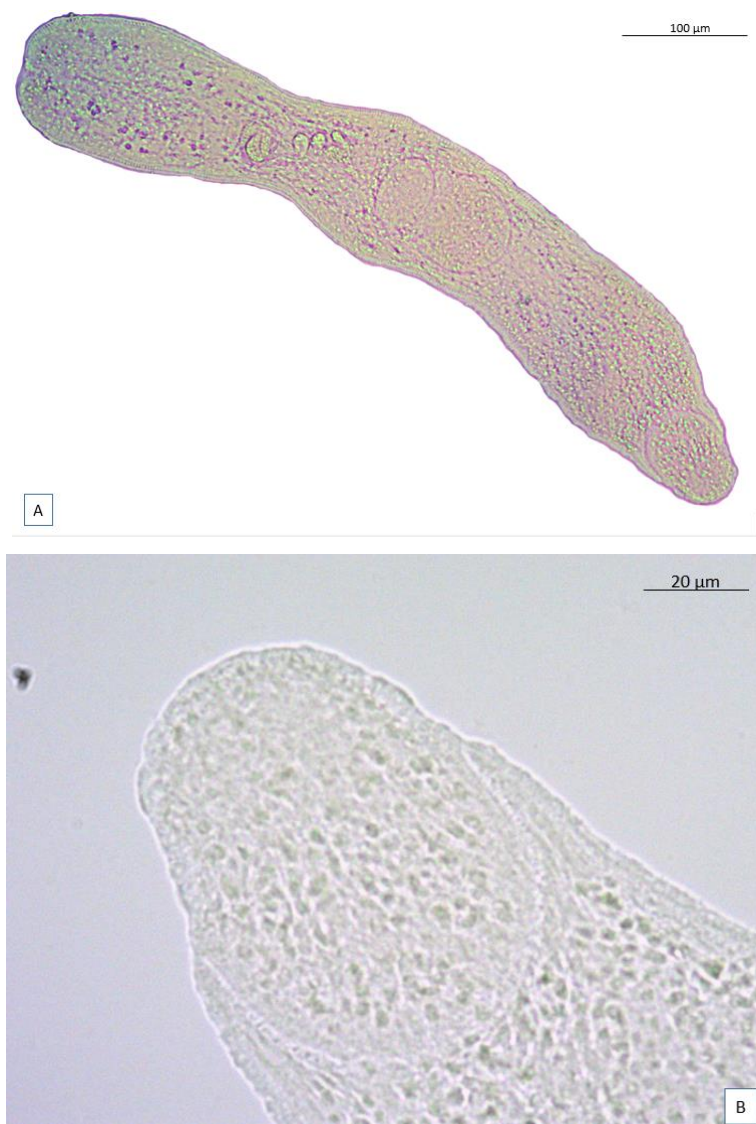


Figura 14. *Bellumcorpus majus* Kohn, 1962 encontrado na superfície de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Visão total; **B.** Ventosa oral.



Figura 15. *Clinostomum* sp. encontrado no coração de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.



Figura 16. Diplostomidae gen. sp. encontrado no olho de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A** e **B**: Metacercárias de Diplostomidae gen. sp. em diferentes estágios de desenvolvimento.

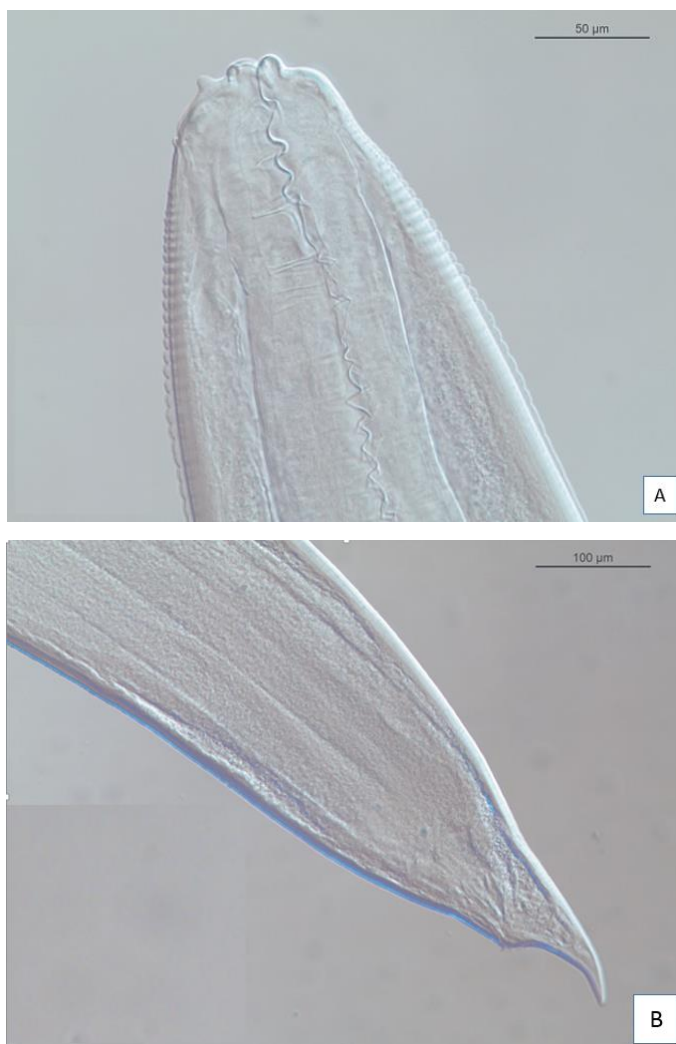


Figura 17. *Contracaecum* sp. encontrado no estômago, intestino e gônadas de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000, *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Região anterior; **B.** Região posterior.

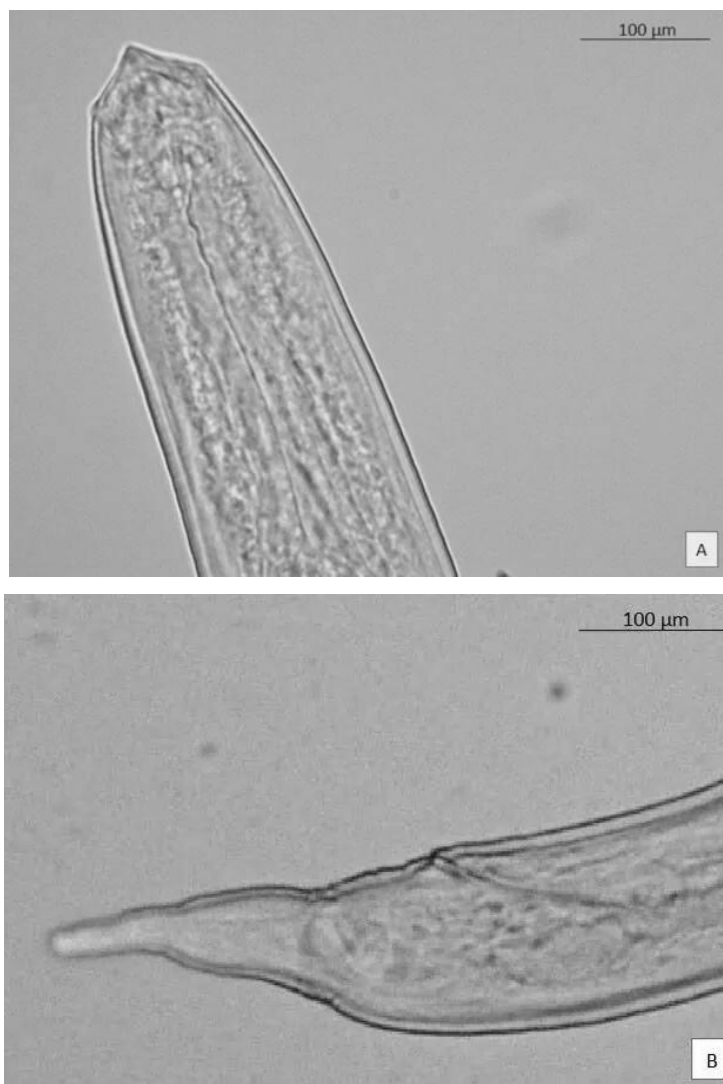


Figura 18. *Heliconema izecksohni* Fábio, 1982 encontrado no intestino de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Região anterior; **B.** Região posterior.

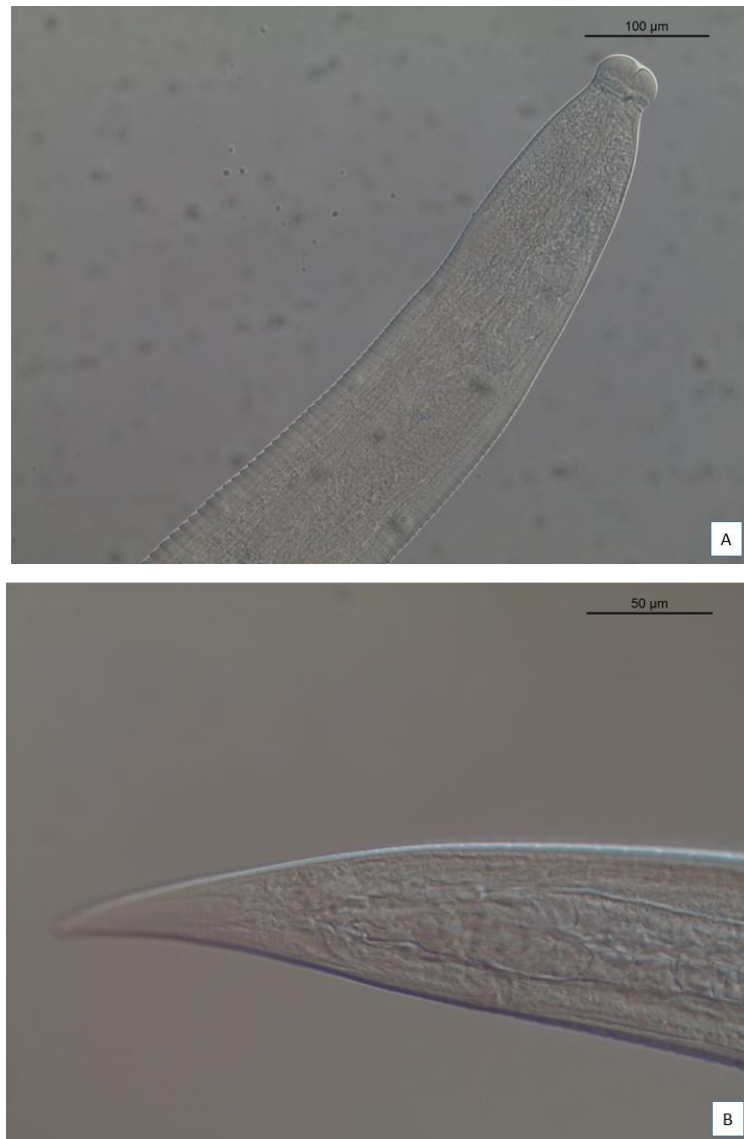


Figura 19. *Philometroides caudata* Moravec, Scholz e Vivas-Rodríguez, 1995 encontrado no intestino de *Astyanax altiparanae* Garutti e Britski, 2000 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Região anterior; **B.** Região posterior.

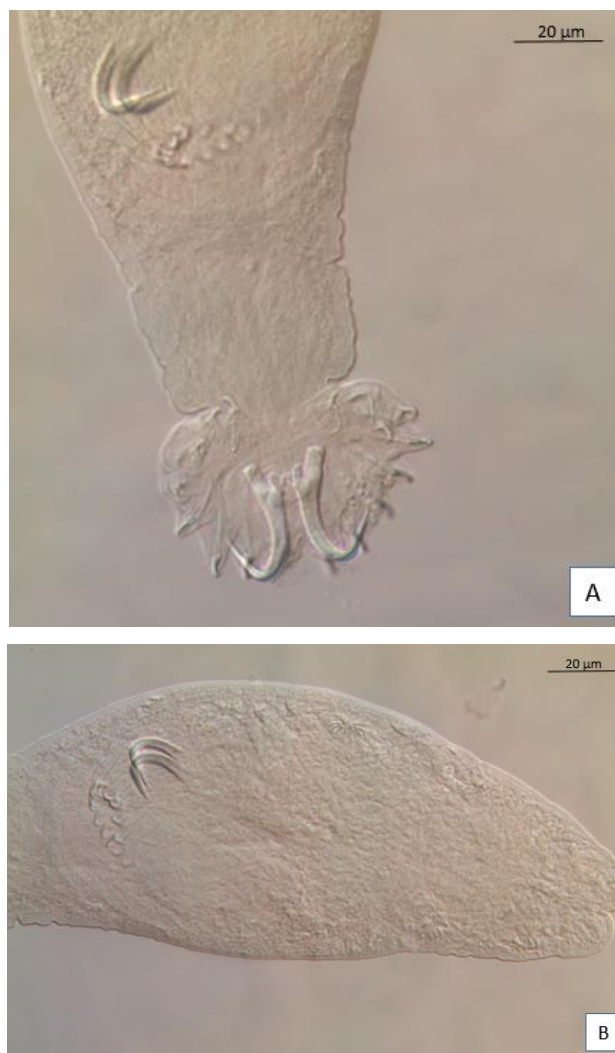


Figura 22. *Gyrodactylus* sp. encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax bockmanni* Vari e Castro, 2007 coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil. **A.** Haptor; **B.** Complexo copulatório.

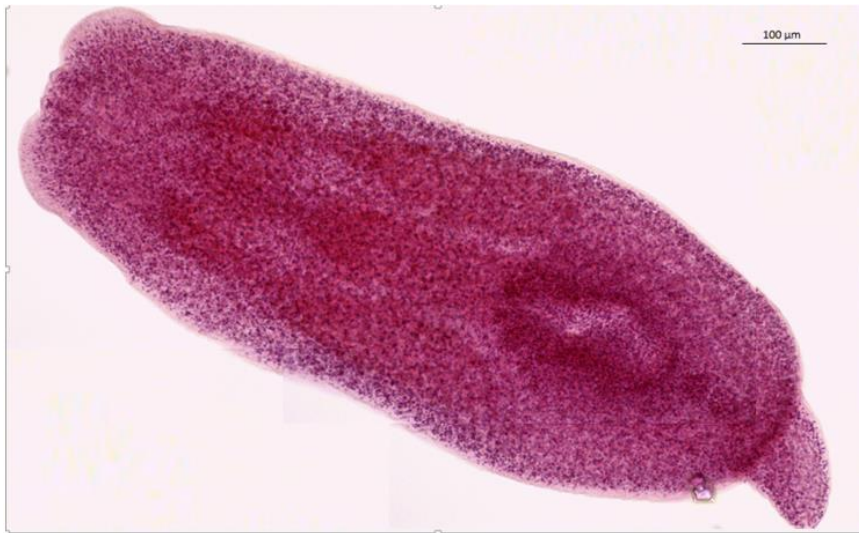


Figura 23. *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) encontrado no olho de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na lagoa de captação de água (DAE), rio Batalha, município de Piratininga, Estado de São Paulo, Brasil.