

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

TESE

**Biodiversidade das comunidades parasitárias em
populações de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)
(Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro
regiões hidrográficas do Brasil**

Daniele Fernanda Rosim

2010



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

**BIODIVERSIDADE DAS COMUNIDADES PARASITÁRIAS EM
POPULAÇÕES DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794)
(CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) PROVENIENTES DE
QUATRO REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO BRASIL**

DANIELE FERNANDA ROSIM

Sob a Orientação do Professor
José Luis Fernando Luque Alejos

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

Seropédica, RJ
Março de 2010

591.524909815

3

R819b

T

Rosim, Daniele Fernanda, 1980-

Biodiversidade das comunidades parasitárias em populações de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil / Daniele Fernanda Rosim - 2010.

130 f.: il.

Orientador: José Luis Fernando Luque Alejos.

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

Bibliografia: f. 118-130.

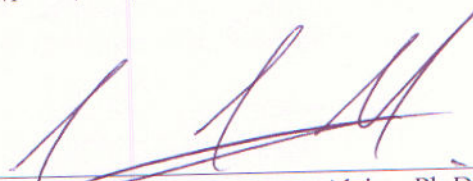
1. Peixe - Parasito - Guandu, Rio, Vale (RJ) - Teses. 2. Biodiversidade - Guandu, Rio, Vale (RJ) - Teses. I. Luque Alejos, José Luis Fernando, 1962-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

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

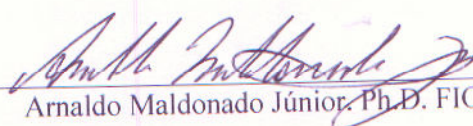
DANIELE FERNANDA ROSIM

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

TESE APROVADA EM 24/03/2010



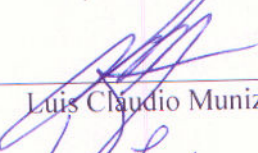
José Luís Fernando Luque Alejos. Ph.D. UFRRJ
(Orientador)



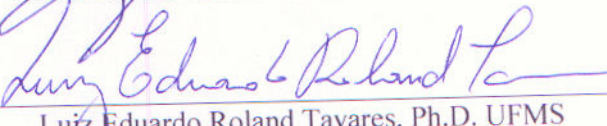
Arnaldo Maldonado Júnior. Ph.D. FIOCRUZ



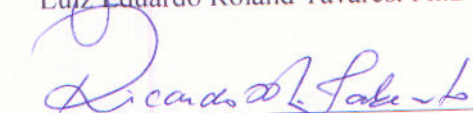
Cláudia Portes Santos. Ph.D. FIOCRUZ



Luís Claudio Muniz Pereira. Ph.D. FIOCRUZ



Luiz Eduardo Roland Tavares. Ph.D. UFMS



Ricardo Massato Takemoto. Ph.D. UEM

Dedico este trabalho para Dr^a. Ângela Teresa Silva e Souza e Dr. Paulo Sérgio Ceccarelli, professores admiráveis que me iniciaram no fascinante mundo da parasitologia de peixes.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possibilitada pelo amparo intelectual, logístico, financeiro e emocional que recebi de pessoas muito especiais ao longo destes quatro anos de doutoramento. A elas devoto meus sinceros agradecimentos pelo auxílio na execução deste desafiante projeto que abrangeu amostras coletadas entre latitudes 12–22° S e longitudes 43–57° W.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. José Luis Fernando Luque Alejos, pela demonstração de otimismo e confiança na minha capacidade de produção, pela mediação na trajetória do sincretismo à diferenciação dos temas desenvolvidos nesta pesquisa, por respeitar a minha condição de aprendiz e compreender meu tempo no processo de aprendizagem e desenvolvimento de autonomia, e pelo estímulo e amparo ao intercâmbio científico.

Ao Dr. Tomáš Scholz, por ter me recebido gentilmente em seu laboratório e proporcionado o treinamento acerca da sistemática e morfologia de Trematoda, bem como o aperfeiçoamento em técnicas de coleta e processamento dos parasitos de peixes, pelas críticas e sugestões à parte taxonômica deste trabalho e pelo amparo à minha estada no Instituto de Parasitologia da Academia de Ciências da República Tcheca. Agradeço também a toda a sua equipe, pela troca de experiências acadêmicas, pelo intercâmbio cultural e pelo apoio afetivo e emocional durante minha permanência em České Budějovice.

Ao Dr. František Moravec, por ter gentilmente proporcionado o treinamento acerca da sistemática e morfologia de Nematoda e pelas valiosas e encantadoras explanações a respeito da biologia destes parasitos.

Dr. Edgar Fernando Mendoza Franco, por ter gentilmente proporcionado o treinamento acerca da sistemática e morfologia de Monogenea, e pela importante colaboração na descrição das espécies novas.

Ao Dr. Marcelo Oliva, pelas críticas e provocações que instigaram na minha busca pelo conhecimento, e pelo importante auxílio na escolha e execução das análises estatísticas.

Ao Dr. Jorge Abdala Dergam dos Santos, pelas preciosas discussões acerca da filogenia do hospedeiro utilizado neste estudo, e a toda sua equipe, por tere me recebido carinhosamente no Laboratório de Sistemática Molecular Beagle.

Ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (CEPTA-ICMBio), em especial ao Dr. Paulo Sérgio Ceccarelli, ao Dr. Osmar Ângelo Cantelmo e ao técnico Ricardo Torres, por terem viabilizado as coletas nos locais mais inóspitos como o rio Cristalino, no estado do Mato Grosso, e o rio Araguaia, na divisa dos estados de Mato Grosso e Goiás, e também pela obtenção de amostras no rio Jaguari-Mirim, estado de São Paulo.

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá, em especial ao Dr. Ricardo Massato Takemoto e ao Dr. Gilberto Cezar Pavanelli, por terem viabilizado as coletas no rio Paraná, nas proximidades da Base Avançada do Nupélia, situada em Porto Rico, estado do Paraná.

À bióloga MSc. Fabiana Aparecida da Silva e à Universidade Federal do Mato Grosso, por terem viabilizado as coletas nos rios Cuiabá e Juba, estado do Mato Grosso.

Ao zootecnista Henrique Torres Ventura, por ter viabilizado as coletas no Rio Machado, em Furnas, no estado de Minas Gerais.

À minha família, em especial meus pais João Batista Rosim e Elizabete Aparecida Godoy Rosim, pelo amor concedido, pelo apoio e confiança depositados nestes anos de estudo, e pela agradável companhia em muitas coletas de traíras.

Ao meu companheiro Ivan Gláucio Paulino Lima, que há quase uma década me apoia e incentiva profissionalmente, pelas agradáveis elucubrações, pelo amor e atenção concedidos.

Aos colegas do Laboratório de Parasitologia de Peixes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo constante incentivo, auxílio no processamento do material e por me fazerem acreditar no potencial do trabalho em equipe.

Aos colegas pós-graduandos, cuja nomeação poderia incorrer em injusta omissão de algum, pela amizade, auxílio e companheirismo nesses anos de convivência.

A todos os professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo carinho com que me receberam e pelo bom convívio nestes anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela fomentação desta pesquisa.

Para finalizar, e parafraseando Freitas (2006), “fazer a tese significa não apenas dominar parte do conteúdo relacionado ao assunto, mas também dominar nossas inseguranças, medos, escapes, defesas, ansiedades e angústias”. Assim, a todos que de algum modo me ajudaram nesta jornada, recebam carinhosamente o meu ‘muito obrigada’!

FREITAS, M. E., Viver a tese é preciso! In: BIANCHETTI, L; MACHADO, A. M. N. (Orgs.). **A bússola do escrever: desafios e estratégias na orientação e escrita de teses e dissertações**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2006. p. 215-226.

“... é fácil compreender que a extensão geográfica de uma espécie, habitando um país qualquer, está longe de depender exclusivamente das mudanças nas condições físicas, mas que esta extensão depende essencialmente da presença de outras espécies com as quais se encontra em concorrência e que, por conseguinte, ou lhes serve de presa, ou a ela servem de presa.”

DARWIN, C. R. **A origem das espécies.** 1 ed. Tradução de João Dá Mesquita Paul. New York: Modern Library, 1859. Título original: The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life.

BIOGRAFIA

Daniele Fernanda Rosim, filha de João Batista Rosim e de Elizabete Aparecida Godoy Rosim, nasceu em 23 de abril de 1980, na cidade de Pirassununga, São Paulo, onde cursou o ensino fundamental e médio no Colégio John Kennedy.

Ingressou no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina (UEL) em 1998. Recebeu o título de Licenciada em 2002 e de Bacharel 2003, pelo desenvolvimento de monografia acadêmica sob orientação da Dr^a. Ângela Teresa Silva e Souza. Durante a graduação, realizou monitoria acadêmica junto à disciplina Invertebrados Superiores e estágio voluntário no atual Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais (CEPTA), do Instituto Chico Mendes da Conservação de Biodiversidade (ICMBio), sob orientação do Dr. Paulo Sérgio Ceccarelli. Em 2002 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, UEL, conciliando o primeiro ano de mestrado com o último de bacharelado. Defendeu a dissertação em 2004, sob orientação da Dr^a. Ângela Teresa Silva e Souza.

Exerceu os cargos de Instrutora para os cursos de Ciências da Saúde do Centro Universitário Anhangüera, e de Professora de Ciências e de Biologia, para o ensino fundamental e cursos preparatórios para o exame vestibular.

Em 2005 participou do Programa de Capacitação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), recebendo auxílio financeiro na categoria Treinamento Técnico pelo sub-projeto “Estudo do Índice de Integridade Biótica (IIB) da bacia hidrográfica do córrego do Feijão, São Carlos, São Paulo”, vinculado ao projeto de Políticas Públicas do Instituto Internacional de Ecologia (IIE), sob orientação do Dr. José Galizia Tundisi e supervisão da Dr^a. Ângela Teresa Silva e Souza.

Em 2006 iniciou o doutoramento no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração Parasitologia Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), sob orientação do Dr. José Luis Fernando Luque Alejos, com auxílio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Neste período, realizou visita científica ao Instituto de Parasitologia da Academia de Ciências da República Tcheca, onde recebeu treinamento de métodos de estudos em Helmintologia e Ictioparasitologia, sob a supervisão de Dr. Tomáš Scholz, Dr. František Moravec e Dr. Edgar Fernando Mendoza-Franco.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/352289387373230>

RESUMO

ROSIM, Daniele Fernanda. **Biodiversidade das comunidades parasitárias em populações de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil.** 2010. 133p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias, Parasitologia Veterinária). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794), conhecida como traíra, caracteriza-se como a espécie mais amplamente distribuída dentre os eritrínídeos e tem sido considerada a terceira de maior riqueza parasitária dentre os peixes continentais neotropicais. Porém, estudos comparativos entre suas comunidades componentes de metazoários parasitos são inexistentes. Assim, este estudo em larga escala geográfica teve como objetivo geral comparar a composição e estrutura das comunidades de metazoários parasitos de oito populações isoladas de *H. malabaricus*, inseridas em quatro regiões hidrográficas brasileiras. Os objetivos específicos foram (1) fornecer um compêndio atualizado acerca da diversidade e distribuição das espécies de metazoários associadas à *H. malabaricus* na região Neotropical, utilizando os registros obtidos nesta pesquisa e outros publicados anteriormente; (2) verificar a influência do sexo, tamanho, e período de coleta das traíras sobre suas comunidades parasitárias no rio Guandu, RJ; (3) examinar o poder preditivo de classificação das comunidades parasitárias de *H. malabaricus* no espaço e no tempo de coleta; (4) avaliar a influência da distância geográfica na similaridade das comunidades parasitárias de *H. malabaricus* provenientes de diferentes rios. Assim, 344 traíras foram coletadas entre maio de 2006 e dezembro de 2008, sendo 17 espécimes do rio Cristalino (MT), 17 do rio Araguaia (MT), 17 do rio Juba (MT), 50 do rio Cuiabá (MT), 32 do rio Machado (MG), 54 do rio Jaguari-Mirim (SP), 32 do rio Paraná (PR) e 125 do rio Guandu (RJ). Os peixes foram analisados em busca de seus metazoários de acordo com protocolo padrão e a prevalência e a abundância média foram calculadas. A diversidade parasitária foi medida pela riqueza, abundância e uniformidade dos parasitos em cada comunidade componente e infracomunidade. A influência de fatores bióticos e abióticos sobre a população hospedeira do rio Guandu foi verificada por regressão linear e análise discriminante canônica (MDA). A MDA também foi empregada na classificação das comunidades parasitárias em relação aos rios, regiões hidrográficas e períodos de coleta para verificar a influência da variação espacial e temporal sobre elas. O índice de similaridade baseado na distância de Bray-Curtis foi calculado para a prevalência e abundância entre pares de comunidades componentes e infracomunidades parasitárias e posteriormente confrontados com a distância geográfica entre pares de rios por regressão linear. Na amostra total, foram reconhecidas 61 espécies de parasitos, pertencentes aos grupos Digenea (17 espécies), Nematoda (11), Monogenea (8), Copepoda (8), Branchiura (6), Acanthocephala (4), Pentastomida (2), Hirudinea (2) e Myxozoa (3), com 25 novos registros ao hospedeiro. A parasitofauna de *H. malabaricus* apresentou-se dominada por endoparasitos, sendo que os estágios larvais foram mais abundantes. A maior diversidade de espécies parasitas foi constatada para a população de *H. malabaricus* do rio Cuiabá. O parasitismo de *H. malabaricus* variou em relação aos fatores bióticos e abióticos no rio Guandu. O local de amostragem foi reconhecido como a variável que melhor prediz a discriminação das comunidades parasitárias, excedendo o efeito do período de coleta. O declínio da similaridade em função da distância geográfica entre rios foi constatado para a composição e estrutura das comunidades componentes, apenas.

Palavras-chave: Biodiversidade, variação espacial, variação temporal, declínio da similaridade, água doce, região Neotropical.

ABSTRACT

Rosim, Daniele Fernanda. **Biodiversity of parasite communities in populations of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) from four hydrographic zones from Brazil**. 2010. 133p. Thesis (Ph.D. in Veterinary Sciences, Veterinary Parasitology). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794), known as trahira, has been characterized as the most widely distributed species among erythrinid fishes and considered the third species more parasitized among the continental Neotropical fishes. However, comparative studies about its metazoan parasite component communities are nonexistent. Thus, the aim of this large geographical study was to compare the composition and structure of metazoan parasite communities from eight isolated populations of *H. malabaricus*, belonging to four hydrographic zones from Brazil. The specific goals were (1) to provide an updated compendium on the diversity and distribution of metazoan species associated with *H. malabaricus* in the Neotropical region, using the records obtained in this study and others previously published; (2) to verify the influence of the host sex, size, and sampling period on the parasite communities from the host population from Guandu River, RJ; (3) to examine the predictability of the classification on parasite communities of *H. malabaricus* in space and time of collection; (4) to evaluate the influence of geographical distance on the similarity between the parasite communities of *H. malabaricus* from these rivers. Thus, 344 trahiras were collected from May 2006 to December 2008, with 17 specimens from the Cristalino River (MT), 17 from the Araguaia River (MT), 17 from the Juba River (MT), 50 from the Cuiabá River (MT), 32 from the Machado River (MG), 54 from the Jaguari-Mirim River (SP), 32 from the Paraná River (PR) and 125 from the Guandu River (RJ). Fish were analyzed for their metazoan according to standard protocol and the prevalence and mean abundance were calculated. The parasitic diversity was measured by richness, abundance and uniformity of the parasites in each component community and infracommunities. The influence of biotic and abiotic factors on the host population from the Guandu River was verified by linear regression and canonical discriminant analysis (MDA). The MDA has also been employed in the classification of parasite communities in relation to the rivers, hydrographic zones and sampling periods to determine the influence of the spatial and temporal variation on these communities. The similarity index based on Bray-Curtis distance was calculated for the prevalence and abundance between pairs of component communities and parasitic infracommunities, and subsequently confronted with the geographic distance between pairs of rivers by linear regression. In the total sample were recognized 61 species of parasites belonging to Digenea (17 species), Nematoda (11), Monogenea (8), Copepoda (8), Branchiura (6), Acanthocephala (4), Pentastomida (2) Hirudinea (2) and Myxozoa (3), with 25 new host records. The parasite fauna of *H. malabaricus* was dominated by endoparasites, and the larvae were the most abundant stage. The greatest diversity of parasite species was found for the population of *H. malabaricus* from the Cuiabá River. The parasitism of *H. malabaricus* had varied in relation to biotic and abiotic factors at Guandu River. The sampling site was recognized as the best predicts to the discrimination of parasite communities, exceeding the effect of the sampling period. The decline of the similarity with the geographical distance between rivers was observed for the composition and structure of component communities only.

Keywords: Biodiversity, spatial variation, temporal variation, similarity decay, freshwater Neotropical region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espécime de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) coletado no rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	5
Figura 2. Localização e abrangência das doze regiões hidrográficas brasileiras.	17
Figura 3. Locais de coleta dos espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> amostrados.....	18
Figura 4. Proporção da riqueza (A) e da abundância (B) das espécies nas guildas ocupadas pelos metazoários parasitos de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre os anos de 2006 e 2008 nos oito rios brasileiros analisados..	25
Figura 5. Distribuição por táxon dos metazoários parasitos de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> coletados entre os anos de 2006 e 2008 nos oito rios brasileiros analisados (A) e proporção de suas fases de desenvolvimento (B).....	26
Figura 6. Relação da riqueza de espécies parasitas em função do esforço amostral (A) e do comprimento total médio (B) de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008, nos rios Cristalino, Araguaia, Juba, Cuiabá, Machado, Jaguari-Mirim, Paraná e Guandu, Brasil.	46
Figura 7. Relação da abundância total de espécies parasitas em função do esforço amostral (A) e do comprimento total médio (B) de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008, nos rios Cristalino, Araguaia, Juba, Cuiabá, Machado, Jaguari-Mirim, Paraná e Guandu, Brasil.	47
Figura 8. Curva de importância de espécies pela classificação das espécies mais abundantes às raras em função da abundância dos metazoários parasitos de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008 em quatro regiões hidrográficas brasileiras.....	48
Figura 9. Descritores de diversidade da comunidade componente de metazoários parasitos de espécimes de <i>H. malabaricus</i> coletados em oito rios brasileiros entre maio de 2006 e dezembro de 2008.....	50
Figura 10. Descritores médios de diversidade da infracomunidade de metazoários parasitos de espécimes de <i>H. malabaricus</i> coletados em oito rios brasileiros entre maio de 2006 e dezembro de 2008.....	51
Figura 11. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Cotylurus</i> sp. em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.	67
Figura 12. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Posthodiplostomum</i> sp. em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	68

Figura 13. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i> em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	69
Figura 14. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Contracaecum</i> spp. em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	70
Figura 15. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Myzobdella platensis</i> em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	71
Figura 16. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) <i>Dactylogyrus</i> sp. em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.	72
Figura 17. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Urocleidoides eremitus</i> em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	73
Figura 18. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Urocleidoides</i> sp. 3 em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	74
Figura 19. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de <i>Urocleidoides</i> sp. 4 em função do comprimento total de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	75
Figura 20. Posição dos centróides das duas principais funções discriminantes das infracomunidades de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> do rio Guandu, amostrados nos períodos de coleta chuvoso e de estiagem I e II, realizados entre maio de 2006 e maio de 2007.....	80
Figura 21. Posição dos centróides das duas principais funções discriminantes das infracomunidades de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> de acordo com a variação espacial entre rios (A) e regiões hidrográficas (B).....	95
Figura 22. Posição dos centróides das duas principais funções discriminantes das infracomunidades de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> de acordo com a variação temporal entre períodos de coleta (A) e temporal e espacial entre períodos de coleta em cada região hidrográfica (B).	96
Figura 23. Dendrograma da análise de agrupamento entre as comunidades componentes de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com dados binários de prevalência.....	112
Figura 24. Dendrograma da análise de agrupamento entre comunidades componentes de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com os valores de abundância média.	113

Figura 25. Relação entre a distância geográfica e as similaridades qualitativa (círculo preto) e quantitativa (círculo branco) entre as comunidades componentes de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> proveniente de oito rios brasileiros, utilizando o coeficiente de distância de Bray-Curtis log-transformado.....	114
Figura 26. Dendrograma da análise de agrupamento dentro das comunidades componentes (i.e. infracomunidades) de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com dados binários de prevalência.	115
Figura 27. Dendrograma da análise de agrupamento dentro das comunidades componentes (i.e. infracomunidades) de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis os valores de abundância.	116
Figura 28. Relação entre a distância geográfica e as similaridades qualitativa (círculo preto) e quantitativa (círculo branco) dentro das comunidades componentes (i. e. infracomunidades) de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> proveniente de oito rios brasileiros, utilizando o coeficiente de distância de Bray-Curtis log-transformado.	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das amostras de <i>Hoplias malabaricus</i> de oito rios brasileiros.....	19
Tabela 2. Composição taxonômica, guilda, sítio de infecção e rios onde foram observadas as espécies de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> coletada em oito rios brasileiros, entre os anos de 2006 e 2008.....	27
Tabela 3. Prevalência (valor superior; em porcentagem) e abundância média com o desvio padrão (valor inferior) dos metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> coletada em oito rios brasileiros, entre os anos de 2006 e 2008.....	31
Tabela 4. Atualização das associações parasitárias registradas para <i>Hoplias malabaricus</i> em toda a região Neotropical, distribuição geográfica por país e os autores dos registros.....	36
Tabela 5. Descritores de diversidade das comunidades de metazoários parasitos de populações de <i>Hoplias malabaricus</i> amostradas entre maio de 2006 e dezembro de 2008 em oito rios brasileiros.	49
Tabela 6. Prevalência e abundância média dos metazoários parasitos em machos e fêmeas de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	65
Tabela 7. Prevalência (valor superior) e abundância média com desvio padrão (valor inferior) dos metazoários parasitos nas diferentes classes de comprimento total de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletada entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	66
Tabela 8. Composição das amostras de <i>Hoplias malabaricus</i> coletadas entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil	76
Tabela 9. Prevalência dos metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> , coletada nos períodos de estiagem e chuvoso entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	77
Tabela 10. Abundância média e respectivo desvio padrão dos metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> , em cada período de coleta no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	78
Tabela 11. Matriz de classificação pelo método de validação cruzada para discriminação da assembléia parasitária de espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> nos três períodos de coleta realizados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.....	79
Tabela 12. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das infracomunidades parasitárias de <i>Hoplias malabaricus</i> de acordo com o rio em que foram amostradas, com coletas realizadas entre maio de 2006 e dezembro de 2008.....	90
Tabela 13. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das assembléias parasitárias de <i>Hoplias malabaricus</i> em relação às quatro regiões hidrográficas em que foram amostradas, com coletas realizadas entre maio de 2006 e dezembro de 2008..	92

Tabela 14. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das assembléias parasitárias de <i>Hoplias malabaricus</i> em relação aos quatro períodos de coleta em que foram amostradas, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.....	93
Tabela 15. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das assembléias parasitárias de <i>Hoplias malabaricus</i> em relação às quatro regiões hidrográficas e aos quatro períodos de coleta em que foram amostradas, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.	94
Tabela 16. Distância geográfica (Km) entre os oito rios brasileiros de onde foram coletados os espécimes de <i>Hoplias malabaricus</i> , amostrados entre maio de 2006 e dezembro de 2008. ...	107
Tabela 17. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis sobre dados binários de prevalência em cada comunidade componente dos metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.	108
Tabela 18. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis sobre os valores de abundância média em cada comunidade componente dos metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.	109
Tabela 19. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis a partir da similaridade média de dados binários de prevalência das infracomunidades de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.....	110
Tabela 20. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis a partir da similaridade média dos valores de abundância das infracomunidades de metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.....	111

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1	
2 REVISÃO DE LITERATURA	4	
2.1 O Hospedeiro, <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	4	
2.2 Diversidade Parasitária e Ecossistemas	5	
2.3 Padrões e Processos na Ecologia Parasitária de Peixes Continentais.....	6	
CAPÍTULO I. PARASITOFAUNA DE <i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)		
RESUMO	10	
ABSTRACT	11	
1 INTRODUÇÃO.....	12	
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14	
2.1 Metodologia Comum a Todos os Capítulos	14	
2.1.1 Caracterização das amostras analisadas e das áreas de estudo.....	14	
2.1.2 Coleta e processamento dos peixes e dos parasitos.....	20	
2.1.3 Classificação e determinação dos parasitos.....	20	
2.1.4 Terminologia ecológica e cálculo dos descritores do parasitismo	21	
2.2 Metodologia Específica ao Capítulo I	21	
2.2.1 Análise da diversidade.....	21	
3 RESULTADOS	23	
3.1 Composição e Estrutura das Comunidades Parasitárias de <i>Hoplias malabaricus</i>	23	
3.2 Diversidade de Espécies nas Comunidades Parasitárias de <i>Hoplias malabaricus</i>	44	
4 DISCUSSÃO	52	
4.1 Comentários Sobre a Identificação e Taxonomia dos Parasitos.....	52	
4.2 Composição, Estrutura e Diversidade de Comunidades Parasitárias	55	
CAPÍTULO II. PARASITISMO DE <i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) POR METAZOÁRIOS NO RIO GUANDU, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, SUDESTE DO BRASIL		
RESUMO	59	
ABSTRACT	60	
1 INTRODUÇÃO.....	61	
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62	
3 RESULTADOS	63	
3.1 Parasitismo em Função do Sexo	63	
3.2 Parasitismo em Função do Comprimento do Hospedeiro	63	
3.3 Parasitismo em Função do Período de Coleta	64	
4 DISCUSSÃO	81	
CAPÍTULO III. DISCRIMINAÇÃO DE COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE <i>Hoplias malabaricus</i> (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) NO ESPAÇO E NO TEMPO.....		83

RESUMO	84
ABSTRACT	85
1 INTRODUÇÃO	86
2 MATERIAL E MÉTODOS	87
3 RESULTADOS	88
3.1 Classificação do Hospedeiro de Acordo com o Rio, Independente do Período de Coleta	88
3.2 Classificação do Hospedeiro de Acordo com a Região Hidrográfica, Independente do Período de Coleta	88
3.3 Classificação do Hospedeiro de Acordo com o Período de Coleta, Independente da Localidade	89
3.4 Classificação do hospedeiro de acordo com a região hidrográfica e o período de coleta	89
4 DISCUSSÃO	97

CAPÍTULO IV. TESTE DA HIPÓTESE DO DECLÍNIO DA SIMILARIDADE ENTRE AS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) COM O AUMENTO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA

RESUMO	101
ABSTRACT	102
1 INTRODUÇÃO	103
2 MATERIAL E MÉTODOS	105
3 RESULTADOS	106
4 DISCUSSÃO	118
3 CONCLUSÕES GERAIS	120
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

1 INTRODUÇÃO GERAL

Uma das características mais evidentes dos organismos vivos é a variabilidade manifestada por mudanças morfológicas, estruturais, bioquímicas, fisiológicas e etológicas, que implicam em capacidades de adaptação diferenciadas entre indivíduos que, por sua vez, interagem com outros indivíduos e com o ambiente em que estão inseridos. Quando estas variações são empíricas, elas podem ser quantificadas e comparadas matematicamente, permitindo a mensuração da diversidade. Segundo Magurran (2004), o número de espécies e a distribuição de suas abundâncias relativas, ou a combinação destes componentes, são maneiras de medir a diversidade biológica.

A região Neotropical representa uma unidade biogeográfica megadiversa, que abrange toda a América do Sul e estende-se para a América Central, até o platô mexicano. O Brasil é o país com maior extensão territorial nesta região, abrigando cerca de 14% da água doce do mundo (MAGALHÃES, 2007) e outros 14% de toda a biota mundial (LEWINSOHN; PRADO, 2002). Dentre os vertebrados, a fauna de peixes é particularmente diversa nesta região, sendo descritas cerca de 4500 espécies de peixes continentais, pertencentes a 71 famílias (REIS et al., 2003). Entretanto, estima-se que a ictiofauna continental Neotropical possa abrigar até 25% da totalidade de espécies de peixes do mundo, o que representaria cerca de um oitavo da diversidade de vertebrados (SCHAEFER, 1998; VARI; MALABARBA, 1998).

O Brasil é considerado o país com a maior diversidade de peixes de água doce da região Neotropical, mas o México é o que detém o status de possuir o maior número de associações parasitárias registradas por espécie de peixe continental catalogada. Esta diferença provavelmente existe em decorrência do grande investimento mexicano em estudar e catalogar a biodiversidade do país nos últimos 30 anos (LUQUE; POULIN, 2007).

Os primeiros estudos sobre os parasitos de peixes da região Neotropical foram realizados no século 19 por naturalistas como Rudolphi, Diesing, Brandes, Krøyer, Heller e Bouvier (KOHN et al., 2007; LUQUE; POULIN, 2007). Na década de 20, Travassos et al. (1928) publicaram uma compilação da fauna helmintológica de peixes de água doce do Brasil. Atualmente, catálogos sobre a ictioparasitofauna continental brasileira, ou que a incluem, estão disponíveis para Monogenea (KOHN; COHEN, 1998; KOHN; PINTO-PAIVA, 2000), Trematoda (VIANA, 1924; TRAVASSOS et al., 1969; KOHN et al., 2007), Cestoda (REGO et al., 1999; REGO, 2000), Nematoda (VAZ; PEREIRA, 1934; VICENTE et al., 1985; MORAVEC, 1998; VICENTE; PINTO, 1999), Acanthocephala (SANTOS et al., 2008), Crustacea (YOUNG, 1998), Copepoda (LUQUE; TAVARES, 2007), Branchiura (RINGUELET, 1943) e Isopoda (THATCHER, 2000, 2004). Outras publicações forneceram inventários das espécies de parasitos de peixes de um ecossistema em particular, como do rio Mogi-Guaçu (KOHN et al., 1985; KOHN; FERNANDES, 1987), da planície de inundação do alto rio Paraná (TAKEMOTO et al., 2009) e da bacia Amazônica, além de peixes de água doce de outras partes da região Neotropical, para efeitos comparativos (THATCHER, 2006).

Apesar destes esforços, o conhecimento disponível sobre a diversidade dos parasitos de peixes continentais é ainda incipiente e fragmentado para a maioria dos táxons, sendo imprescindível aumentar o investimento em estudos taxonômicos (BROOKS, 2000). Eles representam a base para a avaliação da biodiversidade e um importante instrumento de compreensão das relações parasito-hospedeiro e da dinâmica de comunidades parasitárias, além de possibilitarem aplicações em diferentes setores, como a piscicultura, a avaliação da qualidade ambiental, a discriminação de estoques populacionais, ou ainda auxiliar no estudo de história evolutiva dos hospedeiros (LUQUE, 2004). Neste sentido, a biodiversidade dos

ecossistemas aquáticos deve ser conhecida para permitir o planejamento e a execução do manejo e desenvolvimento sustentado destas áreas, assunto tão em voga e presente na legislação nacional (BRASIL, 1986). Sem estas atitudes, a perda gradual da biodiversidade poderá ocasionar a extinção de ecossistemas singulares na biosfera, que jamais poderão ser repostos ou conhecidos.

De acordo com Mittelbach (2005), os parasitos correspondem a componentes da biodiversidade negligenciados em muitos estudos ecológicos e três razões possíveis foram atribuídas a este fato. A primeira decorre da dificuldade de observação dos parasitos, pelas dimensões freqüentemente diminutas e por estarem inseridos em outros organismos. A segunda, por causarem certa repulsa quando associados aos hospedeiros comercialmente importantes. E a terceira, por promoverem efeitos muitas vezes sutis em seus hospedeiros, sendo difícil detectá-los sem a utilização de técnicas diagnósticas sensíveis. Contudo, os parasitos deveriam ser compreendidos como importantes componentes da biodiversidade com capacidade de interagir com o hospedeiro e com o ambiente, e de influenciar no funcionamento do ecossistema (HUDSON, 2005).

O sistema parasito-hospedeiro representa um modelo bastante peculiar para os estudos ecológicos, pois garante a ocupação de duas classes de ecossistemas pelos parasitos. Uma delas é o próprio hospedeiro (ambiente biótico) e a outra é o ecossistema (ambiente abiótico) onde a população hospedeira está inserida (DOGIEL, 1961; BROWN et al., 2005). Deste modo, cada espécime hospedeiro de uma população representa um hábitat fragmentado, composto por comunidades parasitárias hierarquicamente estruturadas, fornecendo uma réplica natural em relação ao outro hospedeiro, o que permite excelentes oportunidades de estudos que envolvam análises comparativas da variabilidade nas estruturas comunitárias em todos os seus níveis (GUÉGAN et al., 2005).

Do mesmo modo, os peixes são considerados hospedeiros modelos para estudos ecológicos, pois são capazes de abrigar uma grande variedade de espécies parasitas, pertencentes a numerosos filos e que podem ser amostradas em sua totalidade com relativa facilidade. Comparados a outros vertebrados, as espécies de peixes são mais abundantes e possuem métodos de captura bem conhecidos, o que favorece a obtenção de grandes amostras (KENNEDY, 2009). Além disso, seus parasitos encontram-se distribuídos mundialmente, afetando espécies das águas tropicais às polares, independente do nicho ecológico e do habitat do hospedeiro (EIRAS, 1994). Mas, exceto pelas espécies consideradas cosmopolitas, nenhuma outra é capaz de adaptar-se a vida em todos estes distintos ecossistemas (BROWN; LOMOLINO, 2006).

Os limites da amplitude de distribuição geográfica ocupada por uma espécie, a variação espacial e temporal de sua abundância, bem como os processos que poderiam levar aos padrões observados em larga escala geográfica, motivam a curiosidade de muitos pesquisadores desde o início do século 19 e acompanham a comunidade acadêmica até os dias de hoje (BROWN; LOMOLINO, 2006). Na ecologia parasitária de peixes de água doce, isto não é diferente. Recentemente, Kennedy (2009) revisou as publicações desenvolvidas nesta disciplina nos últimos 50 anos, constatando que a maioria baseou-se em pesquisas de campo e envolveu a busca por padrões na dinâmica de populações e comunidades parasitárias que apresentassem repetibilidade no espaço e no tempo.

Na ecologia de populações parasitárias, a constatação do padrão de distribuição agregada dos parasitos nos hospedeiros representa a única lei comprovada da ecologia parasitária, por sua alta repetibilidade (CROFTON, 1971b; POULIN, 2007a; KENNEDY, 2009). No entanto, considerando a ecologia das comunidades parasitárias, a variação geográfica entre comunidades de parasitos de peixes ainda representa um dos mais importantes desafios desta disciplina. Os poucos casos em que diferentes populações de uma mesma espécie hospedeira foram estudadas têm demonstrado que as variações na estrutura de

comunidades parasitárias não são uniformes e raramente repetem-se no espaço e no tempo (POULIN, 2007b). Mas, apesar do atual desconhecimento de padrões capazes de governar o sistema parasito-hospedeiro e a distribuição da diversidade de espécies, cada nova pesquisa com enfoque macroecológico, realizada em larga escala geográfica, representa um ganho nesta busca, pois diversas hipóteses podem ser testadas. Entre elas, a hipótese de declínio da similaridade biológica entre comunidades com o aumento da distância geográfica tem sido reconhecida pelos ecólogos. Porém, há controvérsias sobre como esta relação varia frente aos diferentes grupos de organismos, gradientes geográficos ou ecossistemas (SOININEM et al., 2007).

Os fatores deterministas na distribuição da biodiversidade parasitária dependem da combinação de mecanismos epidemiológicos, ecológicos e evolutivos e atuam em diferentes níveis conforme a escala espacial, temporal ou o nível hierárquico considerado, de modo que especificar a escala escolhida para o estudo é imprescindível para a interpretação dos resultados obtidos (GUÉGAN et al., 2005). Sumariamente, a fauna parasitária de peixes continentais pode apresentar diferentes composições conforme a espécie, a posição na cadeia alimentar, a idade, o tamanho, o sexo e a época de reprodução do hospedeiro, além de variações na composição dos organismos que atuam como hospedeiros intermediários, dentre outros. Deste modo, os parasitos refletem os hábitos de vida dos peixes, incluindo suas interações com as comunidades bentônicas, planctônicas e ícticas, fornecendo uma visão integrada do ambiente aquático (MARCOGLIESE, 2001). Por outro lado, as pressões seletivas exercidas pelo ambiente em cada local, desde variações na latitude até diferenças no regime de predação, podem resultar em história de vida da associação parasita-hospedeiro com características distintas (HAMILTON; POULIN, 2001).

Neste trabalho, foram avaliadas a biodiversidade e a estrutura de comunidades dos metazoários parasitos de populações isoladas do eritrínideo *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), uma espécie de peixe continental Neotropical conhecida popularmente como traíra, cuja amostra foi obtida em oito rios brasileiros com distância geográfica entre eles variando de 75 a 1735 km em linha reta. Os resultados obtidos foram divididos em quatro capítulos que visaram responder a diferentes questões acerca da composição e da estrutura das comunidades de metazoários parasitos de *H. malabaricus* por metazoários.

No capítulo I foi fornecido um compêndio atualizado da diversidade e distribuição das espécies de metazoários associadas à *H. malabaricus* na região Neotropical, utilizando os registros obtidos nesta pesquisa e outros publicados anteriormente. No capítulo II, uma possível variação na estrutura das comunidades parasitárias de *H. malabaricus* do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, em relação ao sexo e ao tamanho dos hospedeiros bem como em relação aos períodos chuvosos e de estiagem característicos da região foi avaliada. No capítulo III foi examinado o poder preditivo de classificação das comunidades parasitárias nas populações de *H. malabaricus* em cada um dos oito rios brasileiros estudados, bem como nas quatro regiões hidrográficas em que estes rios estão inseridos, além de discutir a influência da variação nos períodos de coleta sobre estas classificações. Por fim, no capítulo IV a influência da distância geográfica na similaridade das comunidades parasitárias de *H. malabaricus* foi testada entre e dentro das populações hospedeiras estudadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Hospedeiro, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)

Os peixes Characiformes da família Erythrinidae são representados por três gêneros, *Erythrinus* Scopoli, 1777, *Hoplerythrinus* Gill, 1895 e *Hoplias* Gill, 1903, restritos à América do Sul quase que em sua totalidade, sendo que a distribuição de algumas espécies pode estender-se até a América Central (OYAKAWA, 2003).

As espécies do gênero *Hoplias* podem habitar desde ambientes lóticos aos estritamente lênticos, sendo consideradas predadoras piscívoras, independente do local em que estão inseridas (TAPHORN, 1992; OYAKAWA; MATTOX, 2009). Consistem em espécies apreciadas por pescadores devido à abundância e qualidade da carne, sendo um alimento de fácil aquisição, com importância comercial e de subsistência em muitas regiões do Brasil e da América do Sul (RINGUELET et al., 1967). Atualmente, oito espécies deste gênero são consideradas válidas, sendo *H. australis* Oyakawa e Mattox, 2009, *H. brasiliensis* (Agassiz, 1829), *H. curupira* Oyakawa e Mattox, 2009, *H. intermedius* (Günther, 1864), *H. lacerdae* Miranda-Ribeiro, 1908, *H. microcephalus* (Agassiz, 1829), *H. aimara* (Valenciennes, 1847) e *H. malabaricus* (Bloch, 1794) (OYAKAWA, 2003; MATTOX et al., 2006; OYAKAWA; MATTOX, 2009).

Hoplias malabaricus, conhecida popularmente como traíra (Figura 1), constitui um complexo de espécies ainda carente de revisão taxonômica, que difere morfológicamente das demais espécies do gênero pela presença de dentes na superfície da língua, quatro poros no sistema látero-sensorial cefálico em cada lado do dentário e convergência da margem inferior dos dentários em direção à sínfise mandibular (MATTOX et al., 2006; OYAKAWA; MATTOX, 2009). É a espécie de maior distribuição geográfica dentre os eritrinídeos, podendo ser encontrada em todas as bacias hidrográficas da América do Sul, com exceção da área transandina e dos rios da Patagônia (NAKATANI et al., 2001), ocorrendo também na Costa Rica e nas ilhas de Trindade e Tobago (OYAKAWA, 2003). Caracteriza-se como uma espécie sedentária (i.e. não migratória), bem adaptada aos ambientes lênticos, sendo capaz de suportar baixos níveis de oxigênio e longos períodos de jejum (BARBIERI, 1989).

A primeira maturação em *H. malabaricus* ocorre antes dos 16 cm de comprimento, e todos os espécimes, a partir de então, são considerados adultos (VAZZOLER; MENEZES, 1992). Apresenta desova múltipla sincronizada aos períodos chuvosos, quando constrói ninhos em substrato arenoso de áreas alagadas pouco profundas. O cuidado parental é exercido normalmente pelos machos, mas o cuidado biparental pode ocorrer de forma facultativa (PRADO et al., 2006). Apresenta alterações no hábito alimentar ao longo de sua vida. De acordo com Meschiatti e Arcifa (2002), microcrustáceos participam da dieta de traíras com até dois centímetros de comprimento. A partir de então, passam a se alimentar de insetos e, quando adultas tornam-se piscívoras, podendo complementar a dieta com invertebrados (HAHN et al., 1997).

Hoplias malabaricus foi selecionada como hospedeiro modelo deste estudo por ser naturalmente abundante em todo o território brasileiro, por seu comportamento não migratório e por sua posição trófica. O último fator possibilita a ocorrência de comunidades parasitárias de elevada riqueza de espécies e diversidade, enquanto os dois primeiros garantem o isolamento entre elas, mesmo em curtas distâncias geográficas, permitindo a comparação destas comunidades parasitárias em escala local e regional.



Figura 1. Espécime de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) coletado no rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Foto: D. F. Rosim.

2.2 Diversidade Parasitária e Ecossistemas

O conceito atual de ecossistema refere-se a um sistema integrado em que o fluxo de matéria e energia entre os organismos e o ambiente físico em que estão inseridos fornece subsídios para a compreensão da distribuição da diversidade e do funcionamento dos processos físicos e biológicos que atuam sobre a biosfera (CHAPIN et al., 2002). Extrapolando-se este conceito para o sistema parasito-hospedeiro, pode-se considerar a ocupação de dois ecossistemas pelos parasitos. O primeiro deles é o sítio de infecção ocupado no hospedeiro e o segundo é o ecossistema propriamente dito, a localidade onde a população hospedeira está inserida (DOGIEL, 1961; BROWN et al., 2005). Sob esta perspectiva, cada espécime hospedeiro representa um ecossistema heterogêneo em disponibilidade de recursos e com riscos de extinção e colonização para as espécies parasitas que o compõem de maneira hierarquicamente organizada (GUÉGAN et al., 2005).

O menor nível hierárquico em uma população de parasitos é representado pela infrapopulação. Uma infrapopulação é definida por todos os indivíduos de uma espécie parasita presentes em um único espécime hospedeiro. O conjunto de todas as infrapopulações em um espécime hospedeiro é definido como infracomunidade. O próximo nível hierárquico inclui todas as infrapopulações amostradas de uma única população hospedeira, sendo definido como população componente ou metapopulação. A comunidade componente é representada por todas as infracomunidades presentes na população hospedeira. Os níveis hierárquicos mais altos desta organização são a suprapopulação, representada por todos os indivíduos de uma espécie parasita presentes no ecossistema, e a supracomunidade ou comunidade composta, representada por todas as comunidades parasitárias em um ecossistema.

Os conceitos acima foram propostos por Esch et al. (1990) e revisados por Bush et al. (1997). Além destas entidades biológicas, um nível artificialmente estabelecido como parasitofauna caracteriza-se pelo agrupamento de diversas comunidades componentes de uma espécie hospedeira e representa a riqueza máxima de espécies parasitas capazes de explorá-la.

A interação entre organismos apresenta ampla influência na distribuição e na abundância das espécies no espaço, ou seja, na variação espacial da estrutura comunitária. Na interação parasito-hospedeiro, a estrutura da comunidade parasitária dependerá do nível hierárquico e da escala espacial considerados no estudo destas interações. As infracomunidades são especialmente interessantes, pois fornecem réplicas naturais de um hospedeiro em relação ao outro, o que favorece a aplicação de testes estatísticos robustos em análises comparativas da biodiversidade parasitária (POULIN; GUÉGAN, 2000). As escalas

espaciais podem ser definidas em relação ao hospedeiro, sendo considerados o indivíduo, a população, ou a espécie hospedeira, ou então em relação à área geográfica, sendo consideradas as abrangências local, regional, continental, ou global (POULIN; MORAND, 2004).

Em um contexto macroecológico, a estrutura da comunidade parasitária de um local é regulada primeiramente por processos biogeográficos que atuam em escala global, como a variação climática. Em segundo lugar, por fatores regionais que atuam em um continente ou em uma região biogeográfica, como a história evolutiva da associação parasito-hospedeiro e da capacidade de dispersão dos mesmos, do isolamento geográfico e da presença de outras espécies na região analisada. E por último, é regulada por fatores locais que atuam na população hospedeira de uma determinada área, como o tamanho, o sexo e a densidade da população hospedeira e a heterogeneidade ambiental (GUÉGAN et al., 2005). Mas a identificação de um mecanismo regulador presente em um momento específico não significa necessariamente que ele seja o único responsável pela estabilidade do sistema analisado, pois processos epidemiológicos, ecológicos e evolutivos atuam conjuntamente e dependem da escala em que são analisados (ver POULIN; MORAND, 2004). De modo geral, considera-se que as variações da riqueza entre comunidades decorram principalmente de eventos históricos, ocorridos durante o tempo evolutivo (MYERS; GILLER, 1988), enquanto que as variações da abundância entre populações sejam decorrentes de alterações nas condições ambientais locais, mais ou menos favoráveis a determinadas espécies (TERBORGH, 1973).

Na ictioparasitologia, os estudos comparativos entre comunidades componentes parasitárias de populações hospedeiras coletadas em diferentes corpos d'água visaram relacionar a riqueza destas comunidades componentes ou a similaridade biológica entre elas, às características do ecossistema em que estão inseridas, ou em relação às características dos hospedeiros (KENNEDY, 1978; ESCH et al., 1990; MARCOGLIESE; CONE, 1991; HARFORD; JONES, 1993; POULIN, 1997; JANOVY JR. et al., 1997; BROUNDNER; HOFFNAGLE, 1997; WEICHMAN; JANOVY JR., 2000; HAMILTON; POULIN, 2001; TIMI E POULIN, 2003). Poucos, ou talvez mais recentes, são os trabalhos que avaliaram as variações que ocorrem na estrutura de comunidades parasitárias entre diferentes populações de uma mesma espécie hospedeira em escalas mais amplas, capazes de serem moldadas ao longo da história de vida do hospedeiro (HARTVIGSEN; HALVORSEN, 1994; KENNEDY; GÉGAN, 1994; MORAND et al. 1999; POULIN, 2001; OLIVA; GONZÁLES, 2005; LUQUE; POULIN, 2008; SERFERTOVÁ et al., 2008; PEREZ-DEL-OLMO ET AL., 2009; TIMI et al., 2009a, 2009b; MARQUES et al., 2009; POULIN, 2010).

Na América do Sul os estudos comparativos de distribuição geográfica dos parasitos de uma mesma espécie hospedeira e que consideram a mesma metodologia de coleta, são extremamente escassos em águas continentais. No Brasil, Brasil-Sato e Pavanelli (2004) compararam qualitativamente e quantitativamente o parasitismo por digenéticos entre populações de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 dos rios São Francisco e Paraná. Na Colômbia, Olivero-Verbel et al. (2006) compararam qualitativamente e quantitativamente o parasitismo por larvas de *Contracaecum* sp. entre seis populações de *H. malabaricus*. No entanto, trabalhos que consideraram mais de um grupo de metazoários parasitos são inexistentes para a região, nas condições citadas. Assim, o presente trabalho é o primeiro na região Neotropical em comparar as comunidades componentes dos metazoários parasitos de diferentes populações de uma espécie de peixe neotropical continental com uso da mesma metodologia de coleta dos parasitos em todas as amostras analisadas.

2.3 Padrões e Processos na Ecologia Parasitária de Peixes Continentais

A ecologia parasitária é uma disciplina relativamente recente, que progrediu rapidamente nas últimas décadas (POULIN, 2007b). Grande parte deste progresso resulta da busca por padrões e processos na distribuição da diversidade de espécies que incidam em vários grupos parasitários, capazes de explorar diferentes hospedeiros, em localidades díspares, de distintas regiões geográficas (SOININEN et al., 2007).

Padrões e processos são conceitos inter-relacionados, porém distintos. Um padrão pode ser identificado quando repetições regulares ocorrem no espaço ou no tempo, enquanto que os processos remetem a um resultado (HARTVIGSEN; HALVORSEN, 1994). Em ecologia parasitária, poucos são os padrões que apresentam alta repetibilidade, sendo amplamente reconhecidas a dinâmica de populações e a distribuição agregada dos metazoários em seus hospedeiros (CROFTON, 1971; POULIN, 2007a; KENNEDY, 2009).

Apesar da carência de explicações, há consenso entre os ictioparasitologistas de que a riqueza e a diversidade parasitária em ecossistemas dulcícolas variam entre populações hospedeiras de uma localidade, e entre localidades mesmo quando apenas uma espécie hospedeira é considerada (KENNEDY, 2009). Felizmente, as comparações da biodiversidade parasitária entre populações de mesma espécie hospedeira, amostradas em um curto intervalo de tempo, fornecem subsídios para a gênese de hipóteses de escala-dependência a serem testadas, cujos processos gerados podem estar relacionados à dinâmica do parasito ou do hospedeiro (SOININEN et al., 2007). Alguns modelos construídos para explicar este fato foram apontados por diversos autores, como a filogenia e ecologia dos hospedeiros (KENNEDY et al., 1986; BUSH et al., 1990; KENNEDY; BUSH, 1992; POULIN, 2009), o arranjo das comunidades componentes em isolacionistas ou interativas (HOLMES, 1973; HOLMES; PRICE, 1986; POULIN; LUQUE, 2003) e o conceito de espécie central ou satélite (BROWN, 1984; NEE et al., 1991).

No entanto, um viés que pode estar presente nos estudos biogeográficos consiste em assumir como real as informações disponíveis acerca da distribuição da diversidade parasitária entre as regiões geográficas, quando na verdade elas refletem apenas as principais atividades dos grupos de pesquisa em diferentes partes do mundo. Na busca por padrões biogeográficos, os esforços de coletas diferenciados podem ser corrigidos pela complementação dos inventários disponíveis, ou então pela padronização do esforço de coleta, que em outras palavras significa construir um banco de dados por um único pesquisador ou grupo de pesquisa (POULIN; MORAND, 2000; LUQUE; POULIN, 2007).

Os padrões biogeográficos reconhecidos por estruturar a diversidade e abundância de organismos de vida-livre tendem a ser testados para os parasitos (GUÉGAN et al., 2005). No sistema peixe-parasito em habitat continentais, as variações que ocorrem na estrutura de comunidades parasitárias entre populações hospedeiras podem resultar da limitação do fluxo gênico nestes ecossistemas, devido à presença de muitas barreiras geográficas, e da dinâmica não linear (i.e. desequilíbrio) das populações parasitárias, que exercem fraca pressão seletiva sobre seus hospedeiros (KENNEDY, 1985). Porém, em comunidades parasitárias de peixes de água doce, padrões de qualquer tipo ainda são difíceis de serem identificados e, mesmo quando são detectados, raramente repetem-se no tempo ou no espaço.

De acordo com Kennedy (2009), existem algumas deficiências que impedem a aceitação de paradigmas que propuseram o padrão de não aleatoriedade na determinação da riqueza, composição e estrutura de comunidades de parasitos de peixes de água doce. Estas deficiências são atribuídas: a) ao curto período de tempo de coleta da maioria dos estudos biogeográficos, já que a riqueza e composição das comunidades parasitárias mudam drasticamente ao longo do tempo para uma mesma espécie hospedeira, em uma mesma localidade; b) ao número restrito de espécies hospedeiras estudadas, uma vez que a estrutura de comunidades parasitárias parece depender da história de vida do hospedeiro; c) e à escassez de estudos em grande escala espacial nas regiões de alta biodiversidade, como a

região Neotropical, e em especial na América do Sul. Isto porque na região Temperada, os ecossistemas são mais simples, o que facilita a detecção de padrões e processos, porém generalizações em escala mundial tornam-se mais difíceis, já que a estrutura de comunidades parasitárias comporta-se de modo discrepante em diferentes partes do mundo.

Apesar disto, as publicações sobre a ecologia dos helmintos parasitos de peixes de água doce produzidas nos últimos cinquenta anos, e recentemente revisadas por Kennedy (2009), forneceram uma base sólida para a construção de hipóteses que poderão ser testadas em habitat natural ou em laboratório, considerando-se que as populações parasitárias nestes hospedeiros parecem existir numa condição de desequilíbrio e que a estabilidade destas populações pode depender, principalmente, da estabilidade do ambiente em que estão inseridas. Isto, obviamente, sem considerar a biogeografia histórica e a diversificação evolutiva das espécies, cujos processos necessitam de escalas temporal e espacial muito maiores do que aquelas necessárias para estabilizar a riqueza das comunidades parasitárias locais ou regionais (POULIN; MORAND, 2000).

De modo geral, alterações na estrutura da comunidade componente estão relacionadas, entre outros fatores, à filogenia, idade, dieta e padrões de migração dos hospedeiros, e todos estes fatores estão relacionados às alterações temporais sobre a comunidade. Segundo Marcogliese (2007), as comunidades parasitárias de peixes de água doce apresentam menor riqueza de espécies que os peixes marinhos devido aos menores limites de distribuição, cadeias alimentares mais curtas e envolvendo hospedeiros paratênicos com menor tempo de sobrevivência no ecossistema continental. Este raciocínio segue a premissa de que ecossistemas com maior diversidade favorecem as interações entre espécies parasitas e que a coexistência de espécies é facilitada quando ocorre redução da agregação interespecífica e aumento da agregação intraespecífica, como foi postulado por Shorrocks (1996). Assim, a saturação do número de espécies em uma comunidade, ou seja da riqueza específica local (número de espécies de uma infracomunidade) ocorre independentemente da gama da riqueza regional (espécies da comunidade componente). Mas apesar da importante influência de fatores locais e regionais sobre a diversidade, ela ocorre de maneira distinta entre diferentes organismos (MORAND; SIMKOVA, 2005).

CAPÍTULO I

PARASITOFAUNA DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)

RESUMO

Foi realizado um levantamento dos metazoários parasitos de populações de *Hoplias malabaricus* provenientes de oito rios, abrangendo quatro regiões hidrográficas brasileiras. A amostra total foi composta por 344 espécimes de *H. malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008. Da região hidrográfica do Tocantins-Araguaia foram analisadas 17 traíras do rio Cristalino (MT), e 17 do rio Araguaia (MT); da região hidrográfica do Paraguai foram analisadas 17 traíras do rio Juba (MT) e 50 do rio Cuiabá (MT); da região hidrográfica do Paraná foram analisadas 32 traíras do rio Machado (MG), 54 do rio Jaguari-Mirim (SP) e 32 do rio Paraná (PR); da região hidrográfica do Atlântico Sudeste foram analisadas 125 traíras do rio Guandu (RJ). Este inventário resultou na identificação de 61 espécies de parasitos, pertencentes aos grupos Digenea (17 espécies), Nematoda (11), Monogenea (8), Copepoda (8), Branchiura (6), Acanthocephala (4), Pentastomida (2), Hirudinea (2) e Myxozoa (3). Foram reconhecidos 25 novos registros ao hospedeiro. Na amostra total, foram observados, contados, coletados, fixados e preservados 34.315 espécimes de metazoários parasitos, com exclusão das três espécies de myxozoários encontradas, para as quais foi calculada apenas a prevalência. A parasitofauna de *H. malabaricus* apresentou maior riqueza e abundância de endoparasitos do que ectoparasitos. Separando-se os parasitos em guildas, a riqueza de ectoparasitas destaca-se em detrimento dos endoparasitos larvais e adultos, respectivamente. Mesmo assim, as larvas de endoparasitos permanecem como as mais abundantes na parasitofauna. As espécies dominantes foram *Sphincterodiplostomum borjanensis* Inchausty e Heckmann, 2001, *Tylodelphys* sp. 1, *T. destructor* Szidat e Nani, 1951, *Contracaecum* spp., *Porrocaecum* sp. e *Pindapixara tarira* Malta 1994. A comunidade dos parasitos de *H. malabaricus* da região hidrográfica do Paraguai foi a que apresentou maior diversidade, seguida pelas regiões do Paraná, Tocantins-Araguaia e Atlântico Sudeste. A comunidade componente de maior diversidade, riqueza e abundância de espécies de metazoários foi constatada na população de *H. malabaricus* do rio Cuiabá, seguida dos rios Paraná, Araguaia, Guandu, Juba, Cristalino, Machado e Jaguari-Mirim. A riqueza de espécies não apresentou associação em função do tamanho das amostras, nem do comprimento do hospedeiro. A determinação taxonômica dos parasitos de *H. malabaricus* encontrados neste levantamento foi amplamente discutida neste capítulo, cujos resultados finalizam com a apresentação de uma lista das associações parasitárias registradas para *H. malabaricus* na região Neotropical, e inclui as localidades e os autores dos registros anteriores, além dos novos registros obtidos pelo presente estudo.

ABSTRACT

An extensive survey of metazoan parasites in populations of *H. malabaricus* from eight rivers, covering four hydrographic zones was conducted. The total sample consisted of 344 specimens of *H. malabaricus* collected between May 2006 and December 2008. Of the Tocantins-Araguaia River Basin were analyzed 17 tahiras from Cristalino River (MT), and the 17 from Araguaia River (MT); of the Paraguai River Basin were analyzed 17 tahiras from Juba River (MT) and 50 from Cuiaba River (MT); of the Parana River Basin were analyzed 32 traíras from Machado River (MG), 54 from River Jaguari-Mirim (SP) and 32 from Parana River (PR); of the Atlantico Sudeste River Basin it were analyzed 125 tahiras from Guandu River (RJ). This inventory resulted in the identification of 61 species of parasites belonging to the groups Digenea (17 species), Nematoda (11), Monogenea (8), Copepoda (8), Branchiura (6), Acanthocephala (4), Pentastomida (2), Hirudinea (2) and Myxozoa (3). Twenty-five new host records were recognized. In the total sample, were observed, counted, collected, fixed and preserved a total of 34.315 specimens of metazoan, with the exception of three species of Myxozoa found, for which just the prevalence were estimated. The parasite fauna of *H. malabaricus* showed greater richness and abundance of ectoparasites than endoparasites. When separating the sample in parasite guild, the ectoparasites has presented more richness than the larval and adult endoparasites, respectively. Nevertheless, the larval endoparasites remain the most abundant in the parasite fauna. The dominant species were *Sphincterodiplostomum borjanensis* Inchausty and Heckmann, 2001, *Tylodelphys* sp. 1, *T. destructor* Szidat and Nani, 1951, *Contraecum* spp. *Porrocaecum* sp. and *Pindapixara tarira* Malta 1994. The assembly of the parasites of *H. malabaricus* of the Paraguai River Basin showed the highest diversity, followed by regions of Parana, Tocantins-Araguaia and Atlantico Sudeste. The community component of greater diversity, richness and abundance of metazoan species was found in the population of *H. malabaricus* from the Cuiaba River, then the rivers Parana, Araguaia, Guandu, Juba, Cristalino, Machado and Jaguari-Mirim. Species richness was not associated according to the size of the samples, nor the length of the host. The taxonomic determination of the parasites of *H. malabaricus* found in this survey was widely discussed in this chapter, and the results end with the presentation of a list of the parasite associations recorded for *H. malabaricus* at the Neotropical region, including the localities and the authors for the previous records and new records obtained by this survey.

1 INTRODUÇÃO

Hoplias malabaricus apresenta fauna parasitária consideravelmente bem estudada e tem sido considerada a terceira espécie de peixe neotropical continental de maior riqueza parasitária, com cerca de 67 associações parasito-hospedeiro registradas, sendo precedida apenas por *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes, Characidae) e *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862) (Perciformes, Cichlidae), cada uma com 87 e 81 associações parasitárias, respectivamente (LUQUE; POULIN, 2007).

Um novo levantamento das associações parasitárias por metazoários a *H. malabaricus* acrescentou em sua fauna parasitária três espécies de digenéticos, duas de acantocéfalos, uma de pentastomido e duas de mixozoários, considerados atualmente como metazoários parasitos (AZEVEDO; MATOS, 1996a, 1996b). Deste modo, até a execução desta pesquisa, encontravam-se registradas para *H. malabaricus* 75 associações parasita-hospedeiro distribuídas em diferentes categorias taxonômicas, sendo elas Nematoda (22 espécies), Digenea (15), Acanthocephala (9), Branchiura (8), Copepoda (8), Isopoda (3), Cestoda (2), Monogenea (2), Hirudínea (2), Pentastomida (2) e Myxozoa (2). Do total de registros publicados para esta espécie hospedeira, 65% dos registros referem-se aos helmintos. O grupo dos nematóides caracteriza-se como o de maior riqueza de espécies associadas à *H. malabaricus*, seguido pelos digenéticos. No entanto, os nematóides são representados em sua maioria por adultos, enquanto as espécies em estágios larvais predominam entre os digenéticos.

Os primeiros registros de ocorrência de parasitos em *H. malabaricus* foram realizados por Pearse em 1920, na obra intitulada “The fishes of lake Valencia, Venezuela”. Nesta publicação, o autor aponta a traíra como uma das espécies mais abundantes e de maior distribuição no lago Valencia, abrigando maior riqueza e abundância parasitária, sendo reconhecidas oito espécies parasitas assim denominadas: *Dolops geayi* (Bouvier 1897), *Quadrigyrus torquatus* Van Cleave, 1920, *Clinostomum* cisto n^o1, nematóides intestinais, nematóides viscerais, cistos de platelminto, cistos pequenos do ceco e cistos pequenos do fígado (PEARSE, 1920).

Apesar da diversidade de espécies parasitas registradas para *H. malabaricus*, o conhecimento sobre a distribuição geográfica de seus parasitos permanece incompleto, já que trata-se de uma espécie de ampla distribuição na região Neotropical. A maioria dos estudos acerca da biodiversidade parasitária deste hospedeiro é restrita às regiões de interesse dos principais grupos de pesquisa e apenas algumas delas dedicaram seu conteúdo exclusivamente ao parasitismo de *H. malabaricus* (FABIO, 1983a, 1983b, 1984; WEIBLEN; BRANDÃO, 1992; AZEVEDO; MATOS, 1996; DE CHAMBRIER et al., 1996; INCHAUSTY; HECKMANN, 2001; PARDO et al., 2008). Do mesmo modo, as publicações que envolveram a ecologia do parasitismo de *H. malabaricus* em relação aos fatores bióticos e/ou abióticos, consideraram apenas populações parasitárias ou um táxon de interesse dos pesquisadores (PAVANELLI et al., 1990; MARTINS et al., 2003; ROSIM et al., 2005; CARVALHO et al., 2006; OLIVERO-VERBEL et al., 2006; PARAGUASSÚ, 2006).

A comunidade componente de endohelmintos parasitos de *H. malabaricus* do alto rio Paraná, ressaco do Pau-Véio, localidade de Porto Rico, estado do Paraná, Brasil, foi avaliada anteriormente por Almeida (1998). Posteriormente, a comunidade componente de metazoários parasitos deste mesmo hospedeiro foi estudada no reservatório de Lajes, estado do Rio de Janeiro, Brasil, por Paraguassú (2006). O único estudo envolvendo diferentes populações de

H. malabaricus considerou apenas o parasitismo por *Contracaecum* sp. em seis rios e um pântano da Colômbia (OLIVERO-VERBEL et al., 2006).

O objetivo deste primeiro capítulo foi descrever a composição e estrutura das comunidades de metazoários parasitos de oito populações isoladas de *H. malabaricus*, inseridas em quatro regiões hidrográficas brasileiras, fornecendo um compêndio atualizado acerca da diversidade e distribuição das espécies de metazoários associadas a este hospedeiro na região Neotropical. Adicionalmente, foi fornecida uma lista ('checklist') com a composição da parasitofauna de *H. malabaricus* e sua distribuição na região Neotropical, utilizando os registros obtidos nesta pesquisa e aqueles publicados anteriormente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção foi dividida em duas partes principais. Na primeira delas são apresentadas as etapas comuns ao desenvolvimento deste trabalho; portanto, estas serão omitidas na seção de ‘material e métodos’ dos capítulos subsequentes. A segunda parte refere-se ao que foi utilizado especificamente para o desenvolvimento do capítulo I.

2.1 Metodologia Comum a Todos os Capítulos

2.1.1 Caracterização das amostras analisadas e das áreas de estudo

Este estudo foi baseado em 344 espécimes de *H. malabaricus* capturados e coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008 em oito rios brasileiros, sendo (1) Cristalino, (2) Araguaia, (3) Juba, (4) Cuiabá, (5) Machado, (6) Jaguari-Mirim, (7) Paraná e (8) Guandu. Estes rios encontram-se inseridos em quatro regiões hidrográficas, das 12 definidas pelo Ministério do Meio Ambiente, por meio do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. A caracterização das regiões hidrográficas encontra-se no texto abaixo e a localização de cada uma delas está disponível na Figuras 2. A disposição dos rios de coleta no Brasil encontra-se na Figura 3.

Em praticamente todos os rios foi realizada uma única expedição de coleta, com duração de três a sete dias. Apenas no rio Guandu foram realizadas coletas trimestrais, visando avaliar o efeito do tempo sobre as comunidades parasitárias. Estas coletas foram agrupadas em períodos chuvosos (de outubro a abril) e de estiagem pluvial (de maio a setembro) definidos para esta localidade (MAGALHÃES, 2007). A composição e as características das amostras, bem como as datas de captura e coleta dos espécimes de *Hoplias malabaricus* analisados neste estudo encontram-se sumarizadas na Tabela 1.

A Divisão Hidrográfica Nacional em regiões hidrográficas, considerada o primeiro nível de macrodivisão hidrográfica do território brasileiro, foi instituída pela Resolução do CNRH N° 32, de 15 de outubro de 2003 e visou proporcionar o referenciamento de bases de dados para a sistematização e compartilhamento de informações acerca dos recursos hídricos, uma vez que o critério utilizado para as subdivisões de bacias hidrográficas é bastante variável e aparentemente subjetivo. Assim, esta nova divisão considera além das bacias hidrográficas, as características ambientais e físicas da região, bem como as diversidades social, econômica e cultural que resultam em diferentes usos da água e do solo (PORTO; PORTO, 2008). Abaixo segue a transcrição do trecho desta resolução:

“Art. 1.º Fica instituída a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas nos termos dos anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Parágrafo único. Considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.”

As regiões hidrográficas incluídas neste estudo são (1) Tocantins-Araguaia, (2) Paraguai, (3) Paraná e (4) Atlântico Sudeste. Suas principais características foram transcritas do Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2003) e disponibilizadas a seguir.

A região hidrográfica do Tocantins-Araguaia possui uma área de 967.059 km² (11% do território nacional) e abrange os estados de Goiás (26,8%), Tocantins (34,2%), Pará (20,8%), Maranhão (3,8%), Mato Grosso (14,3%) e o Distrito Federal (0,1%). É constituída pela bacia hidrográfica do rio Tocantins até a sua foz no oceano Atlântico. Grande parte situa-se na região Centro-Oeste, desde as nascentes dos rios Araguaia e Tocantins até a confluência dos mesmos. Daí para jusante adentra com o nome de rio Tocantins na região Norte até a sua foz. Seu principal tributário é o rio Araguaia com 2.600 km de extensão, onde se encontra a Ilha do Bananal, a maior ilha fluvial do mundo (350 km de comprimento e 80 km de largura). Ao norte e nordeste desta região observa-se a presença do bioma Floresta Amazônica com característica de zona de transição para o bioma Cerrado, dominante nas demais áreas. A região formada pelas bacias dos rios Tocantins e Araguaia corresponde ao denominado Eixo Araguaia-Tocantins, que prevê a implantação de uma série de obras de infra-estrutura, dentre as quais a expansão da malha viária e implantação de hidrovias. Nela encontram-se instaladas 28 centrais hidrelétricas. Atualmente, a necessidade de uso de água para irrigação corresponde a 66% da demanda total da região. Desta região foram coletados e analisados 17 espécimes de *H. malabaricus* provenientes do rio Cristalino (12°51'S e 50°51'W), estado do Mato Grosso e 17 do rio Araguaia (13°23'S e 50°39'W), divisa dos estados de Mato Grosso e Goiás.

A Região Hidrográfica do Paraguai apresenta importância no contexto nacional, pois inclui o Pantanal, uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, considerado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 e Reserva da Biosfera pela UNESCO no ano de 2000. É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraguai, uma das unidades da bacia hidrográfica do Prata. O rio Paraguai nasce em território brasileiro e sua bacia hidrográfica abrange uma área de 1.095.000 km², sendo 33% no Brasil e o restante na Argentina, Bolívia e Paraguai. No Brasil, abrange porções dos estados de Mato Grosso do Sul (51,8%) e Mato Grosso (48,2%), ocupando uma área de 363.445 km², equivalente a 4,6% do território nacional. Este rio nasce na Chapada dos Parecis em Mato Grosso e ao longo de seu curso, rumo ao sul, recebe vários afluentes importantes pela margem esquerda, destacando-se os rios Cuiabá, São Lourenço, Taquari, Miranda e Negro. Desaguá no rio Apa e percorre 2.621 km até a sua foz no rio Paraná, da região hidrográfica do Paraná, também incluída na bacia hidrográfica do Prata. A região hidrográfica do Paraguai é dividida em duas áreas principais: Planalto (215.963 km²) que são terras acima de 200 m de altitude, e Pantanal (147.629 km²) que são terras abaixo de 200m de altitude. As últimas apresentam baixa capacidade de drenagem e estão sujeita a grandes inundações. A vazão média do rio Paraguai corresponde a 1% do total do país. O Pantanal funciona como um grande reservatório que retém a maior parte da água oriunda do Planalto e regulariza a vazão do rio Paraguai. A baixa capacidade de drenagem dos rios e lagoas que se formam no Pantanal, juntamente com a influência do clima da região, faz com que cerca de 60% da água proveniente do Planalto seja perdida por evaporação. Observa-se a presença dos biomas de Cerrado e Pantanal, além de zonas de transição. Na região estão presentes 176 usinas hidrelétricas, com destaque para Furnas, Itaipu, Porto Primavera e Marimbondo. A demanda total de água na região hidrográfica corresponde a 1,04% do País, sendo do total regional destinados 39% para dessedentação de animais, 35% para irrigação, 16% para abastecimento urbano, 5% para abastecimento rural e 5% para uso industrial. Desta região foram coletados e analisados 17 espécimes de *H. malabaricus* provenientes do rio Juba (14°50'S e 57°51'W), local situado no ecótono entre o Pantanal e a Amazônia, e 50 do rio Cuiabá, na baía das Pedras (16°58'S e 56°25'W), local situado no Pantanal de Poconé, ambos no estado do Mato Grosso.

A Região Hidrográfica do Paraná apresenta grande importância no contexto nacional, pois possui o maior desenvolvimento econômico do País e 32% da população brasileira. É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraná que, como mencionado anteriormente, pertence a bacia hidrográfica do Prata. Possui uma área de 879.860 km², equivalente a 10% do

território nacional, e abrange os estados de São Paulo (25%), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). Entre os principais formadores do rio Paraná destacam-se o rio Grande, que nasce na Serra da Mantiqueira e corre ao longo de 1.300 km no sentido leste-oeste, e o rio Paranaíba, que é formado por muitos afluentes, dos quais o mais setentrional é o São Bartolomeu, nas proximidades de Brasília. Apenas o rio Paraná possui uma extensão de 2.570 km até seu encontro com a foz do rio Iguaçu, que somados aos 1.170 km do próprio rio Paranaíba, seu afluente principal, totalizam 3.740 km, sendo o terceiro rio mais extenso das Américas. Chega ao Oceano Atlântico após desaguar. A Região Hidrográfica do Paraná é subdividida em seis unidades hidrográficas: Grande, Iguaçu, Paranaíba, Paranapanema, Paraná e Tietê. Originalmente, a região hidrográfica do Paraná apresentava os biomas de Mata Atlântica e Cerrado. A vazão média da região corresponde a 6,4% do total do país. A demanda total de água corresponde a 27,1% da demanda do País, sendo do total regional destinados 33% para irrigação, 32% para abastecimento urbano, 25% para indústrias, 6% para dessedentação de animais e 4% para abastecimento rural. Desta região foram coletados e analisados 32 espécimes de *H. malabaricus* provenientes de Furnas, rio Machado (21°26'S e 45°50'W), estado de Minas Gerais, 54 espécimes do rio Jaguari-Mirim (21°58'S e 47°26'W), estado de São Paulo e 32 do rio Paraná, no rêsaco do Pau-Véio (22°45'S e 53°16'W), divisa dos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul.

A região hidrográfica do Atlântico Sudeste possui expressiva relevância nacional devido ao elevado contingente populacional e importância econômica, atrelados ao grande e diversificado parque industrial ali instalado. Essa região localiza-se, em uma das mais complexas e desenvolvidas áreas do Brasil, com grande potencial de conflitos pelo uso da água. Isto porque ao mesmo tempo em que apresenta uma das maiores demandas hídricas nacionais, possui, também uma das menores disponibilidades relativas. É constituída pelas bacias hidrográficas que deságuam no oceano Atlântico pelo trecho sudeste, sendo limitada ao norte pela bacia hidrográfica do Rio Doce, inclusive, ao sul pela bacia do Rio Ribeira, inclusive, e ao oeste pelas regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná. Abrange uma área de 229.972 km², equivalente a 2,7% do território brasileiro. Os seus principais rios, em extensão, são o Paraíba do Sul e Doce, com respectivamente 1.150 e 853 km. Além desses, essa região hidrográfica é formada por diversos e pouco extensos rios que formam as seguintes bacias: São Mateus, Santa Maria, Reis Magos, Benevente, Itabapoana, Itapemirim, Jacu, Ribeira e Litorais do Rio de Janeiro e de São Paulo. Encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica. As principais demandas na região são a urbana/rural e industrial, representando 18,8% e 12,5% da demanda nacional, respectivamente. Desta região foram coletados e analisados 125 espécimes de *H. malabaricus* provenientes do rio Guandu (22°48'S e 43°37'W), estado do Rio de Janeiro.

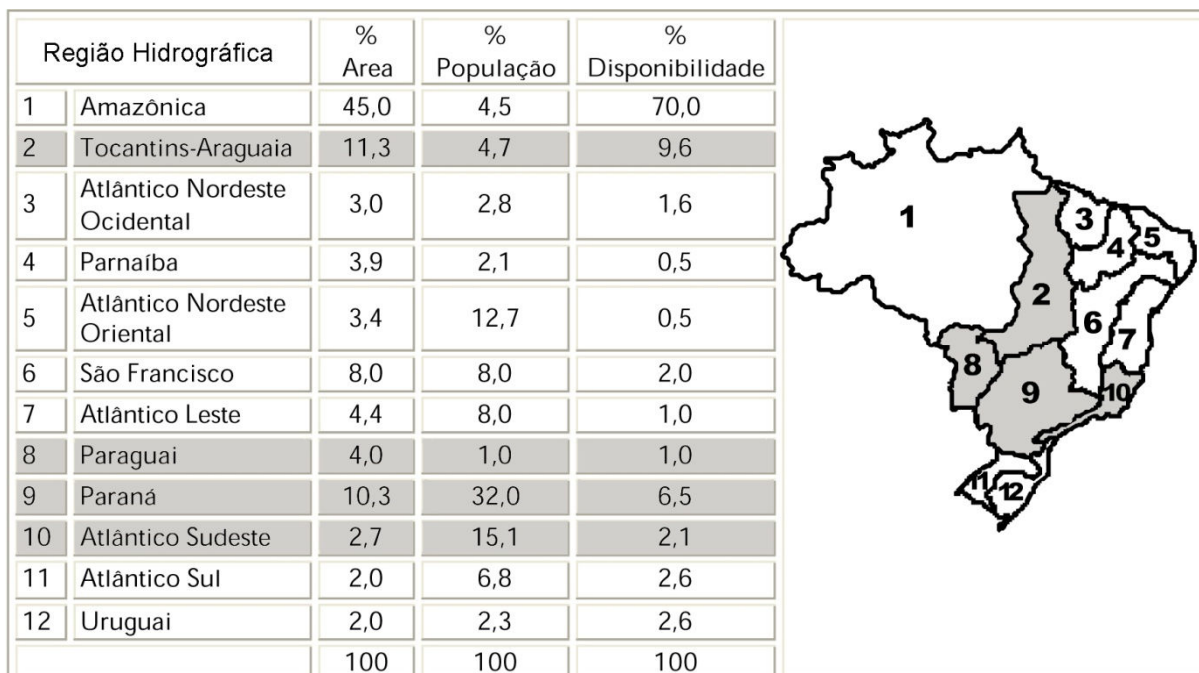


Figura 2. Localização e abrangência das doze regiões hidrográficas brasileiras (adaptado de MAGALHÃES, 2007). As quatro regiões hidrográficas onde foram realizadas coletas no presente estudo estão destacadas em cinza.

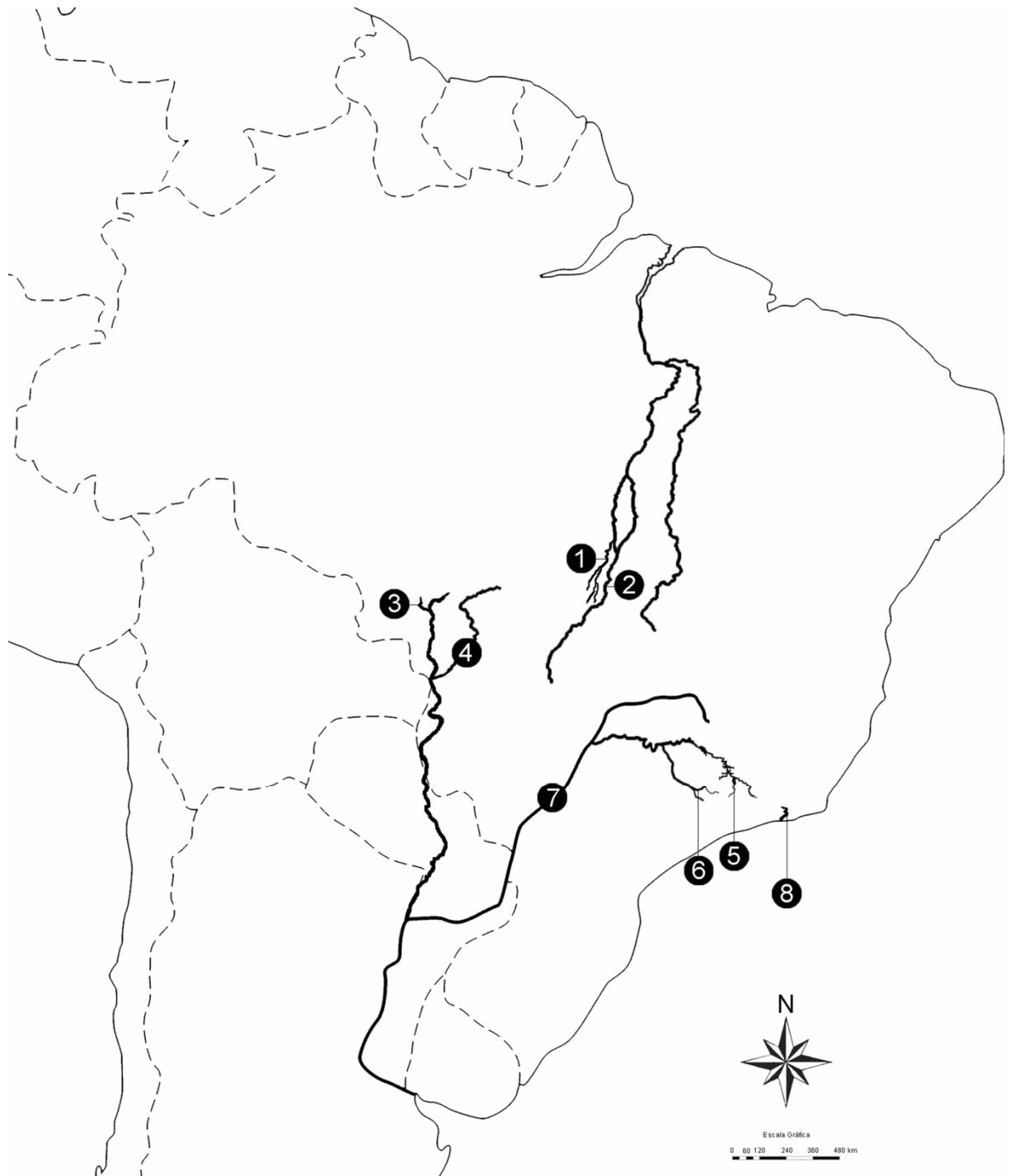


Figura 3. Locais de coleta dos espécimes de *Hoplias malabaricus* amostrados. 1. Rio Cristalino (MT); 2. Rio Araguaia (MT); 3. Rio Juba (MT); 4. Rio Cuiabá (MT); 5. Rio Machado (MG); 6. Rio Jaguari-Mirim (SP); 7. Rio Paraná (PR); 8. Rio Guandu (RJ).

Tabela 1. Composição das amostras de *Hoplias malabaricus* de oito rios brasileiros (\overline{L}_t = comprimento total médio em centímetros; SD = desvio padrão)

Região hidrográfica	População hospedeira	Estado	Latitude, longitude	Data de captura	Período	N	$\overline{L}_t \pm SD$
Tocantins-Araguaia	Cristalino	MT	12°46'S, 50°59'W	Outubro, 2007	Chuvoso	17	34,4 ± 6,6
	Araguaia	MT	13°23'S, 50°39'W	Outubro, 2007	Chuvoso	17	23,5 ± 5,1
Paraguai	Juba	MT	14°50'S, 57°51'W	Dezembro, 2008	Chuvoso	17	30,2 ± 2,5
	Cuiabá	MT	16°58'S, 56°25'W	Maior, 2007	Estiagem	50	23,4 ± 2,7
Paraná	Machado	MG	21°26'S, 45°50'W	Outubro, 2006	Chuvoso	32	34,1 ± 2,2
	Jaguari-Mirim	SP	21°58'S, 47°26'W	Maior, 2007	Estiagem	54	19,0 ± 4,3
	Paraná	PR	22°45'S, 53°16'W	Outubro, 2006	Chuvoso	32	29,6 ± 3,8
Atlântico Sudeste	Guandu	RJ	22°48'S, 43°37'W	Maior / Agosto / Novembro, 2006 Fevereiro / Maio, 2007	Estiagem, Chuvoso	125	30,3 ± 5,9

2.1.2 Coleta e processamento dos peixes e dos parasitos

Em todas as localidades, os espécimes de *H. malabaricus* foram capturados com o auxílio de redes de espera com malhas de diferentes aberturas entre nós adjacentes, ou anzóis com isca. Os peixes coletados foram acondicionados individualmente em sacos plásticos, transportados até o laboratório de apoio mais próximo ao local de coleta e congelados em freezer (-20°C). Posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Parasitologia de Peixes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e armazenados em freezer até serem submetidos à necropsia total. Os espécimes foram descongelados apenas no momento da necropsia, e então pesados (peso total em gramas) e medidos (comprimento total e comprimento padrão em centímetros). O sexo e o estágio de desenvolvimento gonadal foram observados macroscopicamente, logo após a abertura da cavidade visceral. As presas encontradas no estômago de *H. malabaricus* foram identificadas quando o estado de digestão da mesma não estava avançado.

As estruturas examinadas à procura de metazoários parasitos foram nadadeiras e toda a superfície corporal, cavidades nasais, brânquias e cavidade oral, opérculos, olhos e cavidade ocular, coração e cavidade pericárdica, cavidade visceral, esôfago, estômago, intestino, fígado, baço, rim, bexiga natatória, bexiga urinária, encéfalo e cavidade encefálica. A maioria destas estruturas, com exceção da bexiga urinária, foi individualmente lavada com água de torneira no interior de uma peneira com malha de abertura de 75 µm entre os nós (270 mesh), para garantir a coleta de todos os parasitos, inclusive os de menores dimensões. O conteúdo retido na peneira foi analisado sob microscópio estereoscópico. A bexiga urinária foi dissecada em placa de Petri e seu conteúdo foi imediatamente analisado sob microscópio estereoscópico.

Os metazoários encontrados foram coletados e contados, e fixados e preservados de acordo com o protocolo descrito por Amato et al. (1991), ou então fixados em formalina 5% fria e preservados em etanol 70%. Espécimes representativos de cada espécie foram processados para identificação seguindo os protocolos de coloração, clarificação e montagem de lâminas descritos por Amato et al. (1991), Vidal-Martínez et al. (2001) ou Eiras et al. (2006). Os cistos de mixozoários foram fixados em formalina 5% fria, e posteriormente rompidos entre lâmina e lamínula e examinados sob ampliação de microscópio para identificação.

Todas as necropsias e coletas dos parasitos foram realizadas utilizando-se a mesma metodologia e a determinação das espécies parasitas de cada grupo zoológico foi confirmada pelos mesmos pesquisadores, visando minimizar o viés decorrente do uso de banco de dados coletados com diferentes objetivos ou por diferentes métodos.

2.1.3 Classificação e determinação dos parasitos

A classificação e determinação dos parasitos foram realizadas utilizando-se diferentes chaves taxonômicas. Foram utilizados para (i) Digenea: Travassos et al. (1969), Yamaguti (1971), Gibson et al. (2002), Kohn et al. (2007) e Bray et al. (2008); (ii) Monogenea: Yamaguti (1963a), Boeger e Kristky (2003) e Thatcher (2006); (iii) Nematoda: Moravec (1998) e Thatcher (2006); (iv) Acanthocephala: Yamaguti (1963b), Nickol (1995) e Thatcher (2006); (v) Copepoda: Yamaguti (1963c), Kabata (1979), Boxshall e Montú (1997), Montú e Boxshall (1997), Boxshall e Husley (2004) e Thatcher (2006); (vi) Branchiura: Ringuélet (1943, 1948) e Thatcher (2006); (vii) Hirudinea: Thatcher (2006); (viii) Pentastomida: Venard e Bangham (1941) e Riley (1986).

Para a determinação específica dos parasitos foram utilizados os artigos oriundos das descrições ou redescritões das espécies.

2.1.4 Terminologia ecológica e cálculo dos descritores do parasitismo

Foi considerada a estrutura hierárquica de populações e comunidades parasitárias proposta por Esch et al. (1990) e revisada por Bush et al. (1997). A terminologia ecológica utilizada seguiu aquela recomendada por Bush et al. (1997). Foram calculados os descritores populacionais do parasitismo de prevalência e abundância média (veja BUSH et al., 1997) para todas as espécies de metazoários, exceto as espécies do grupo Myxozoa, para as quais calculou-se apenas a prevalência. As espécies deste grupo foram consideradas apenas no estudo da composição da fauna parasitária de *H. malabaricus* e excluídas das análises estatísticas, devido à ausência dos valores de abundância.

2.2 Metodologia Específica ao Capítulo I

2.2.1 Análise da diversidade

As análises de composição estrutura comunitária foram realizadas para o nível de comunidade componente. Para o rio Guandu, onde as coletas foram realizadas em mais de um período, foi considerado o inventário parasitário obtido na amostra total.

Foi utilizada como medida de riqueza o número total de espécies parasitas na comunidade componente amostrada. A riqueza e a diversidade de espécies dependem, além da própria natureza da comunidade, do esforço amostral despendido (MAGURRAN, 1988). Do mesmo modo, o tamanho dos hospedeiros também é um fator capaz de influenciar nesta medida. Assim, as relações da riqueza (com valores log-transformados) em função do esforço de coleta (número de peixes amostrados por população de *H. malabaricus*) e do comprimento total médio dos peixes de cada população hospedeira foram testadas por regressão linear simples. A Análise de Variância foi aplicada *a posteriori* para verificar a probabilidade de ausência de associação entre as variáveis ($H_0: r = 0$).

A diversidade dos metazoários parasitos de *H. malabaricus* nas quatro regiões hidrográficas estudadas (biodiversidade β) foi analisada pela ‘curva do componente dominância da diversidade’, proposta por Whittaker, também chamada de ‘curva de importância de espécies’ (ODUM, 1988). Este diagrama utiliza o conjunto total dos valores de importância de cada espécie em função da sequência de abundância das mesmas, classificadas de mais comuns para mais raras. A linha que se ajusta aos pontos forma uma curva que explica a diversidade da região (MAGURRAN, 1988). Devido à propriedade de distribuição agregada dos parasitos, o nicho ocupado pelas espécies é repartido de modo similar, gerando curvas que seguem o mesmo padrão de distribuição da abundância de espécies. No entanto, estas curvas também salientam a riqueza e a abundância relativa, de modo que quanto mais alta e achatada ela for, maior é a diversidade (ODUM, 1988).

A diversidade dos metazoários parasitos de *H. malabaricus* em cada comunidade componente (biodiversidade α) foi verificada através de riqueza de espécies, abundância total, índice de dominância de Berger-Parker e índice de diversidade e uniformidade de Brillouin. Este último foi calculado após a exclusão de infracomunidades com riqueza ≤ 1 (MAGURRAN, 1988).

Para estas análises foram consideradas todas as espécies parasitas encontradas, inclusive as espécies raras, com prevalência $\leq 10\%$ em todas as assembléias. Isto porque elas

tipicamente apresentam distribuições muito compartimentalizadas, sendo ausentes de muitas localidades supostamente desfavoráveis, apesar de poderem ser incomuns em suas amplitudes. Segundo Guégan e Kennedy (1996), a riqueza de espécies é altamente influenciada pelas espécies raras, e a presença delas pode aumentar significativamente a similaridade qualitativa entre regiões onde são consideradas comuns. Ressalta-se que as três espécies de mixozoários encontradas foram analisadas apenas quanto à prevalência, e portanto foram excluídas das análises que requerem dados de abundância.

As informações acerca das associações parasitárias registradas para *H. malabaricus* na região Neotropical, anteriormente e a partir deste estudo, foram reunidas na forma de lista ('checklist'). Nela, além da composição taxonômica dos metazoários parasitos da traíra, foram disponibilizadas informações sobre a distribuição geográfica e os autores dos registros.

3 RESULTADOS

3.1 Composição e Estrutura das Comunidades Parasitárias de *Hoplias malabaricus*

Todos os 344 espécimes de *H. malabaricus* analisados estavam parasitados por ao menos um espécime de metazoário. No total, foram coletados e processados 34.315 parasitos, excluindo-se as três espécies de Myxozoa encontradas, *Henneguya malabarica* Azevedo & Matos (1996), *Myxobolus* sp. 1 e *Myxobolus* sp. 2, que foram avaliadas apenas quanto à prevalência.

A Figura 4 apresenta a riqueza de espécies e a abundância de espécimes nas guildas parasitárias, definidas como endoparasitos em estágio larval, endoparasitos adultos e ectoparasitos. A parasitofauna de *H. malabaricus* foi composta principalmente por metazoários endoparasitos, que representaram 59% das espécies encontradas, sendo que 38% destas espécies foram encontradas em estágio larval (Figura 4 A). Os endoparasitos em estágio larval não só apresentaram maior riqueza, como também foram mais abundantes, representando por 76% de todos os indivíduos coletados (Figura 4 B). Os ectoparasitos foram representados por 41% das espécies encontradas (Figura 4 A) e 21% do total de metazoários coletados (Figura 4 B).

Na figura 5 os metazoários parasitos de *H. malabaricus* encontram-se distribuídos nas categorias taxonômicas. O táxon de maior riqueza específica foi Digenea, representada por 17 espécies, seguida respectivamente por Nematoda, 11 espécies, Copepoda, 10 espécies, Monogenea, oito espécies, Branchiura, seis espécies, Acanthocephala, quatro espécies, Myxozoa, três espécies e Pentastomida, duas espécies (Figura 5 A). Espécimes em estágio larval foram diagnosticados em 14 espécies de Digenea, quatro de Nematoda e duas de Acanthocephala. Todos os pentastomídeos coletados e processados estavam em estágio larval (Figura 5 B).

A determinação específica foi possível para 36 morfotipos parasitários. Outros 22 morfotipos foram determinados até o nível de gênero, dois até família e um apenas até ordem. Os casos em que foram encontradas dificuldades para a determinação específica encontram-se apresentados na discussão deste capítulo.

A composição taxonômica da parasitofauna de *H. malabaricus*, os novos registros ao hospedeiro, a guilda, o sítio de infecção e as localidades onde foi observada cada espécie encontram-se sumarizados na Tabela 2.

Na amostra total, foram registradas 61 associações parasitárias, sendo que 25 delas representam novos registros para o hospedeiro. Estes são caracterizados por seis espécies de Monogenea, *Anacanthorus* sp., *Dactylogyrus* sp., *Urocleidoides* sp. 1, *Urocleidoides* sp. 2, *Urocleidoides* sp. 3 e *Urocleidoides* sp. 4; por oito espécies de Digenea, *Phyllodistomum* sp., *Alaria* sp., *Ascocotyle* sp., *Cotylurus* sp., *Diplostomum* sp. 2, *Posthodiplostomum* sp., *Tylodelphys destructor* Szidat e Nani, 1951 e *Tylodelphys* sp. 1; por uma espécie de Nematoda, *Procamallanus* (*S.*) *krameri* (Petter, 1974); por uma espécie de Pentastomida, *Sebekidae* gen. sp.; por quatro espécies de Copepoda, *Cyclopoida* fam. gen. sp., *Gamispatulus schizodontis* Thatcher e Boeger, 1984, *Vaigamus retrobarbatus* Thatcher e Robertson 1984 e *Miracetyma piraya* Malta 1994; por três espécies de Branchiura, *Dolops bidentata* (Bouvier, 1899), *Dolops* sp. 1 e *Dolops* sp. 2; e por duas espécies de Myxozoa, *Myxobolus* sp. 1 e *Myxobolus* sp. 2 (Tabela 2).

Das espécies de metazoários registradas, 19 ocorreram exclusivamente em *H. malabaricus* de determinada localidade. Destas espécies, seis foram endêmicas da população

hospedeira do rio Guandu, quatro do rio Cuiabá, três do rio Cristalino, duas do rio Paraná, duas do rio Jaguari-Mirim, uma do rio Araguaia e uma do rio Machado. Apenas na população hospedeira do rio Juba nenhuma espécie endêmica foi observada.

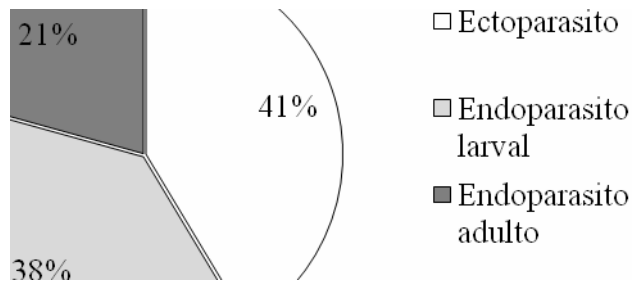
Por outro lado, quatro espécies demonstraram ampla distribuição geográfica. *Sphincterodiplostomum borjanensis* e *Contracaecum* spp. foram observadas em todas as populações hospedeiras, enquanto que *Porrocaecum* sp. foi ausente apenas em espécimes de *H. malabaricus* do rio Guandu e *Eustrongylides ignotus* Jägerskiöld, 1909 na população hospedeira do rio Machado (Tabela 2).

Os descritores populacionais do parasitismo de *H. malabaricus* por metazoários em cada uma das localidades de coleta estão apresentados na Tabela 3. Das 61 associações registradas neste trabalho, 15 foram consideradas raras pela baixa prevalência, ou seja, menor que 10% em todas as populações hospedeiras analisadas, constatadas para *Anacanthorus* sp., *Alaria* sp., *Ascocotyle* sp., *Clinostomum* cf. *complanatum* (Rudolphi, 1814), *Diplostomum* sp. 2, *Klossinemella* cf. *iheringi* (Travassos, Artigas e Pereira, 1928), *Procamallanus* (*S.*) *innopinatus* (Travassos, Artigas e Pereira, 1928), *P.* (*S.*) *krameri*, *Procamallanus peraccuratus* Pinto, Fabio, Noronha e Rolas, 1976, *Gracilisentis variabilis* (Diesing, 1856), Glossiphonidae gen. sp., *Ergasilus* sp., *D. bidentata*, *Dolops* sp. 2 e *H. malabarica* (Tabela 3).

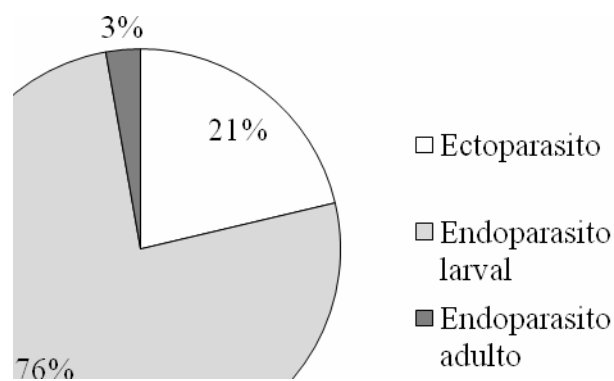
Das espécies citadas acima, sete representam novos registros para o hospedeiro, sendo *Anacanthorus* sp., *Alaria* sp., *Ascocotyle* sp., *Diplostomum* sp. 2, *P.* (*S.*) *krameri*, *D. bidentata* e *Dolops* sp. 2 (Tabela 2). Além disso, três espécies foram consideradas acidentais por terem sido encontradas em sítios de infecção não usuais e associadas à presença de presa, como foi o caso das metacercárias de *Alaria* sp., *Cotylurus* sp. e *Posthodiplostomum* sp., observadas no estômago de *H. malabaricus* do rio Guandu (Tabela 2). Estas três espécies foram registradas pela primeira vez em *H. malabaricus*.

Como resultado do levantamento realizado neste estudo, uma lista completa contendo todas as associações parasitárias registradas para *H. malabaricus* na região Neotropical, anteriormente e a partir dele, encontram-se na Tabela 4. Além da composição taxonômica dos metazoários parasitos da traíra, foram disponibilizadas informações sobre a distribuição geográfica e os autores dos registros.

Novas localidades de ocorrência de espécies de metazoários associados a *H. malabaricus* foram reconhecidas, expandindo a distribuição geográfica da biodiversidade parasitária deste hospedeiro nos rios brasileiros, com 27 espécies registradas pela primeira vez em *H. malabaricus* do Brasil, sendo os monogenéticos *Anacanthorus* sp., *Dactylogyrus* sp., *Urocleidoides* sp. 1, *Urocleidoides* sp. 2, *Urocleidoides* sp. 3, *Urocleidoides* sp. 4, o trematódeo adulto *Phyllodistomum* sp., as metacercárias *Alaria* sp., *Ascocotyle* sp. *Cotylurus* sp., *Posthodiplostomum* sp., *Sphincterodiplostomum borjanensis*, *Tylodelphys destructor*, o acantocéfalo *Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus*, o nematóide *Procamallanus krameri* e os crustáceos Cyclopoida fam. gen. sp., *Dolops reperta*, *Dolops* sp. 1, *Dolops* sp. 2, *Gamispatus schizodontis*, *Miracetyma piraya*, *Taurocherus tarangophilus*, *Vaigamus retrobarbatus*, o hirudíneo *Myzobdella platensis*, os mixosporídeos *Myxobollus* sp. 1, *Myxobollus* sp. 2 e o pentastomídeo Sebekidae gen. sp. (Tabela 4).

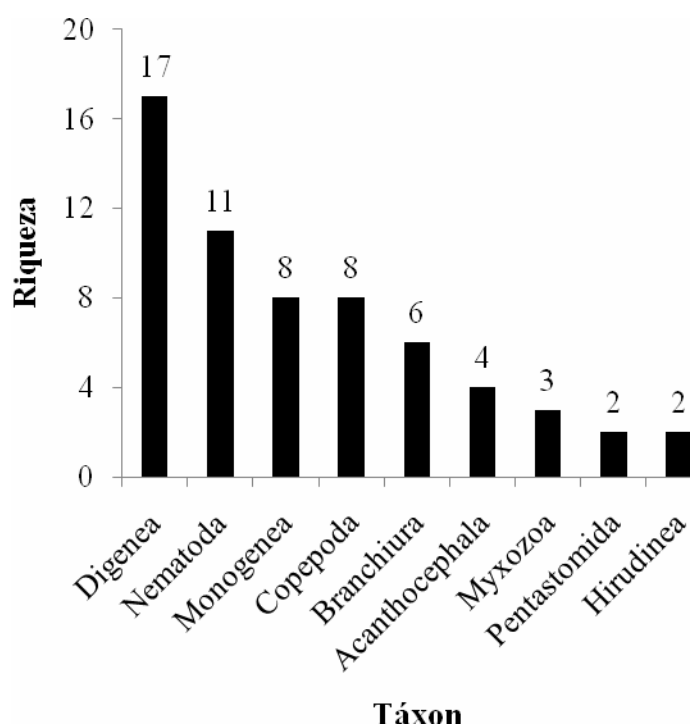


A

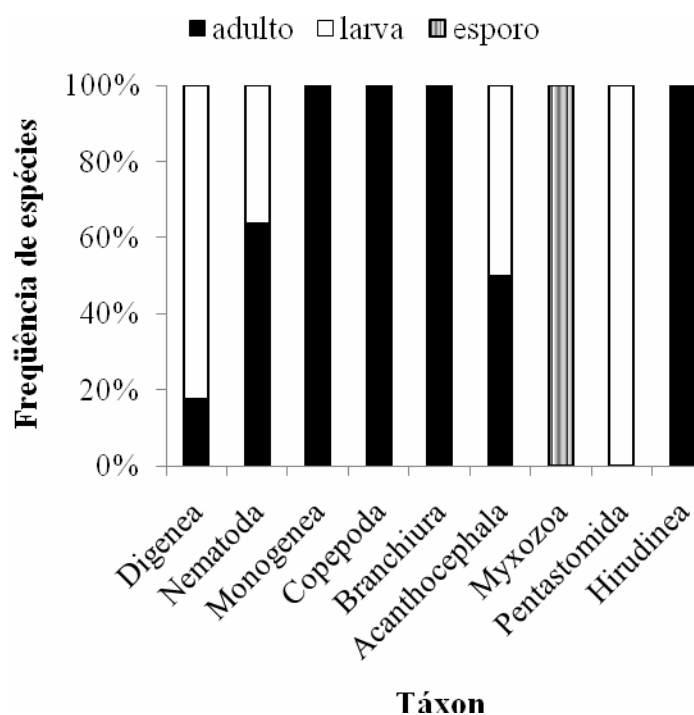


B

Figura 4. Proporção da riqueza (A) e da abundância (B) das espécies nas guildas ocupadas pelos metazoários parasitos de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre os anos de 2006 e 2008 nos oito rios brasileiros analisados. Para a construção destes gráficos foram excluídas as espécies de Myxozoa, registradas apenas quanto à prevalência.



A



B

Figura 5. Distribuição por táxon dos metazoários parasitos de espécimes de *Hoplias malabaricus* coletados entre os anos de 2006 e 2008 nos oito rios brasileiros analisados (A) e proporção de suas fases de desenvolvimento (B).

Tabela 2. Composição taxonômica, guilda, sítio de infecção e rios onde foram observadas as espécies de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* coletada em oito rios brasileiros, entre os anos de 2006 e 2008 (+ = presença; - = ausência; † = novo registro para o hospedeiro).

Espécie parasita	Guilda	Sítio de infecção	Rio							
			Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
MONOGENEA										
01 <i>Anacanthorus</i> sp.†	EC	brânquias, bexiga natatória	-	-	-	+	-	+	-	+
02 <i>Dactylogyrus</i> sp.†	EC	brânquias	-	-	-	+	+	+	+	+
03 <i>Gyrodactylus traire</i> Boeger e Popazoglo, 1995	EC	superfície corporal	-	-	-	+	-	+	-	+
04 <i>Urocleidoides eremitus</i> Kritsky, Thatcher e Boeger, 1986	EC	brânquias	-	-	+	+	+	+	-	+
05 <i>Urocleidoides</i> sp. 1†	EC	brânquias	-	-	-	+	-	-	+	-
06 <i>Urocleidoides</i> sp. 2†	EC	narinas	-	-	-	+	+	+	+	+
07 <i>Urocleidoides</i> sp. 3†	EC	brânquias	-	+	-	+	-	+	+	+
08 <i>Urocleidoides</i> sp. 4†	EC	brânquias	+	-	-	+	-	-	+	+
DIGENEA										
09 <i>Phyllodistomum</i> sp.†	EA	bexiga urinária	-	-	-	+	-	-	+	+
10 <i>Pseudosellacotyle lutzi</i> (Freitas, 1941)	EA	cecos intestinais, intestino	-	-	-	-	-	-	+	-
11 <i>Thometrema</i> cf. <i>overstreeti</i> (Brooks, Mayes e Thorson, 1979)	EA	estômago	-	-	-	+	-	-	-	-
12 <i>Alaria</i> sp.†	EL	estômago	-	-	-	-	-	-	-	+
13 <i>Ascocotyle</i> sp.†	EL	brânquias	-	-	-	-	-	-	-	+
14 <i>Austrodiplostomum compactum</i> (Lutz, 1928)	EL	olhos, encéfalo	-	+	-	+	+	+	+	+
15 <i>Clinostomatopsis sorbens</i> (Braun, 1899)	EL	cavidade visceral	-	-	-	-	-	-	+	-
16 <i>Clinostomum</i> cf. <i>complanatum</i> (Rudolphi, 1814)	EL	musculatura	+	-	-	+	+	+	-	+
17 <i>Cotylurus</i> sp.†	EL	estômago	-	-	-	-	-	-	-	+
18 <i>Diplostomum</i> sp. 1	EL	bexiga natatória	+	+	-	+	-	-	+	-

Tabela 2. Continuação...

Espécie parasita	Guilda	Sítio de infecção	Rio							
			Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
34 <i>Eustrongylides ignotus</i> Jägerskiöld, 1909	EL	musculatura	+	+	+	+	-	+	+	+
35 <i>Goezia</i> sp.	EL	estômago	-	+	-	-	+	-	-	-
36 <i>Porrocaecum</i> sp.	EL	bexiga natatória, intestino	+	+	+	+	+	+	+	-
ACANTHOCEPHALA										
37 <i>Gracilisentis variabilis</i> (Diesing, 1856)	EA	intestino	+	-	-	-	-	-	-	+
38 <i>Neoechynorhynchus (N.) macronucleatus</i> Machado Filho 1954	EA	intestino	-	+	-	-	-	-	-	-
39 <i>Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus</i> (Diesing, 1851)	EL	intestino, mesentério	-	+	-	+	-	-	-	-
40 <i>Quadrigyrus machadoi</i> Fabio, 1983	EL	intestino, mesentério	-	-	-	+	-	+	+	-
PENTASTOMIDA										
41 <i>Sebekia oxycephala</i> Sambon, 1922	EL	mesentério	-	+	+	+	-	-	-	-
42 <i>Sebekidae</i> gen. sp.†	EL	bexiga natatória	+	+	-	+	-	-	-	-
HIRUDINEA										
43 <i>Myzobdella</i> cf. <i>platensis</i> (Cordero, 1933)	EC	superfície corporal	-	-	-	-	+	+	-	+
44 <i>Glossiphonidae</i> gen. sp.	EC	superfície corporal	-	-	-	+	-	-	+	-
COPEPODA										
45 <i>Cyclopoida</i> fam. gen. sp.†	EC	bexiga urinária	+	-	-	-	-	-	-	-
46 <i>Ergasilus</i> sp.	EC	brânquias	-	-	-	-	+	+	-	-
47 <i>Gamidactylus</i> cf. <i>hoplius</i> Varella e Malta, 1996	EC	narinas	-	+	+	+	-	-	+	-
48 <i>Gamispatulus schizodontis</i> Thatcher e Boeger, 1984†	EC	narinas	-	-	-	-	+	-	-	-
49 <i>Vaigamus retrobarbatus</i> Thatcher e Robertson 1984†	EC	brânquias	+	-	+	-	-	-	-	-
50 <i>Miracetyma piraya</i> Malta 1994†	EC	brânquias	+	-	-	-	-	-	-	-
51 <i>Pindapixara tarira</i> Malta 1994	EC	brânquias	+	-	+	+	-	-	-	-

Tabela 2. Continuação...

Espécie parasita	Guilda	Sítio de infecção	Rio							
			Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
52 <i>Taurocherus tarangophilus</i> Paggi 1976	EC	opérculo, palato, brânquias	+	-	-	+	-	-	-	-
BRANCHIURA										
53 <i>Argulus carteri</i> Cunnington, 1931	EC	superfície, brânquias	-	-	+	+	-	-	-	-
54 <i>Dolops bidentata</i> (Bouvier, 1899)†	EC	brânquias	-	-	+	+	-	-	-	-
55 <i>Dolops geayi</i> Bouvier, 1897	EC	superfície, brânquias	-	-	-	+	-	-	-	-
56 <i>Dolops reperta</i> Bouvier, 1899	EC	superfície, brânquias	+	-	-	+	-	-	-	-
57 <i>Dolops</i> sp. 1†	EC	brânquias	+	-	-	-	-	-	-	-
58 <i>Dolops</i> sp. 2†	EC	brânquias	-	-	-	+	-	-	-	-
MYXOZOA										
59 <i>Henneguya malabarica</i> Azevedo e Matos (1996)	EC	brânquias	-	-	-	+	-	-	-	-
60 <i>Myxobollus</i> sp. 1†	EC	brânquias	-	-	-	+	-	-	-	-
61 <i>Myxobollus</i> sp. 2†	EC	brânquias	-	+	-	+	-	-	-	-
Total de espécies			21	18	15	40	16	22	24	25

Tabela 3. Continuação...

Espécie parasita	Descritores do parasitismo nas diferentes amostras							
	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
<i>Ascocotyle</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	5
	0	0	0	0	0	0	0	1,2 ± 9,6
<i>Austrodiplostomum compactum</i>	0	6	0	6	6	7	16	5
	0	0,1 ± 0,2	0	0,1 ± 0,3	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,6	0,4 ± 1,3	0,1 ± 0,3
<i>Clinostomatopsis sorbens</i>	0	0	0	0	0	0	13	0
	0	0	0	0	0	0	0,1 ± 0,3	0
<i>Clinostomum</i> cf. <i>complanatum</i>	6	0	0	2	3	2	0	6
	0,1 ± 0,2	0	0	0,02 ± 0,1	0,03 ± 0,2	0,1 ± 0,5	0	0,1 ± 0,4
<i>Cotylurus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	10
	0	0	0	0	0	0	0	0,5 ± 2,1
<i>Diplostomum</i> sp. 1	50	47	0	78	0	0	9	0
	4,3 ± 6,4	2,9 ± 3,9	0	9,5 ± 12,0	0	0	0,3 ± 1,1	0
<i>Diplostomum</i> sp. 2	0	0	0	0	0	9	0	0
	0	0	0	0	0	0,4 ± 2,0	0	0
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i>	0	29	0	10	41	0	25	8
	0	0,8 ± 2,1	0	0,1 ± 0,3	1,0 ± 1,6	0	0,7 ± 2,6	0,5 ± 4,6
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	10
	0	0	0	0	0	0	0	0,4 ± 1,9
<i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i>	100	88	24	98	56	78	91	89
	123,1 ± 61,6	26,6 ± 25,3	0,1 ± 0,3	32,5 ± 34,1	6,9 ± 22,9	6,8 ± 9,8	37,7 ± 96,4	26,7 ± 37,3
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i>	100	100	6	100	0	2	50	0
	12,8 ± 13,3	11,2 ± 6,4	0,01 ± 0,1	23,8 ± 25,3	0	0,02 ± 0,1	1,7 ± 3,0	0
<i>Tylodelphys destructor</i>	94	94	0	94	3	20	16	0
	26,8 ± 33,2	19,4 ± 18,6	0	79,7 ± 42,9	0,03 ± 0,2	2,1 ± 11,9	2,0 ± 6,1	0
<i>Tylodelphys</i> sp.1	0	41	12	82	3	91	50	0
	0	2,2 ± 3,7	0,1 ± 0,3	74,6 ± 167,0	0,03 ± 0,2	32,3 ± 55,3	8,0 ± 21,4	0

Tabela 3. Continuação...

Espécie parasita	Descritores do parasitismo nas diferentes amostras							
	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
NEMATODA (adulto)								
<i>Guyanema baudi</i>	6 0,1 ± 0,5	0	0	0	0	6 0,1 ± 0,5	16 0,2 ± 0,4	2 0,02 ± 0,2
<i>Klossinemella cf. iheringi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 0,02 ± 0,3
<i>Paracapillaria piscicola</i>	13 0,1 ± 0,3	0	18 0,1 ± 0,2	6 0,1 ± 0,5	0	0	16 0,2 ± 0,5	7 0,2 ± 0,8
<i>Paraseuratum soaresi</i>	0	0	41	26	6	4	0	6
<i>Procamallanus (S.) innopinatus</i>	0 6 0,1 ± 0,2	0	0,2 ± 0,2 0	0,8 ± 2,1 4	0,1 ± 0,5 0	0,1 ± 0,6 0	0 9 0,1 ± 0,4	0,2 ± 1,1 0
<i>Procamallanus (S.) krameri</i>	0	0	0	0	0	2 0,02 ± 0,1	0	0
<i>Procamallanus peraccuratus</i>	0 0	0	0	0	0	0	0	2 0,03 ± 0,2
NEMATODA (larva)								
<i>Contraecaecum spp.</i>	56 6,5 ± 11,8	100 31,2 ± 24,1	59 0,4 ± 0,4	88 6,3 ± 5,4	6 5,1 ± 28,0	50 1,3 ± 2,1	47 2,2 ± 3,4	26 0,5 ± 1,1
<i>Eustrongylides ignotus</i>	6 0,1 ± 0,2	6 0,1 ± 0,2	6 0,01 ± 0,1	8 0,1 ± 0,3	0	2 0,1 ± 0,5	38 2,5 ± 5,0	1 0,01 ± 0,1
<i>Goezia sp.</i>	0	29 0,8 ± 1,9	0	0	9 0,2 ± 0,6	0	0	0
<i>Porrocaecum sp.</i>	88 14,6 ± 18,3	24 4,1 ± 12,7	76 0,9 ± 0,6	10 0,6 ± 2,6	59 17,6 ± 40,7	6 0,1 ± 0,3	41 3,2 ± 7,1	0
ACANTHOCEPHALA (adulto)								
<i>Gracilisentis variabilis</i>	6 0,1 ± 0,6	0	0	0	0	0	0	1 0,01 ± 0,1
<i>Neoechynorhynchus macronucleatus</i>	0	24 0,3 ± 0,6	0	0	0	0	0	0

Tabela 3. Continuação...

Espécie parasita	Descritores do parasitismo nas diferentes amostras							
	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
ACANTHOCEPHALA								
(cistacanto e adulto imaturo)								
<i>Quadrigrurus machadoi</i>	0	0	0	82	0	30	88	0
	0	0	0	4,8 ± 7,8	0	0,8 ± 1,7	9,8 ± 13,2	0
<i>Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus</i>	0	29	0	12	0	0	0	0
	0	0,5 ± 1,2	0	0,2 ± 0,6	0	0	0	0
PENTASTOMIDA								
<i>Sebekia oxycephala</i>	0	18	29	24	0	0	0	0
	0	0,2 ± 0,5	0,2 ± 0,4	0,5 ± 1,4	0	0	0	0
Sebekidae gen. sp.	6	18	0	18	0	0	0	0
	0,1 ± 0,6	0,2 ± 0,5	0	0,2 ± 0,5	0	0	0	0
HIRUDINEA								
<i>Myzobdella platensis</i>	0	0	0	0	6	2	0	19
	0	0	0	0	0,1 ± 0,2	0,02 ± 0,1	0	0,9 ± 2,7
Glossiphonidae gen. sp.	0	0	0	2	0	0	9	0
	0	0	0	0,02 ± 0,1	0	0	0,1 ± 0,3	0
COPEPODA								
Cyclopoida fam. gen. sp.	94	0	0	0	0	0	0	0
	6,7 ± 5,3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ergasilus</i> sp.	0	0	0	0	6	9	0	0
	0	0	0	0	0,1 ± 0,4	0,1 ± 0,4	0	0
<i>Gamidactylus cf. hoplius</i>	0	18	18	8	0	0	25	0
	0	0,2 ± 0,4	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,4	0	0	1,2 ± 3,2	0
<i>Gamispatulus schizodontis</i>	0	0	0	0	13	0	0	0
	0	0	0	0	0,3 ± 0,9	0	0	0
<i>Vaigamus retrobarbatus</i>	25	0	18	0	0	0	0	0
	0,7 ± 1,4	0	0,2 ± 0,6	0	0	0	0	0
<i>Miracetyma piraya</i>	44	0	0	0	0	0	0	0
	2,0 ± 4,2	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3. Continuação...

Espécie parasita	Descritores do parasitismo nas diferentes amostras							
	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari-Mirim	Paraná	Guandu
<i>Pindapixara tarira</i>	31 1,3 ± 2,6	0	41 14,6 ± 38,8	24 0,6 ± 1,3	0	0	0	0
<i>Taurocherus tarangophilus</i>	6 0,1 ± 0,5	0	0	80 4,8 ± 3,9	0	0	0	0
BRANCHIURA								
<i>Argulus carteri</i>	0	0	12	28	0	0	0	0
	0	0	0,01 ± 0,1	0,3 ± 0,6	0	0	0	0
<i>Dolops bidentata</i>	0	0	6	2	0	0	0	0
	0	0	0,01 ± 0,1	0,02 ± 0,1	0	0	0	0
<i>Dolops geayi</i>	0	0	0	40	0	0	0	0
	0	0	0	0,4 ± 0,6	0	0	0	0
<i>Dolops reperta</i>	19 0,3 ± 0,7	0	0	22 0,3 ± 0,6	0	0	0	0
<i>Dolops</i> sp. 1	13 0,1 ± 0,3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dolops</i> sp. 2	0	0	0	2	0	0	0	0
	0	0	0	0,02 ± 0,1	0	0	0	0
MYXOZOA								
<i>Henneguya malabarica</i>	0	0	0	2	0	0	0	0
	0	0	0	—	0	0	0	0
<i>Myxobollus</i> sp. 1	0	0	0	34	0	0	0	0
	0	0	0	—	0	0	0	0
<i>Myxobollus</i> sp. 2	0	82	0	10	0	0	0	0
	0	—	0	—	0	0	0	0

O travessão (—) indica que o valor de abundância não foi calculado.

Tabela 4. Atualização das associações parasitárias registradas para *Hoplias malabaricus* em toda a região Neotropical, distribuição geográfica por país e os autores dos registros.

Parasita	País	Referência
FILO ACANTHOCEPHALA		
Família Quadrigyridae		
<i>Quadrigyrus brasiliensis</i> Machado Filho, 1941	Brasil	Machado Filho (1941) Thatcher (1991, 2006) Pavanelli et al. (2004) Santos et al. (2008)
<i>Quadrigyrus machadoi</i> Fabio, 1983	Brasil	Fabio (1983) Weiblen e Brandão (1992) Pavanelli et al. (2004) Rosim et al. (2005) Santos et al. (2008) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
<i>Quadrigyrus torquatus</i> Van Cleave, 1920	Brasil Colômbia Venezuela	Pearse (1920) Yamaguti (1963a) Schimdt e Huggins (1973) Buckner e Brooks (1980) Thatcher (2001, 2006) Pavanelli et al. (2004) Santos et al. (2008)
Família Neoechinorhynchidae		
<i>Gracilisentis variabilis</i> (Diesing, 1856) <i>Syn.: Echinorhynchus variabilis</i> Diesing, 1856, <i>Neoechinorhynchus variabilis</i> (Diesing, 1856)	Brasil	Thatcher (2006) Presente estudo
<i>Neoechinorhynchus (N.) macromucleatus</i> Machado Filho, 1954	Brasil	Fabio (1983) Presente estudo
<i>Neoechinorhynchus paraguayensis</i> Machado Filho, 1959	Paraguai	Machado Filho (1959) Masi-Pallarés et al. (1973)
Família Polyacanthorhynchidae		
<i>Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus</i> (Diesing, 1851) <i>Syn.: Polyacanthorhynchus arcuatus</i> Diesing, 1851	Brasil Bolívia	Amin et al. (1996) Presente estudo
Acanthocephala fam. gen. sp.	Brasil	Yamaguti (1963a)
FILO PLATYHELMINTES		
Classe Trematoda		
Família Callodistomidae		
<i>Prosthenhystera obesa</i> (Diesing, 1850)	Brasil	Pavanelli et al. (2004)
<i>Prosthenhystera</i> sp.	Brasil	Travassos (1922) Viana (1924) Travassos et al. (1928) Travassos e Freitas (1941) Travassos e Kohn (1965) Travassos et al. (1969) Kohn et al. (2007) Takemoto et al. (2009)

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
Família Clinostomidae		
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814)	Brasil	Dias et al. (2003) Pavanelli et al. (2004) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
<i>Clinostomum</i> sp.	Brasil	Almeida (1998)
<i>Clinostomatopsis sorbens</i> (Braun, 1899)	Brasil	Travassos (1941)
Syn.: <i>Clinostomum sorbens</i> Braun, 1899		Yamaguti (1971) Presente estudo
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> (Diesing, 1850)	Brasil Venezuela	Pearse (1920) Pavanelli e Schaeffer (1990) Almeida (1998) Pavanelli et al. (2004) Paraguassú e Luque (2006) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
<i>Ithyoclinostomum</i> sp.	Brasil	Brasil-Sato (2003)
Família Derogenidae		
<i>Thometrema overstreeti</i> (Brooks, Mayes e Thorson, 1979)	Brasil Peru	Fábio (1984) Iannacone e Luque (1993)
Syn.: <i>Paravitellotrema overstreeti</i> Brooks, Mayes e Thorson, 1979, <i>Genarchella lenti</i> Fábio, 1984, <i>Genarchella genarchella</i> Hamann, 1986		Almeida (1998) Pavanelli et al. (2004) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
Família Diplostomidae		
<i>Austrodiplostomum compactum</i> (Lutz, 1928)	Brasil	Machado et al. (2005) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
Syn.: <i>Diplostomum</i> (A.) <i>compactum</i> Lutz, 1928		
<i>Diplostomum</i> sp. 1	Brasil	Pavanelli et al. (2004) Takemoto et al. (2009)
<i>Diplostomum</i> sp. 2	Brasil	Presente estudo
<i>Tylodelphys</i> sp. 1	Brasil	Almeida (1998)
Syn.: <i>Diplostomum</i> (<i>Tylodelphys</i>) sp. 1		Takemoto et al. (2009) Presente estudo
<i>Tylodelphys</i> sp. 2	Brasil	Almeida (1998)
Syn.: <i>Diplostomum</i> (<i>Tylodelphys</i>) sp. 2		Takemoto et al. (2009)
<i>Tylodelphys destructor</i> Szidat e Nani, 1951	Brasil	Presente estudo
<i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i> Inchausty e Heckmann, 2001	Brasil Bolívia	Inchausty e Heckmann (2001) Presente estudo
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i> Dubois, 1936	Brasil Bolívia	Inchausty e Heckmann (2001) Pavanelli et al. (2004) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
<i>Sphincterodiplostomum</i> sp.	Brasil	Almeida (1998)

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
Família Fastulidae		
<i>Pseudosellacotyle lutzi</i> (Freitas, 1941) <i>Syn.: Sellacotyle lutzi</i> Freitas, 1941	Brasil	Freitas (1941) Kohn et al. (1985) Kohn & Fernandes (1987) Almeida (1998) Fernandes & Kohn (2001) Pavanelli et al. (2004) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
Família Gorgoderidae		
<i>Dendrorchis</i> sp.	Brasil	Weiblen e Brandão (1992)
<i>Phyllodistomum</i> sp.	Brasil	Presente estudo
Classe Cestoda		
Família Proteocephalidae		
<i>Nomimoscolex matogrossensis</i> (Rego e Pavanelli, 1990)	Brasil Paraguai	Chambrier et al. (1996) Rego e Pavanelli (1990) Almeida (1998)
<i>Proteocephalus regoi</i> Chambrier, Scholz e Vaucher, 1996	Paraguai	Chambrier et al. (1996)
Classe Monogenea		
Família Dactylogyridae		
<i>Anacanthorus</i> sp.	Brasil	Presente estudo
<i>Dactylogyrus</i> sp.	Brasil	Presente estudo
<i>Urocleidoides eremitus</i> Kritsky, Thatcher e Boeger, 1986	Argentina Brasil Peru	Kritsky et al. (1986) Iannacone & Luque (1993) Suriano (1997) Presente estudo
<i>Urocleidoides</i> sp. 1	Brasil	Presente estudo
<i>Urocleidoides</i> sp. 2	Brasil	Presente estudo
<i>Urocleidoides</i> sp. 3	Brasil	Presente estudo
<i>Urocleidoides</i> sp. 4	Brasil	Presente estudo
Família Gyrodactylidae		
<i>Gyrodactylus trairae</i> Boeger e Popazoglo, 1995	Brasil	Boeger & Popazoglo (1995) Presente estudo
FILO NEMATODA		
Família Anisakidae		
<i>Contraecum</i> Tipo I Moravec, Kohn e Fernandes, 1993	Brasil	Moravec et al. (1983a)
<i>Contraecum</i> Tipo II Moravec, Kohn e Fernandes, 1993	Brasil	Fábio (1982) Moravec et al. (1993a)

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
<i>Contracaecum</i> spp.	Argentina	Masi Pallarés et al. (1973)
	Brasil	Fábio (1982)
	Colômbia	Vicente et al. (1985)
		Masi Pallarés (1990)
		Almeida (1998)
		Vicente e Pinto (1999)
		Martins et al. (2003)
		Martins et al. (2005)
		Pavanelli et al. (2004)
		Madi & Silva (2005)
		Paraguassú e Luque (2006)
		Olivero-Verbel et al. (2006)
		Pardo et al. (2008)
		Takemoto et al. (2009)
		Presente estudo
<i>Goezia spinulosa</i> (Diesing, 1839) <i>Syn.: Lecanocephalus spinulosus</i> Diesing, 1839	Brasil	Diesing (1839)
		Freitas e Lent (1946)
		Travassos e Kohn (1965)
		Rasheed (1965)
		Santos et al. (1979)
		Thatcher (1981)
		Vicente et al. (1985)
		Costa et al. (1995)
		Almeida (1998)
		Pavanelli et al. (2004)
Takemoto et al. (2009)		
<i>Goezia</i> sp.	Brasil	Presente estudo
Família Ascarididae		
<i>Amplificaecum</i> sp.	Brasil	Kohn e Fernandes (1987)
Filocapsulariinae gen. sp.	Brasil	Moravec (1998)
<i>Porrocaecum</i> sp.	Brasil	Almeida (1998)
		Pavanelli et al. (2004)
		Takemoto et al. (2009)
		Presente estudo
Família Atractidae		
<i>Klossinemella iheringi</i> (Travassos, Artigas e Pereira, 1928)	Brasil	Travassos et al. (1928)
		Costa (1960, 1961)
		Costa et al. (1968)
		Vicente et al. (1985)
		Kohn e Fernandes (1987)
		Moravec e Thatcher (1997b)
Presente estudo		
Família Camallanidae		
<i>Procamallanus (Procamallanus) peraccuratus</i> Pinto, Fabio, Noronha e Rolas, 1976	Brasil	Almeida (1998)
		Pavanelli et al. (2004)
		Takemoto et al. (2009)
		Presente estudo

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Vaz e Pereira, 1934	Argentina	Vaz e Pereira (1934)
	Brasil	Pereira et al. (1936)
		Pinto e Noronha (1976)
		Kohn e Fernandes (1987)
		Kohn et al. (1988c, 1989)
		Rodrigues et al. (1991)
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) iheringi</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Brasil	Ramallo (1997)
Travassos et al. (1928)		
Travassos e Freitas (1948)		
Pinto e Noronha (1976)		
Kohn e Fernandes (1987)		
Pinto et al. (1975)		
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i> (Travassos, Artigas e Pereira, 1928)	Brasil	Kohn e Fernandes (1987)
		Moravec et al. (1993b)
		Fábio (1982)
		Almeida (1998)
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) krameri</i>	Brasil	Takemoto et al. (2009)
		Presente estudo
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) laticonchus</i> Bührnheim, 1976	Brasil	Presente estudo
		Bührnheim (1976)
Família Philometridae		
<i>Philonema</i> sp.C Bührnheim, 1976	Brasil	Vicente et al. (1985)
Família Cystidicolidae		
<i>Cystidicoloides izecksohni</i> (Fabio, 1982)	Brasil	Bührnheim (1976)
<i>Syn.: Heliconema izecksohni</i> Fabio, 1982		Fábio (1982)
Família Capillariidae		
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i> (Travassos, 1927).	Brasil	Moravec et al. (2008)
		Travassos (1927)
<i>Syn.: Capillostrongyloides zederi</i> Freitas & Lent, 1935		Freitas e Lent (1935)
<i>Paracapillaria (Paracapillaria) piscicola</i> (Travassos, Artigas & Pereira, 1928)	Brasil	Travassos et al. (1928)
		Freitas e Lent (1935)
		Mendonça (1963)
		Travassos e Kohn (1965)
		Buhrnheim (1976)
		Kohn e Fernandes (1987)
		Moravec et al. (1992a)
		Almeida (1998)
		Pavanelli et al. (2004)
Takemoto et al. (2009)		
		Presente estudo

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
Família Diectophymatidae		
<i>Eustrongylides ignotus</i> Jägerskiöld, 1909	Brasil	Rego e Eiras (1988) Rego e Vicente (1988a,b) Almeida (1998) Pavanelli et al. (2004) Takemoto et al. (2009) Presente estudo
<i>Eustrongylides</i> sp.	Brasil	Brasil-Sato (2003a) Barros et al. (2007) Martins et al. (2009)
Família Guyanemidae		
<i>Guyanema baudii</i> Petter & Dlouhy, 1985	Brasil Paraguai	Petter e Dlouhy (1985) Presente estudo
Família Quimperiidae		
<i>Paraseuratum soaresi</i> Fabio, 1982	Brasil	Fábio (1982) Presente estudo
<i>Paraseuratum luroris</i> Bührnheim, 1976	Brasil	Bührnheim, 1976
FILO ARTHROPODA		
Sub-Filo Crustacea		
Classe Branchiura		
Família Argulidae		
<i>Argulus carteri</i> Cunningham, 1931	Brasil Paraguai	Cunnington (1931) Yamaguti (1963) Malta (1981) Lemos de Castro (1985) Presente estudo
<i>Argulus spinulosus</i> Silva, 1980	Brasil	Silva (1980) Malta (1981) Lemos de Castro (1985) Thatcher (1991, 2006)
<i>Argulus violaceus</i> Thomsen, 1925	Argentina	Yamaguti (1963)
<i>Dolops bidentata</i> (Bouvier, 1899)	Brasil	Presente estudo
<i>Dolops discoidalis</i> Bouvier, 1899	Argentina Brasil	Moreira (1912) Carvalho (1939) Ringuelet (1943) Yamaguti (1963) Malta (1981)
<i>Dolops geayi</i> (Bouvier, 1897)	Brasil Paraguai Venezuela	Pearse (1920) Cunnington (1931) Yamaguti (1963) Presente estudo
<i>Dolops intermedia</i> Silva, 1978	Brasil	Silva (1978)
<i>Dolops reperta</i> Bouvier, 1899	Brasil Guiana Francesa	Ringuelet (1943) Yamaguti (1963) Presente estudo

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
<i>Dolops striata</i> Bouvier, 1899	Argentina Bolívia Brasil Paraguai	Thiele (1904) Cunnington (1931) Ringuelet (1942) Yamaguti (1963) Weibezahn e Cobo (1964)
<i>Dolops</i> sp. 1	Brasil	Presente estudo
<i>Dolops</i> sp. 2	Brasil	Presente estudo
Classe Copepoda		
Cyclopoida fam. gen. sp.	Brasil	Presente estudo
Família Ergasilidae		
<i>Ergasilus iheringi</i> Tidd, 1942	Brasil	Tidd (1942) Thatcher (2006)
<i>Ergasilus</i> sp.	Brasil	Paraguassú e Luque (2006) Presente estudo
<i>Gamidactylus hoplius</i> Varella e Malta, 1996	Brasil	Varella e Malta (1996) Presente estudo
<i>Gamispatulus schizodontis</i> Thatcher & Boeger, 1984	Brasil	Presente estudo
<i>Vaigamus retrobarbatus</i> Thatcher & Robertson 1984	Brasil	Presente estudo
<i>Miracetyma piraya</i> Malta, 1993	Brasil	Presente estudo
<i>Pindapixara tarira</i> Malta, 1995	Brasil	Malta (1995) Presente estudo
Família Lernaeidae		
<i>Bedsylernaea collaris</i> Thatcher e Williams, 1998	Brasil	Thatcher e Williams (1998)
<i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758	Brasil	Fortes et al. (1998)
<i>Lernaea devastatrix</i> Boxshall, Montú e Schwarzbald, 1997	Brasil	Boxshall et al. (1997)
<i>Taurocherus tarangophilus</i> Paggi, 1976	Argentina Brasil	Paggi (1976) Presente estudo
Classe Malacostraca		
Ordem Isopoda		
Família Cymothoidae		
<i>Braga patagonica</i> Schiödte e Meinert, 1884	Brasil	Szidat e Schubart (1960) Thatcher (2006)
Isopoda fam. gen. sp.	Brasil	Takemoto et al. (2009)
<i>Paracymothoa tholoceps</i> Bowman, 1986	Venezuela	Bowman (1986)
<i>Telotha henselli</i> (Von Martens, 1869)	Não especifica do	Von Martens (1869) Thatcher (2006)
Classe Pentastomida		
Família Sebekidae		
<i>Leiperia gracile</i> Heymons e Vitzthm, 1935	Brasil	Rego e Eiras (1989)
<i>Syn.: Pentastoma gracile</i> Diesing, 1835		
<i>Sebekia oxycephala</i> Sambon, 1922	Brasil	Takemoto et al. (2009) Presente estudo
Sebekidae gen. sp.	Brasil	Presente estudo

Tabela 4. Continuação...

Parasita	País	Referência
FILO ANNELIDA		
Classe Hirudinomorpha		
Ordem Hirudinea		
Família Glossiphoniidae		
Glossiphoniidae gen. sp.	Brasil	Paraguassú e Luque (2006) Presente estudo
Família Piscicolidae		
<i>Myzobdella platensis</i> (Cordero, 1933)	Argentina Brasil Uruguai	Cordero (1933) Ringuelet (1968) Volonterio et al. (2004) Presente estudo
FILO MYXOZOA		
Classe Myxosporea		
Ordem Bivalvulida		
Família Myxobolidae		
<i>Henneguya malabarica</i> Azevedo & Matos (1996a)	Brasil	Azevedo e Matos (1996a) Presente estudo
<i>Myxobollus</i> sp. 1	Brasil	Presente estudo
<i>Myxobollus</i> sp. 2	Brasil	Presente estudo
Família Tetrauronematidae		
<i>Tetrauronema desaequalis</i> Azevedo & Matos (1996b)	Brasil	Azevedo e Matos (1996b)

3.2 Diversidade de Espécies nas Comunidades Parasitárias de *Hoplias malabaricus*

O número de espécies (riqueza) e de espécimes (abundância total) de metazoários encontrados por população de *H. malabaricus* examinada não apresentou relação de dependência com o esforço de coleta (Figuras 6 A e 7 A). O mesmo foi constatado em função do comprimento médio dos espécimes em cada população hospedeira (Figuras 6 B e 7 B). Assim, é pouco provável que estas variáveis resultem em artefatos nas demais análises realizadas neste trabalho.

A Figura 8 evidencia a relação entre a abundância relativa e o número de espécies de metazoários coletados nas diferentes regiões hidrográficas analisadas. A região hidrográfica que apresentou maior diversidade dos metazoários parasitos de *H. malabaricus* foi a do Paraguai (rios Juba e Cuiabá), seguida pelas regiões do Paraná (rios Machado, Jaguari-Mirim e Paraná), Tocantins-Araguaia (rios Cristalino e Araguaia), e por fim, com a menor diversidade, a região hidrográfica do Atlântico-Sudeste (rio Guandu, apenas).

Na Tabela 5 encontram-se os descritores de diversidade das comunidades componentes de metazoários parasitos das populações de *H. malabaricus*. A riqueza máxima observada foi de 40 espécies de metazoários parasitando a população de *H. malabaricus* do rio Cuiabá. Sequencialmente, as riquezas parasitárias diminuíram na população hospedeira do rio Guandu (25 espécies associadas), rio Paraná (24), rio Jaguari-Mirim (22), rio Cristalino (21), rio Araguaia (17), rio Machado (16) e por fim foi menor na população hospedeira do rio Juba (15).

As metacercárias dominaram a comunidade componente nas populações hospedeiras de cinco dos oito rios estudados, sendo eles os rios Cristalino, Guandu, Paraná, Cuiabá e Jaguari-Mirim. As populações de *H. malabaricus* dos três primeiros rios apresentaram *S. borjanensis* como espécie dominante. Já nos dois últimos, apresentaram *T. destructor* e *Thyllodelphys* sp. 1, como espécies dominantes, respectivamente. Duas espécies de nematóides em fase larval, *Contraecaecum* spp. e *Porrocaecum* sp. dominaram as comunidades componentes de *H. malabaricus* dos rios Araguaia e Machado, respectivamente. Os copépodes de *P. tarira* dominaram a comunidade componente na população hospedeira do rio Juba (Tabela 5).

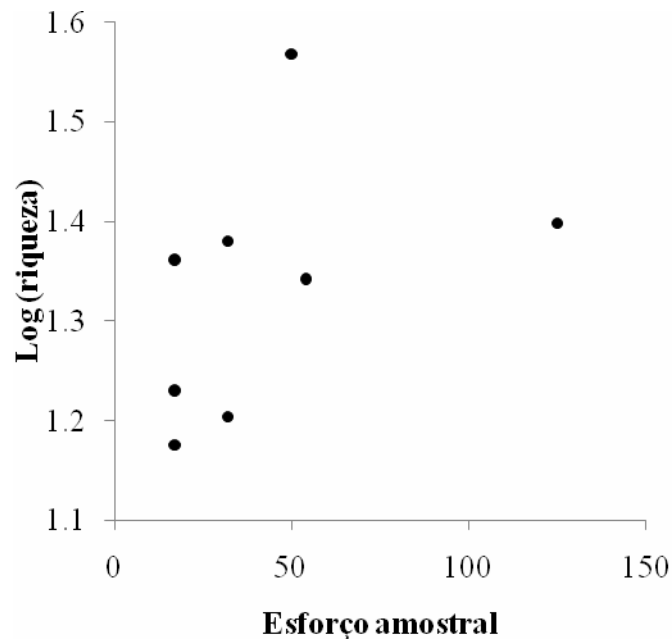
A maior dominância na comunidade componente por uma espécie mais abundante foi registrada na população de traíras do rio Jaguari-Mirim, seguida dos rios Cristalino, Guandu, Machado, Paraná, Juba, Araguaia, e por fim do rio Cuiabá, onde a dominância por uma única espécie foi menor e a diversidade foi maior (Tabela 5). Nos hospedeiros deste rio, destacaram-se como espécies dominantes as metacercárias de *T. destructor*, representada por 3986 espécimes e de *Thyllodelphys* sp. 1, com 3732 espécimes. Juntas, estas espécies foram responsáveis por 49% da abundância total dos metazoários da amostra do rio Cuiabá (Tabela 5 e Figura 8).

Na Figura 9 são apresentados de forma comparativa os descritores de riqueza, abundância e a diversidade parasitária entre as comunidades componentes das populações hospedeiras analisadas. Já na Figura 10 são apresentados de forma comparativa os descritores médios de riqueza, abundância e a diversidade parasitária entre as infracomunidades das populações hospedeiras analisadas.

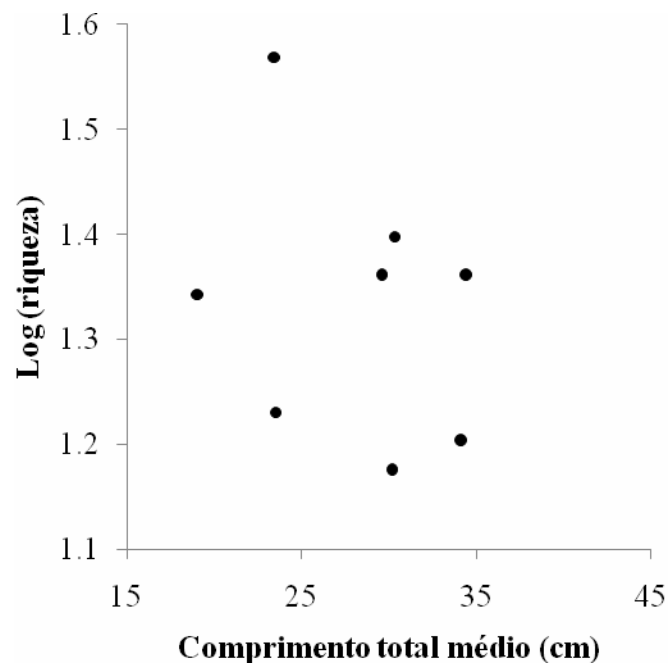
Todos os descritores de diversidade (riqueza, abundância e diversidade) apresentam os valores mais elevados na população de *H. malabaricus* do rio Cuiabá (Figura 9). Neste rio o padrão observado foi mantido para as análises que consideraram as infracomunidades parasitárias (Figura 10).

Por outro lado, a comunidade componente do rio Guandu apresentou-se como a segunda de maior riqueza e abundância parasitária dentre as comunidades componentes

analisadas, mas os valores de diversidade só foram maiores do que na comunidade parasitária de *H. malabaricus* do rio Jaguari-Mirim (Figura 9). Quando as infracomunidades foram analisadas, este padrão foi rompido, sendo que para a população hospedeira do rio Guandu foram obtidos os menores valores de riqueza parasitária, com valores de abundância mais elevados do que os observados nas comunidades dos rios Juba e Machado, e valores de uniformidade superiores ao observado nos hospedeiros do rio Machado (Figura 10).



A



B

Figura 6. Relação da riqueza de espécies parasitas em função do esforço amostral (A) e do comprimento total médio (B) de espécimes de *Hoplias malabaricus* coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008, nos rios Cristalino, Araguaia, Juba, Cuiabá, Machado, Jaguari-Mirim, Paraná e Guandu, Brasil. Resultado do teste estatístico em A: ; em B: $r = -0,297$; $F_{0,579} = 0,476$.

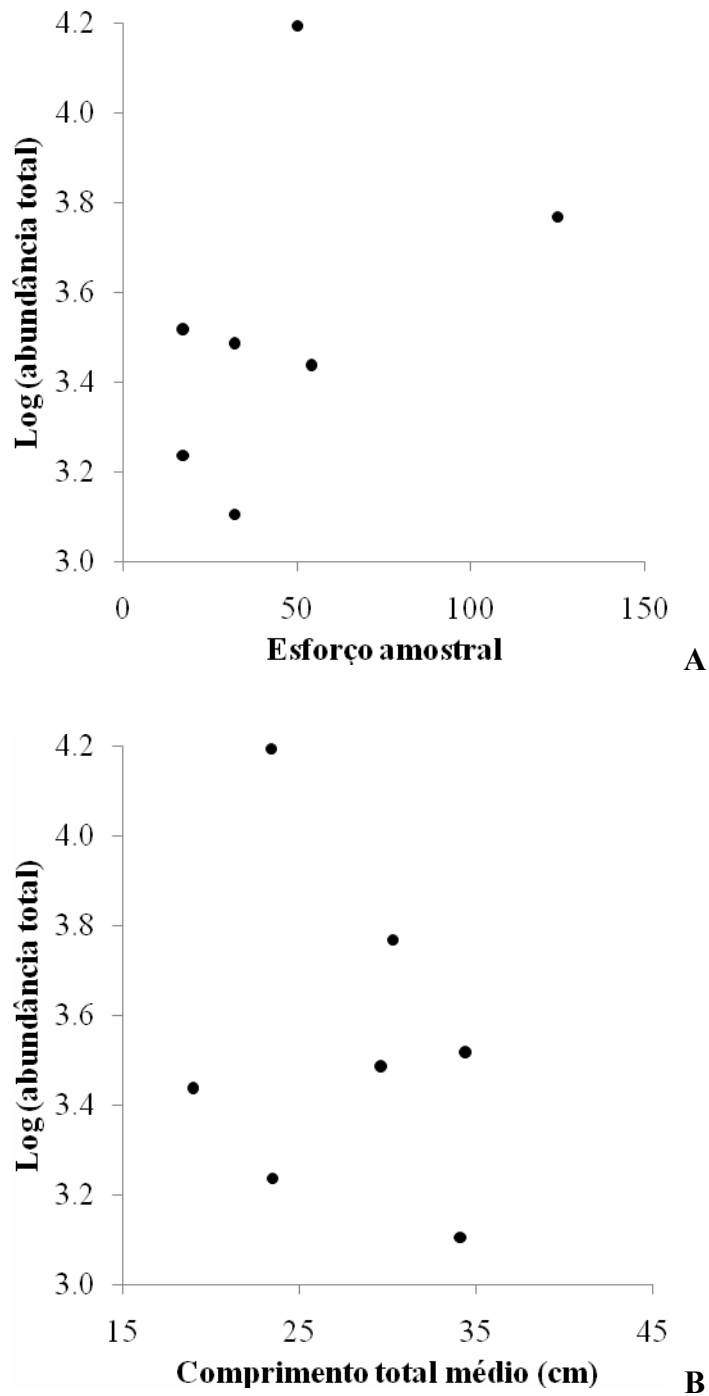


Figura 7. Relação da abundância total de espécies parasitas em função do esforço amostral (A) e do comprimento total médio (B) de espécimes de *Hoplias malabaricus* coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008, nos rios Cristalino, Araguaia, Juba, Cuiabá, Machado, Jaguari-Mirim, Paraná e Guandu, Brasil. Resultado do teste estatístico em A: $r = 0,518$; $F_{2,200} = 0,189$; em B: $r = -0,286$; $F_{0,536} = 0,492$.

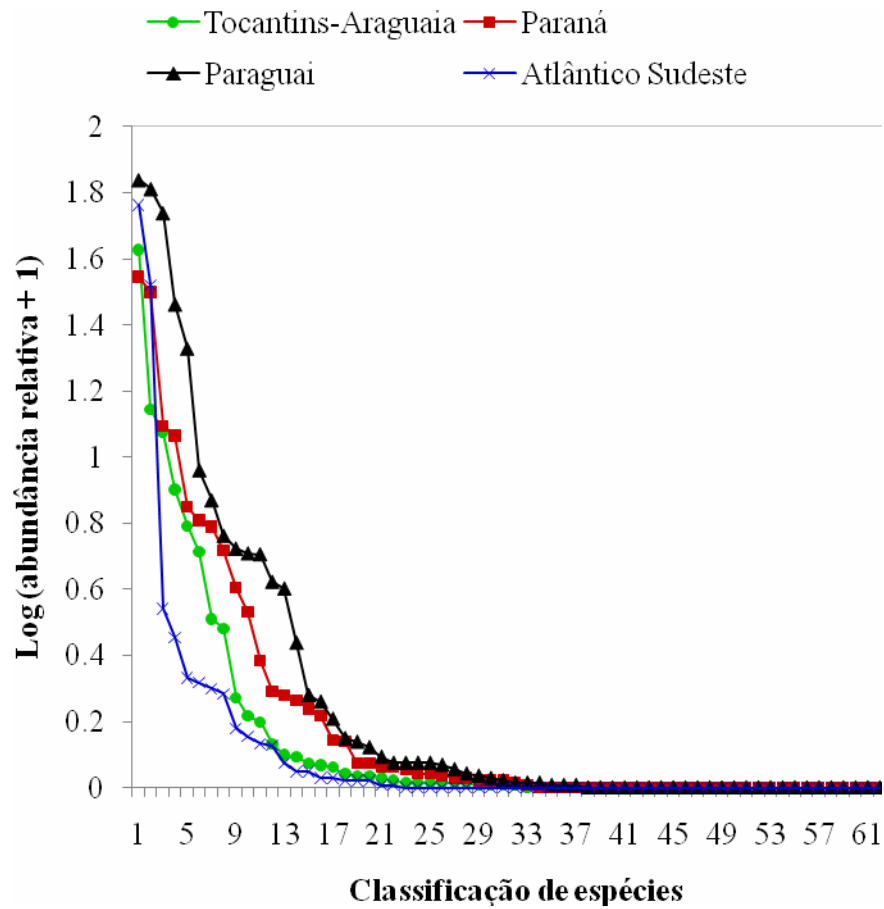


Figura 8. Curva de importância de espécies pela classificação das espécies mais abundantes às raras em função da abundância dos metazoários parasitos de espécimes de *Hoplias malabaricus* coletados entre maio de 2006 e dezembro de 2008 em quatro regiões hidrográficas brasileiras.

Tabela 5. Descritores de diversidade das comunidades de metazoários parasitos de populações de *Hoplias malabaricus* amostradas entre maio de 2006 e dezembro de 2008 em oito rios brasileiros (N = número de peixes analisados; *d* = índice de dominância de Berger-Parker; *H* = índice de diversidade de Brillouin).

	N	Riqueza	Abundância total	<i>d</i>	<i>H</i>	Espécie dominante na amostra
Cristalino	17	21	3296	0,60	1,362	<i>S. borjanensis</i>
Araguaia	17	18	1728	0,27	1,645	<i>Contraecaecum</i> spp.
Juba	17	15	723	0,34	1,402	<i>P. tarira</i>
Cuiabá	50	40	15615	0,26	2,043	<i>Tylodelphys destructor</i>
Machado	32	16	1277	0,44	1,302	<i>Porrocaecum</i> sp.
Jaguari-Mirim	54	22	2742	0,64	1,125	<i>Thylodelphys</i> sp.1
Paraná	32	24	3065	0,39	1,767	<i>S. borjanensis</i>
Guandu	125	25	5869	0,57	1,161	<i>S. borjanensis</i>

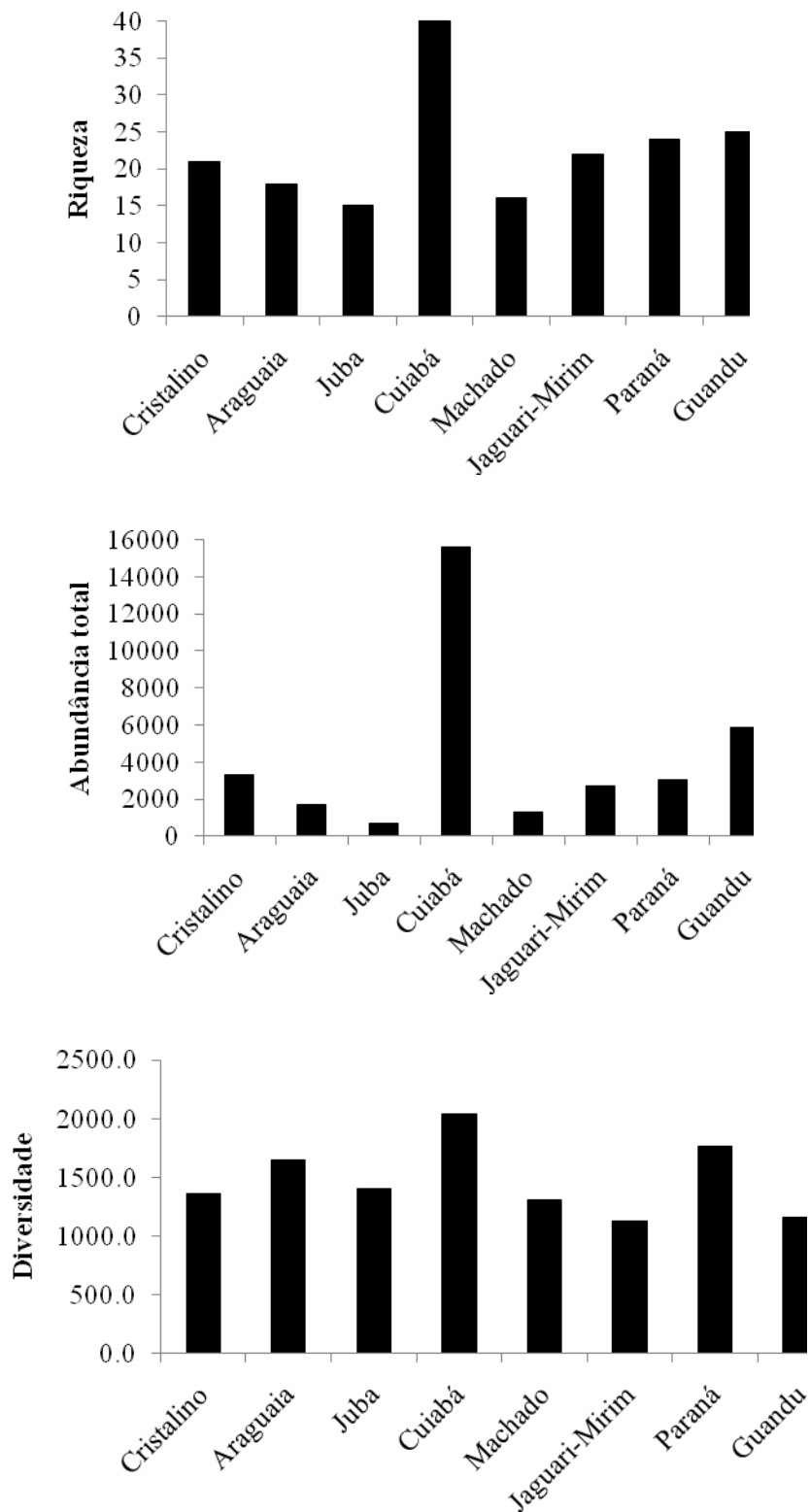


Figura 9. Descritores de diversidade da comunidade componente de metazoários parasitos de espécimes de *H. malabaricus* coletados em oito rios brasileiros entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

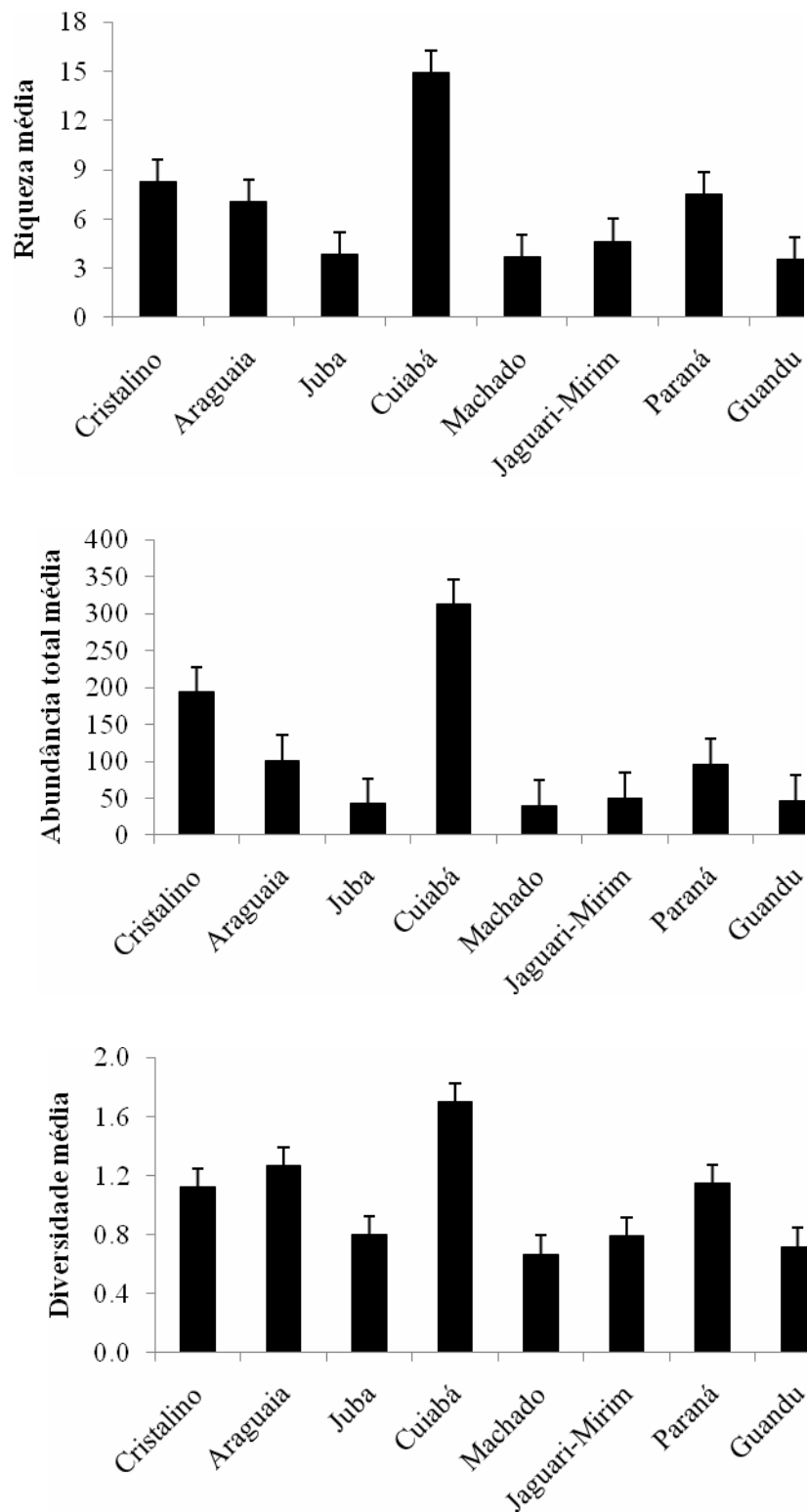


Figura 10. Descritores médios de diversidade da infracomunidade de metazoários parasitos de espécimes de *H. malabaricus* coletados em oito rios brasileiros entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

4 DISCUSSÃO

4.1 Comentários Sobre a Identificação e Taxonomia dos Parasitos

Dentre os monogenéticos, todos os espécimes de *Anacanthorus* sp., tanto aqueles presentes nas brânquias como na bexiga natatória, apresentaram o órgão copulador masculino fracamente esclerotizado, o que impossibilitou a visualização e o estudo detalhado desta importante estrutura diagnóstica. Provavelmente estes dois sítios de infecção encontravam-se parasitados pela mesma espécie, devido à semelhança morfológica entre elas, mas a determinação específica foi inviabilizada.

Em relação aos trematódeos adultos, *Phyllodistomum* sp. não foi determinada e tampouco reconhecida como uma nova espécie. As principais características diagnósticas deste grupo são a posição das glândulas vitelínicas em relação ao ovário, a forma do corpo posterior e a distribuição dos giros uterinos, além do tamanho do corpo, dos testículos e a proporção entre as ventosas. Nas espécies deste gênero, o tamanho dos ovos, a proporção das ventosas e a forma do corpo são severamente afetadas por artefatos de técnicas de fixação, e estas estruturas podem apresentar variações consideráveis. A complexidade morfológica dos gorgoderídeos é bastante expressiva, sendo que estudos de variações intraespecífica em espécimes adultos já as consideraram como possíveis evidências de especiação neste grupo (MAGUZA, 1972 *apud* BRAY; BLAIR, 2008). Para a região Neotropical encontram-se registradas sete espécies nominais de *Phyllodistomum* Braum, 1899, sendo *P. mugilis* Knoff e Amato, 1992, *P. ruschii* Travassos, Freitas e Mendonça, *P. sampaioi* Travassos, Kohn e Motta, 1963, *P. spatula* (Fernandes, 1984), *P. mayesi* Brooks e MacDonald, 1986 e *P. rhamdiae* Amato e Amato, 1993. Destas espécies, apenas as três últimas apresentam um par de glândulas vitelínicas pós-ovarianas. Nas Américas, outras espécies que apresentam esta característica são *P. lacustris* (Loewen, 1929) e *P. centropomi* Mendoza-Garfias e Pérez-Ponce de León, 2005, registradas parasitando peixes no México.

Foram coletados 146 espécimes de *Phyllodistomum* sp. encontrados parasitando a bexiga urinária de *H. malabaricus* dos rios Guandu (RJ; n = 3), Cuiabá (MT; n = 3) e Paraná (MS-PR; n = 140). No rio Guandu os três espécimes coletados eram adultos maduros. No rio Cuiabá, apenas um espécime maduro foi coletado. Já no rio Paraná, três espécimes eram adultos maduros e 137 eram adultos imaturos. Os espécimes processados pelo método regressivo de coloração com Carmim e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá apresentaram as seguintes características diagnósticas (n = 10 adultos; 6 maduros e 4 imaturos): corpo anterior estreito, corpo posterior largo, foliáceo, com margem lisa ou levemente enrugada. Corpo total, 1208,52–5392,92 x 504,98–1780,31. Ventosa oral subterminal, alongada, 182,09–460,76 x 107,36–279,37. Ventosa ventral proeminente, 126,24–303,07 x 107,36–279,37. Proporção entre as ventosas, 1: 0,81–0,82. Esôfago, 104,92–263,43 de comprimento. Bifurcação cecal anterior à ventosa ventral. Cecos se estendendo às proximidades da extremidade posterior do corpo posterior. Testículos ovais, ligeiramente oblíquos à zona equatorial, 39,19–656,01 x 22,71–431,77. Vesícula seminal sacular, preacetabular, 105,86–272,79. Poro genital a 1/3 da bifurcação dos cecos à ventosa ventral. Ovário pretesticular, lobado, sinistro em 7 espécimes e destro em 3. Glândula de Mehlis e canal de Laurer não observados. Glândula vitelínica pareada, lobada, com início ao lado do ovário e estendendo-se até o início dos testículos. Útero extenso, atingindo a parte interna dos cecos no corpo posterior, nunca estendendo-se na região extracecal. Primeiro giro uterino após a ventosa ventral. Ovos arredondados, 17,42–28,60 x 17,80–25,67.

Phyllodistomum sp. difere de todas as outras espécies registradas para as Américas e que apresentam par de glândulas vitelínicas pós-ovarianas por ser a única espécie em que os giros uterinos nunca ultrapassam para a região extracecal, tanto lateral quanto posteriormente. No entanto, considerando a alta variabilidade morfológica do grupo, que apenas seis espécimes maduros (i.e. com ovos no interior do útero) foram constatados, e que mesmo entre eles verificou-se variação no tamanho do corpo, no aspecto da margem do corpo posterior e no tamanho e na forma dos testículos, além da disposição destal e sinistral dos ovários, optou-se por manter a espécie indeterminada.

Outra espécie dentre os digenéticos adultos, *Thometrema* cf. *overstreeti* (Brooks, Mayes e Thorson, 1979), necessita de confirmação por apresentar algumas diferenças morfológicas na genitália terminal, considerada a principal estrutura diagnóstica da espécie. Ela foi originalmente descrita por Brooks et al. (1979) como *Paravitellotrema overstreeti* por possuir vitelárias lobadas, órgão do sino pequeno e alongado, saco do sino envolto por uma delicada membrana e um metermo que se une ao ducto hermafrodita imediatamente antes da vesícula prostática. A espécie de derogenídeo descrita para *H. malabaricus* do Brasil é *Genarchella lenti* Fábio (1984). Mas durante uma revisão dos derogenídeos brasileiros, Kohn & Fernandes (1988) revisaram os espécimes descritos por Fábio (1984) e constataram que a morfologia de *G. lenti* era incompatível com sua descrição, propondo que esta espécie fosse sinonimizada à espécie descrita por Brooks, Mayes e Thorson (1979). No mesmo trabalho, as autoras propuseram *Halipegus overstreeti* (Brooks, Mayes e Thorson, 1979) como uma nova combinação, seguindo os estudos de Gibson e Bray (1979) que sinonimizaram *Paravitellotrema* e *Genarchella* a *Halipegus* por priorizar a morfologia da genitália terminal em sua classificação.

Neste mesmo ano, Lunaschi (1988) descreveu novas espécies de *Thometrema* Amato, 1968 parasitas de peixes da Argentina, também considerando a classificação de Gibson e Bray (1979) apesar de algumas diferenças morfológicas observadas nas massas vitelínicas, e apontou a existência de um ducto hermafrodita externo ao saco do sino como a principal característica diagnóstica deste gênero, propondo *T. overstreeti* (Brooks, Mayes & Thorson, 1979) como uma nova combinação.

Um pouco mais tarde, Kohn et al. (1990) apresentaram uma nova revisão de Halipeginae de peixes do Brasil e redescobriram *T. overstreeti* de dois novos hospedeiros *Pimelodus maculatus* (Characiformes, Pimelodidae) e *Rhamdia* sp. do estuário de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. No entanto, os espécimes encontrados nestes hospedeiros apresentaram um longo ducto hermafrodita externo ao saco do sino, enquanto que todos os espécimes encontrados em *H. malabaricus* do presente estudo apresentaram um ducto hermafrodita muito mais curto, inviabilizando a premissa de contração deste órgão durante o processamento dos trematódeos. Por outro lado, as espécies descritas por Lunaschi (1988) e que apresentam ducto hermafrodita curto são *T. rioplatense* de *Pimelodus* spp. e *Astyanax* spp. e *T. bonariensis* de *Cichlasoma facetum*, mas o ceco da primeira delas é muito mais longo do que nos espécimes de *T. cf. overstreeti* observados neste estudo, e totalmente estendido na segunda delas. Por esta razão, os espécimes de Derogenidae encontrados em *H. malabaricus* do rio Cuiabá, estado do Mato Grosso, Brasil foram considerados como *T. cf. overstreeti*.

Das 14 espécies de metacercárias encontradas, sete delas não puderam ser determinadas até o nível de espécie. Os estágios larvais representam um grande obstáculo para a identificação de muitos parasitas por apresentarem morfologia mais simples que os espécimes adultos, além de carecerem de muitas estruturas diagnósticas. Das novas associações ao hospedeiro apresentadas neste trabalho, seis referem-se à metacercárias que foram determinadas apenas até o nível genérico, *Ascocotyle* sp., *Diplostomum* sp. 2, *Tylodelphys* sp.1., *Alaria* sp., *Cotylurus* sp. e *Posthodiplostomum* sp. Destas espécies, as três

últimas podem representar associações acidentais à *H. malabaricus*, uma vez que foram observadas dentro do estômago das traíras, um sítio de infecção não usual para estas metacercárias, e sempre na presença da presa em início de digestão, neste caso *Geophagus brasiliensis*. Além disso, a distribuição destes parasitos foi restrita ao rio Guandu, RJ, onde *G. brasiliensis* foi a presa observada com maior frequência no estômago de *H. malabaricus*. Neste mesmo rio, *Gymnotus* sp., Characiforme e Siluriforme não identificados também foram observadas como presas, porém em menor frequência. Nos demais rios, foram constatados espécimes de *Hyphessobrycon eques* (Steindachner, 1882), *Astyanax* sp., Siluriforme não identificado e camarão no rio Paraná, *Astyanax bimaculatus* no rio Jaguari-Mirim, *Pimelodus* sp. no rio Machado, Characiformes não identificados nos rios Cuiabá e Juba e Siluriforme não identificado no rio Cristalino. No rio Araguaia não foram encontradas presas no estômago das traíras analisadas.

As metacercárias de *Clinostomum* cf. *complanatum* (Rudolphi, 1814) foram determinadas com ressalvas. Trematódeos adultos da família Clinostomidae Lühe, 1901 parasitam principalmente aves piscívoras, répteis e anfíbios (KANEV et al., 2002). Os peixes são considerados o segundo hospedeiro intermediário no ciclo de vida deste táxon. Metacercárias de *C. complanatum* foram registradas em diferentes espécies de peixes e em diferentes países (DIAS et al., 2006; VIANNA et al., 2005; SALGADO-MALDONADO et al., 2004; SCHOLZ et al., 1995; YAMAGUTI, 1971), sendo considerada uma espécie cosmopolita (UKOLI, 1966) e até como a única espécie que deveria ser reconhecida como válida (FEIZULLAEV; MIRZOEVA, 1983). No entanto, o gênero *Clinostomum* apresenta uma história taxonômica bastante confusa, pois muitas espécies foram inadequadamente descritas por terem sido baseadas em metacercárias e até cercárias, ou por desconsiderar as espécies descritas anteriormente (MATTHEWS; CRIBB, 1998). Assim, considerando que novas espécies deste gênero foram descritas a partir de espécimes adultos e maduros coletados em aves piscívoras da Austrália e que o advento da biologia molecular poderá elucidar ainda mais estas questões, consideramos a metacercária como *C. cf. complanatum*.

Em relação aos nematóides, *Klossinemella* cf. *iheringi* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) não pode ser confirmada, pois espécimes machos não foram encontrados e a determinação baseou-se em apenas três fêmeas. No entanto, por ser a única espécie deste gênero registrada em peixes Neotropicais, por já ter sido registrada em *H. malabaricus* e por ter sido encontrada no mesmo sítio de infecção, a espécie foi considerada como *K. cf. iheringi*.

Três larvas de nematóides foram determinadas genericamente, os Anisakidae *Contraecaecum* spp. e *Goezia* sp., e o Ascarididae *Porrocaecum* sp. As larvas de anisquídeos representam um dos casos mais complexos de identificação, devido às limitações de suas características morfológicas (OLSON et al., 1983; FAGERHOLM, 1988; DICK et al., 1991). Segundo Moravec (1998), a determinação destas larvas torna-se impossível sem que estudos de infecções experimentais sejam conduzidos, e mesmo as chaves taxonômicas existentes podem representar determinações não reais, pois a morfologia das larvas é altamente variável, inclusive para uma mesma espécie. As larvas de *Contraecaecum* spp. observadas encontravam-se no segundo e terceiro estágio larvais e foram considerados um complexo de espécies que pode ser constituído por uma ou muitas espécies nas diferentes localidades de coleta. As larvas de *Goezia* sp. estavam no quarto estágio larval e suas características morfológicas inviabilizaram a determinação específica. Apesar do registro anterior de *G. spinulosa* (Diesing, 1839) no estômago de *H. malabaricus*, ele é considerado incerto por Moravec (1998).

O pentastomídeo da família Sebekidae foi encontrado entre as membranas da bexiga natatória e houve dificuldade em realizar a sua determinação taxonômica devido à escassez de literatura específica para a identificação de larvas deste táxon. Mas há registros de larvas de

Subtriquetra spp. livres no interior da bexiga natatória de peixes continentais no Brasil e na África (LUUS-POWELL et al., 2008).

Poucos exemplares do hirudíneo da família Glossiphonidae foram encontrados e o gênero não correspondeu a nenhum dos dois conhecidos para este táxon. A escassez de espécimes representativos também foi limitante para o diagnóstico de três espécies de crustáceos parasitos de *H. malabaricus* no presente estudo, *Ergasilus* sp., *Dolops* sp. 1 e *Dolops* sp. 2. Já os espécimes de *Gamidactylus* cf. *hoplius* Varella & Malta, 1996 apresentaram retroestíletes muito maiores do que descrito originalmente. Por outro lado, um copépode de pequenas dimensões foi observado no interior da bexiga urinária de *H. malabaricus* apenas do rio Cristalino. Pelas características do tórax e antenas foi reconhecido como Cyclopoida fam. gen. sp. No entanto, por ser muito pequeno, seu aparelho bucal não pode ser detalhadamente observado. Os espécimes de *Myxobolus* sp. 1 e 2 não foram identificados uma vez que todos os peixes analisados estavam congelados e estudos adicionais não puderam ser conduzidos.

4.2 Composição, Estrutura e Diversidade de Comunidades Parasitárias

Este estudo revelou que a parasitofauna de *H. malabaricus* é mais diversa do que se pensava anteriormente, sendo registrados 25 novas associações parasitárias ao hospedeiro. As espécies registradas no presente estudo representaram 48% do total de associações compiladas anteriormente para *Hoplias malabaricus*.

Sustentado pelos 25 novos registros, um aumento no número de espécies parasitas associadas à *H. malabaricus* permitiu que esta espécie hospedeira passasse a ser considerada como aquela com o maior número de associações parasitárias dentre os peixes dulcícolas e marinhos da região Neotropical, totalizando 100 registros. Antes da apresentação dos resultados desta pesquisa, este status era atribuído à *A. fasciatus* e o segundo lugar à *C. urophthalmus*, que atualmente apresentam registros de 88 e 83 associações parasitárias, respectivamente (LUQUE; POULIN, 2007; RAZO-MENDIVIL et al., 2008; SALGADO-MALDONADO; NOVELO-TURCOTTE, 2009; MENDOZA-FRANCO et al., 2009).

No trabalho realizado por Luque e Poulin (2007), foi apresentado um ranking das espécies de peixes Neotropicais com o maior número de associações parasitárias, no entanto, estes autores não contabilizaram os registros das associações por espécies do táxon Myxozoa. No presente trabalho, mesmo desconsiderando-se as associações das espécies deste táxon a parasitofauna de *H. malabaricus*, ainda permanecem 96 registros, mantendo a posição de espécie continental Neotropical com maior riqueza parasitária. A posição de *H. malabaricus* é ajustada para o segundo lugar se forem excluídas, além das espécies de Myxozoa, as associações consideradas raras e acidentais, totalizando 87 associações parasitárias.

Hoplias malabaricus é considerada uma espécie carnívora, predadora de peixes pequenos ou de tamanho equiparável ao seu (COGNATO et al., 2007), havendo também registro de predação sobre uma espécie de cecília (Amphibia, Gymnophiona, Typhlonectinae) (GAZOLA-SILA et al, 2007). Assim, esperava-se que a parasitofauna de *H. malabaricus* fosse composta principalmente por adultos. No entanto, observou-se que ela é constituída especialmente por metazoários endoparasitos, representados em maior riqueza e abundância por espécies em estágio larval, principalmente metacercárias.

Luque e Poulin (2004) observaram que as espécies de peixes classificadas como predadoras abrigam maior diversidade e abundância de helmintos em fase larval do que peixes herbívoros ou planctívoros. Estes autores apontaram os fatores históricos, e não apenas os ecológicos, como os principais promotores do equilíbrio da riqueza de espécies parasitas no hospedeiro e explicaram que o requerimento de algumas espécies de peixes como

hospedeiros intermediários no ciclo de vida dos helmintos não ocorre de aleatoriamente em um ecossistema (POULIN; VALTONEN, 2001; LUQUE; POULIN, 2004). Deste modo, o registro de maior riqueza e abundância parasitária das metacercárias de *S. borjanensis* e *Tylodelphys* spp. em *H. malabaricus* evidenciam a posição intermediária deste hospedeiro no ciclo de vida destas espécies e sugere que a traíra seja um importante item na dieta de aves piscívoras nos ecossistemas estudados. Adultos de *S. borjanensis* são desconhecidos, mas Lunaschi e Drago (2006) registraram adultos de *S. musculosum* no intestino de *Ardea alba* (Ardeidae) na Argentina. Neste mesmo país, Szidat (1969) observou metacercárias de *S. musculosum* na cavidade ocular de diferentes espécimes de *H. malabaricus*. Do mesmo modo, também na Argentina, existem registros de adultos de *Tylodelphys adulta* Lunaschi e Drago, 2004 no intestino de *Podiceps major* (Podicipedidae). Em um estudo realizado com 22 espécies predadoras piscívoras tropicais foi constatada a predação sobre espécimes adultos de *H. malabaricus*, com cerca de 20-30 cm de comprimento corporal, por *Ardea* spp. (Willard, 1985). No Brasil, apenas ariranhas *Pteronura brasiliensis* (Carnivora, Mustelidae) foram registradas como predadoras de *H. malabaricus* na Amazônia Central (CABRAL, et al., 2010). Para este mamífero há registro do parasitismo por *Alaria* spp., *Diplostomum alarioides* Dubois, 1937 e por 9 espécies de nematóides (veja VIEIRA et al., 2008).

A diversidade parasitária de *H. malabaricus* variou quanto à composição e estrutura entre as comunidades analisadas. Por análise gráfica, a região hidrográfica com população hospedeira de maior diversidade foi a do rio Paraguai, seguida do Paraná, Tocantins-Araguaia e Atlântico-Sudeste. O rio que apresentou a população hospedeira com maior diversidade em termos de riqueza, abundância e uniformidade foi o Cuiabá, inserido na região hidrográfica do Paraguai, na área do Pantanal. O Pantanal está situado em uma região de baixo relevo que atua como um gigantesco concentrador de nutrientes. É considerada a maior área alagada do planeta, sendo periodicamente inundada pelos rios Paraguai e seus tributários, além de sofrer influência hidrogeoquímica das águas de precipitação e subterrâneas. Esta região mantém uma elevada biodiversidade biológica em razão de flutuações quaternárias paleoclimáticas que determinaram a formação de áreas de refúgio (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Considerando-se os locais de coleta de *H. malabaricus* deste estudo, o parasitismo de *H. malabaricus* já havia sido avaliado nos rios Guandu e Paraná, e em uma lagoa que mantém contato permanente com o rio Jaguari-Mirim através de várzeas (BOEGER; POPAZOGLO, 1995; ALMEIDA, 1998; TAKEMOTO et al., 2009; ROSIM et al., 2005; SARAIVA et al., 2006). Mesmo assim, novas associações ao hospedeiro foram registradas, inclusive nestas localidades, o que pode ser reflexo da atuação de processos associados ao tempo ecológico sobre as infracomunidades parasitárias, como por exemplo as interações intra e inter-específicas e os processos demográficos (POULIN, 2007), ou ainda ao esforço de coleta e determinação taxonômica diferenciados e direcionado além dos táxons de interesse de um grupo de pesquisa.

CAPÍTULO II

**PARASITISMO DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794)
(CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) POR METAZOÁRIOS NO RIO
GUANDU, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, SUDESTE DO BRASIL**

RESUMO

Estudou-se o parasitismo de *Hoplias malabaricus* por metazoários no rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil. Os peixes foram coletados entre maio de 2006 e 2007, ao longo de três períodos sazonais definidos como estiagem I, chuvoso e estiagem II. Foram analisados 125 peixes com comprimento total médio de $30,3 \pm 5,9$ (18,3–46,9cm) e peso total médio de $404,5 \pm 281,8$ (65–1525g), sendo 62 machos e 63 fêmeas. Machos e fêmeas não apresentaram diferenças quanto ao comprimento e ao peso. Na amostra total, foram coletados e processados 5869 metazoários parasitos, pertencentes a 25 espécies distribuídas em cinco taxa, Digenea (9 espécies), Nematoda (7), Monogenea (7), Acanthocephala (1) e Hirudínea (1). Os valores de prevalência e abundância média foram calculados para todas as populações parasitária. Os índices parasitários foram analisados frente aos parâmetros biológicos de sexo e comprimento total das traíras, bem como nos períodos chuvoso e de estiagem. Machos e fêmeas apresentaram-se distintamente parasitados por duas espécies de monogenéticos, com os maiores valores de prevalência e abundância de *Dactylogyrus* sp. e de abundância de *Urocleidoides* sp. 3 constatados nas fêmeas. A comparação do comprimento total dos hospedeiros analisados entre os três períodos de coleta revelou diferenças significativas, sendo que os peixes amostrados na estiagem I foram menores que nos outros dois períodos. Os espécimes menores encontravam-se mais abundantemente infectados e com valores mais altos de prevalência das metacercárias de *Cotylurus* sp. e *Posthodiplostomum* sp., consideradas infecções acidentais. O contrário foi constatado para *Contracaecum* spp. e *Myzobdella platensis*, que atingiram valores mais altos nos peixes maiores. Nos períodos de chuva e estiagem II foram registrados os maiores valores de prevalência e abundância de *M. platensis*, mas nestes períodos também foram coletados os hospedeiros de maior comprimento. *Urocleidoides* sp. 4. foi mais prevalente em peixes maiores. O mesmo foi constatado com a abundância de *U. eremitus*, que além disso foi menos prevalente e abundante apenas na estiagem II. As prevalências de *Clinostomum cf. complanatum* e *Posthodiplostomum* sp. também atingiram os valores mais altos durante a estiagem I. A análise discriminante canônica revelou que o período de coleta foi uma variável de agrupamento de baixo valor preditivo na discriminação das comunidades parasitárias de *H. malabaricus* do rio Guandu.

ABSTRACT

We studied the parasitism by metazoan of *Hoplias malabaricus* from Guandu River, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. Fish were collected between May 2006 and May 2007, over three seasonal periods defined as dry I, rainy and dry II. We analyzed 125 fish with total length of 30.3 ± 5.9 (18.3-46.9 cm) and mean total weight of 404.5 ± 281.8 (65-1525g), being 62 males and 63 females. Males and females did not differ in length and weight. In the total sample, were collected and processed 5869 metazoan parasites, belonging to 25 species and five groups, Digenea (9 species), Nematoda (7), Monogenea (7), Acanthocephala (1) and Hirudinea (1). Values of prevalence and mean abundance were calculated for all populations of parasites. The parasite indexes were analyzed in the face of biological parameters of sex and total length of fish, and in the rainy and dry seasons. Males and females were distinctly parasitized by two species of monogeneans, with the highest prevalence and abundance of *Dactylogyrus* sp. and just abundance of *Urocleidoides* sp. 3 observed in females. The comparison of the total length of the hosts examined among the three sampling times revealed significant differences, with fishes sampled during the dry I period being smaller than in the other two periods. Smaller specimens were most abundantly infected and with higher values of prevalence of metacercariae of *Cotylurus* sp. and *Posthodiplostomum* sp., pointed as accidental infections. The opposite was found for *Contracaecum* spp. and *Myzobdella platensis*, which reached higher values in larger fish. In the periods of rainy and dry II were recorded the highest prevalence and abundance of *M. platensis*, but at these seasons were also collected hosts of greater length. *Urocleidoides* sp. 4. was more prevalent in larger fish. The same occurred with the abundance of *U. eremitus*, who also was less prevalent and abundant only during the dry II season. The prevalence of *Clinostomum cf. complanatum* and *Posthodiplostomum* sp. also reached the highest values during the dry I season. Canonical discriminant analysis (MDA) revealed that the collection period was a low predictive group for discrimination of parasite communities of *H. malabaricus* from Guandu River.

1 INTRODUÇÃO

O entendimento de aspectos da ecologia parasitária é algumas vezes impedido por dificuldades de se conduzir pesquisas por longos períodos de tempo (KENNEDY, 2009). Na região Neotropical os trabalhos relativos à variação temporal em parasitos de peixes de água doce, apresentaram duração anual normalmente, e visam o estudo das flutuações da prevalência e abundância de infrapopulações na maioria dos casos, sem considerar a comunidade componente (MACHADO et al., 1995; MARTINS et al., 2002; MORAVEC et al., 2002; JIMÉNES-GARCÍA; VIDAL-MARTINEZ, 2005; SCHALCH; MORAES, 2005; LIZAMA ET AL., 2006).

De acordo com Kennedy (1990), as comunidades de helmintos de peixes de água doce são estocásticas na composição e não equilibradas na dinâmica, assim, pode ser esperado que apresentem grandes e rápidas mudanças em suas características. Alguns estudos de variação temporal de longa duração utilizaram como modelo helmintos intestinais de enguias [*Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)] e demonstraram que as comunidades de helmintos nestes peixes apresentaram modificações na composição das espécies, mas mantiveram-se estáveis na estrutura infracomunitária (Kennedy, 1993; 1997; 2001; Kennedy et al., 1998; Kennedy e Moriarty, 2002; Schabuss et al., 2005). Esta variação na composição das espécies de parasitos que constituem as infracomunidades pode ser determinada por modificações nas condições ambientais e do hábitat, ontogenia e vagilidade do hospedeiro e eventos de colonização por outras espécies de parasitos (Kennedy, 1990).

A diversidade parasitária em *H. malabaricus* é bem estudada, sendo considerada a terceira de maior riqueza com 67 associações registradas (Luque & Poulin, 2007). Apesar disso, os trabalhos que abordaram a estrutura de comunidades parasitárias de uma mesma população de *H. malabaricus* são escassos (Kohn et al., 1985, 1988; Almeida, 1998; Carvalho, 2006; Paraguassú e Luque, 2007), sendo ainda mais raro o estudo sazonal de suas infracomunidades parasitárias, realizado apenas por Weiblen e Brandão (1992). No entanto, estes autores analisaram populações coletadas em diferentes lagos e açudes do município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Esta investigação abrangeu uma única localidade, o rio Guandu, com o objetivo de verificar a ocorrência de variações temporais na composição e na estrutura das assembléias de metazoários parasitos de *H. malabaricus*, bem como analisar a influência do sexo e da idade em sua fauna parasitária.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Uma possível relação do sexo e do crescimento de *H. malabaricus* sobre as características quantitativas das infecções por metazoários foi analisada apenas para a população hospedeira do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, considerando o nível de infracomunidade parasitária. A comparação dos valores de prevalência obtidos para machos e fêmeas de *H. malabaricus* foi realizada pela aplicação do teste *G* de Log-Likelihood, com uso de tabelas de contingência 2 x 2 (ZAR, 1996). Os valores médios de abundância parasitária, previamente transformados em $\log_{10}(x + 1)$, foram comparados entre hospedeiros machos e fêmeas por Análise de Variância. A relação do comprimento total das traíras com a abundância e com a prevalência foi analisada por regressão linear simples, com os dados de abundância previamente transformados em $\log_{10}(x + 1)$ e após transformação angular dos dados de prevalência. A Análise de Variância foi aplicada *a posteriori* para verificar a probabilidade de ausência de associação entre as variáveis ($H_0: r = 0$) (ZAR, 1996).

Neste rio foram realizadas coletas trimestrais dos peixes, de maio de 2006 a maio de 2007. Os meses de coleta foram agrupados em períodos chuvosos (de outubro a abril) e de estiagem pluvial (de maio a setembro) definidos para esta região. Os peixes analisados foram separados em classes de comprimento total. O número e a amplitude das classes de comprimento foram definidas pela fórmula de Sturges (STURGES, 1926; SCOTT, 1992). A comparação do comprimento total dos hospedeiros analisados entre os períodos de coleta foi feita por Análise de Variância com aplicação *a posteriori* do teste *t* de Tukey. Os valores de prevalência foram comparados entre os períodos de coleta pelo uso do teste *G* de Log-Likelihood, e de abundância por Análise de Variância, após transformação dos dados em $\log_{10}(x + 1)$, com aplicação *a posteriori* do teste de Tukey. Os valores de abundância parasitária obtidos nos diferentes períodos de coleta, igualmente transformados, foram classificados utilizando-se o método de estatística multivariada de Análise Discriminante, visando verificar o poder preditivo deste descritor na discriminação de um curto período de tempo (MCGARIGAL et al., 2000).

Foram incluídas nas análises estatísticas as espécies que apresentaram prevalência maior que 10% na amostra total, ou em pelo menos um dos períodos de coleta realizados (BUSH et al., 1997). O nível de significância estatística adotado para todas as análises foi de $\alpha < 0,05$.

3 RESULTADOS

Foram necropsiados 125 espécimes de *H. malabaricus* provenientes do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, coletados trimestralmente entre maio de 2006 e 2007. Na amostra total, foram coletados e processados 5869 metazoários parasitos, pertencentes a 25 espécies distribuídas em cinco taxa, Monogenea (7 espécies), Digenea (9 espécies; 1 estágio adulto e 8 larval), Nematoda (7 espécies; 5 estágio adulto e 2 larval), Acanthocephala (1 espécie; adulto) e Hirudínea (1 espécie). Os valores de prevalência e abundância média obtidos para cada população componente foram apresentados na Tabela 1, apresentada anteriormente no Capítulo I.

Apresentaram prevalência maior que 10% na amostra total as metacercárias de *Cotylurus* sp., *Posthodiplostomum* sp., *Sphincterodiplostomum borjanensis*, os nematóides *Contracaecum* spp., o hirudíneo *Myzobdella platensis* e os monogenéticos *Dactylogyrus* sp., *Urocleidoides eremitus*, *Urocleidoides* sp. 3 e *Urocleidoides* sp. 4. Além das espécies citadas, apresentaram prevalência maior que 10% em ao menos um dos períodos de coleta as metacercárias *Alaria* sp., *Austrodiplostomum compactum*, *Clinostomum complanatum*, *Ithyoclinostomum dimorphum*, o nematóide *Paraseuratum soaresi* e os monogenéticos *Anacanthorus* sp. e *Urocleidoides* sp. 2.

3.1 Parasitismo em Função do Sexo

Do total de peixes analisados, 63 eram fêmeas e 62 eram machos. Os valores médios de peso e comprimento total das fêmeas foram $404,2 \pm 271,6$ (65,0–1110,0 g) e $30,2 \pm 5,9$ (18,3–42,6 cm), respectivamente. Os machos pesaram e mediram em média $404,9 \pm 294,0$ (85,0–1525,0 g) e $30,3 \pm 6,1$ (19,8–46,9 cm). Machos e fêmeas não apresentaram diferenças quanto ao peso ($t=0,013$, $P=0,990$) ou comprimento total ($t=0,129$, $P=0,898$).

A comparação dos valores de prevalência e abundância entre os sexos revelou diferenças significativas para duas espécies de monogenéticos (Tabela 5). A prevalência e a abundância de *Dactylogyrus* sp. apresentaram valores mais altos nas fêmeas. O mesmo foi constatado para a abundância de *Urocleidoides* sp. 3. Assim, o sexo dos hospedeiros pode ter resultado em artefatos nas demais análises do parasitismo de *H. malabaricus* por metazoários no rio Guandu.

3.2 Parasitismo em Função do Comprimento do Hospedeiro

Os peixes capturados no rio Guandu apresentaram comprimento total médio de $30,3 \pm 5,9$ (18,3–46,9cm) e peso total médio de $404,5 \pm 281,8$ (65–1525g) e foram separados em sete classes, cada uma com amplitude de 4 cm de comprimento total. Os valores de prevalência e de abundância média obtidos para cada classe de comprimento total encontram-se na Tabela 6.

Padrões de infecção em função do comprimento total do hospedeiro foram constatados tanto para a prevalência, quanto para a abundância média (Figuras 10 a 18). As prevalências e abundâncias das metacercárias de *Cotylurus* sp. e *Posthodiplostomum* sp. apresentaram associação negativa ao comprimento corporal. Já as prevalências e abundâncias de *Contracaecum* spp. e *M. platensis* apresentaram associação positiva, assim como a

prevalência de *Urocleidoides* sp. 4 e a abundância de *Urocleidoides eremitus*. Por outro lado, a prevalência de *Urocleidoides eremitus*, bem como a prevalência e abundância de *Dactylogyrus* sp., *Urocleidoides* sp. 3 e *S. borjanensis* não apresentaram associação ao comprimento total de *H. malabaricus*.

3.3 Parasitismo em Função do Período de Coleta

As coletas trimestrais de *H. malabaricus* no rio Guandu foram agrupadas em três períodos definidos como estiagem I, chuvoso e estiagem II. Os peixes coletados em maio e agosto de 2006 foram considerados como pertencentes ao período de estiagem I. Aqueles coletados em novembro de 2006 e fevereiro de 2007 foram considerados como pertencentes ao período chuvoso. Já os hospedeiros coletados em maio de 2007 foram agrupados no período de estiagem II. A composição da amostra em cada um dos períodos de coleta do rio Guandu está sintetizada na Tabela 7.

A comparação do comprimento total dos hospedeiros analisados entre os três períodos de coleta revelou diferenças significativas ($F = 10,876$; $P < 0,001$). Os peixes coletados na estiagem I foram, em média, menores do que os peixes coletados nos períodos subsequentes de chuva ($P < 0,001$) e estiagem II ($P = 0,007$). Por outro lado, os peixes coletados durante os períodos chuvoso e de estiagem II apresentaram comprimento total do corpo semelhantes. Assim, o comprimento total das traíras pode ter resultado em artefatos nas análises sazonais do parasitismo de *H. malabaricus* por metazoários no rio Guandu.

A prevalência (Tabela 8) e a abundância (Tabela 9) de algumas espécies de metazoários parasitos de *H. malabaricus* variaram em relação aos períodos de coleta no rio Guandu. Foram constatadas variações sazonais nos valores de prevalência e abundância do hirudíneo *M. platensis* e do monogenético *U. eremitus*. Apenas os valores de prevalência das metacercárias de *C. cf. complanatum* e *Posthodiplostomum* sp. variaram nos períodos de coleta, com os maiores valores registrados no período de estiagem I. Por outro lado, tanto os valores de prevalência como de abundância de *M. platensis* foram mais altos no período chuvoso, permanecendo baixos nos dois períodos de estiagem. Já a prevalência e abundância de *U. eremitus* mantiveram-se altas na estiagem I e durante os meses de chuva, apresentando valores mais reduzidos na estiagem II.

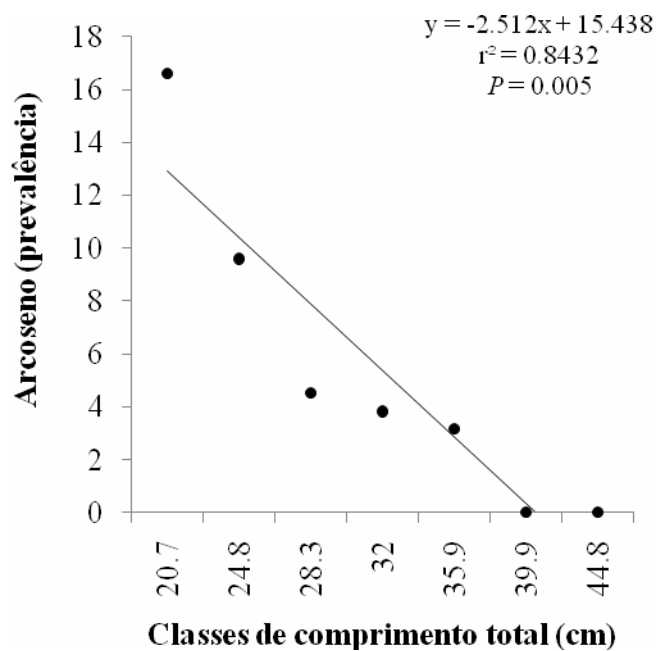
A análise discriminante canônica baseada na distância de Mahalanobis rejeitou a hipótese nula de igualdade entre as médias dos vetores dos três grupos amostrais, ou seja, os centróides dos grupos encontram-se em distâncias significativamente diferentes (Lambda de Wilks = 0,446; $F_{1,947} = 0,0007$). As espécies que melhor contribuíram para a discriminação dos hospedeiros nos períodos foram *U. eremitus*, *Dactylogyrus* sp e *M. platensis*. A discriminação das assembléias parasitárias de *H. malabaricus* em relação aos períodos de coleta do rio Guandu classificou corretamente apenas 50% dos hospedeiros amostrados nos diferentes períodos de coleta (Tabela 10). A melhor classificação deu-se para os peixes capturados durante o período de estiagem II, com 72% dos hospedeiros classificados corretamente. Apenas nove espécimes de *H. malabaricus* coletados neste período foram mal classificados pela análise discriminante, sendo que cinco peixes foram incluídos na amostra correspondente à estiagem I e quatro ao período chuvoso. Por outro lado, a amostra da estiagem I foi a que resultou no maior número de classificações incorretas, ajustando apenas 32% do total de observações deste período. Vinte e dois peixes coletados durante a estiagem I foram tachados ao grupo de estiagem II e seis ao período chuvoso. Apenas 27 peixes, do total de 52 indivíduos coletados durante os meses de chuva foram classificados corretamente, sendo que os 25 peixes restantes foram reagrupados nos dois períodos de estiagem.

Tabela 6. Prevalência e abundância média dos metazoários parasitos em machos e fêmeas de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

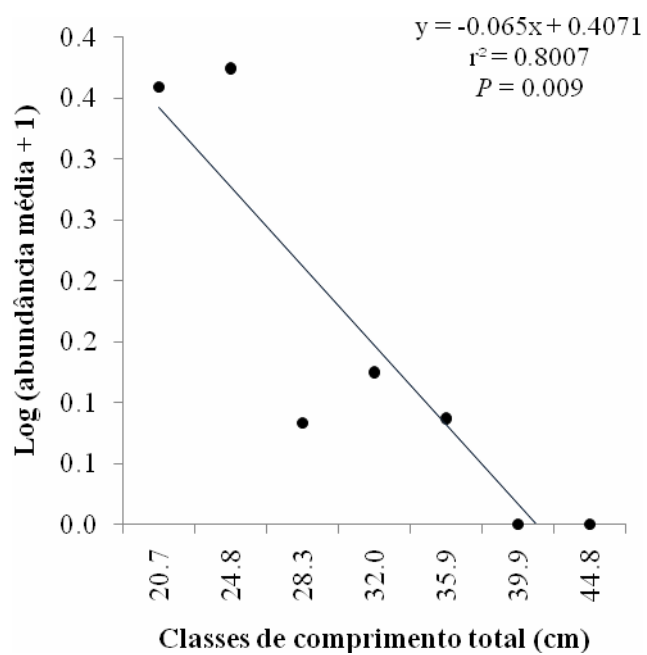
Espécie	Prevalência (%)				Abundância média \pm desvio padrão			
	Machos	Fêmeas	<i>G</i>	<i>P</i>	Machos	Fêmeas	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Cotylurus</i> sp.	9,7	9,5	0,075	0,797	0,7 \pm 2,7	0,4 \pm 1,5	0,44	0,834
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	9,7	11,1	0,0009	1,000	0,2 \pm 1,0	0,6 \pm 2,4	0,839	0,361
<i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i>	90,3	87,3	0,063	0,801	28,3 \pm 37,9	25,1 \pm 37,2	0,259	0,612
<i>Contracaecum</i> spp.	25,8	25,4	0,023	0,887	0,5 \pm 1,2	0,4 \pm 1,0	0,041	0,840
<i>Myzobdella platensis</i>	16,1	22,2	0,407	0,524	0,5 \pm 1,5	1,3 \pm 3,5	1,716	0,193
<i>Dactylogyrus</i> sp.	37,1	57,1	4,266	0,039	0,9 \pm 1,9	3,4 \pm 6,2	10,661	0,001
<i>Urocleidoides eremitus</i>	56,5	65,1	0,648	0,421	7,1 \pm 14,7	17,6 \pm 42,9	2,282	0,133
<i>Urocleidoides</i> sp. 3	8,1	20,6	3,051	0,081	0,1 \pm 0,5	0,5 \pm 1,3	5,193	0,024
<i>Urocleidoides</i> sp. 4	9,7	12,7	0,063	0,801	0,2 \pm 0,8	0,3 \pm 0,8	0,364	0,548

Tabela 7. Prevalência (valor superior) e abundância média com desvio padrão (valor inferior) dos metazoários parasitos nas diferentes classes de comprimento total de *Hoplias malabaricus*, coletada entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

Espécie	Classes de comprimento total (Lt ± SD)						
	20,7 ± 1,3 (n=7)	24,8 ± 1,3 (n=30)	28,3 ± 1,0 (n=38)	32,0 ± 0,8 (n=15)	35,9 ± 1,1 (n=18)	39,9 ± 1,1 (n=8)	44,8 ± 2,2 (n=3)
<i>Cotylurus</i> sp.	29	17	8	7	6	0	0
	1,3 ± 3,0	1,4 ± 3,8	0,2 ± 0,8	0,3 ± 1,3	0,2 ± 0,9	0	0
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	43	17	8	7	6	0	0
	1,1 ± 1,5	0,4 ± 1,3	0,3 ± 1,8	0,9 ± 3,6	0,4 ± 1,9	0	0
<i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i>	100	93	84	100	83	79	100
	10,4 ± 5,6	19,8 ± 44,1	30,5 ± 41,7	42,1 ± 34,6	27,2 ± 30,4	15,0 ± 17,4	58,3 ± 45,0
<i>Contracaecum</i> spp.	0	20	8	47	33	57	67
	0	0,3 ± 0,7	0,1 ± 0,4	0,5 ± 0,5	0,8 ± 1,6	1,0 ± 1,4	3,3 ± 3,1
<i>Myzobdella platensis</i>	0	3	16	7	39	50	67
	0	0,1 ± 0,4	0,6 ± 2,6	0,1 ± 0,3	1,7 ± 3,1	3,1 ± 5,3	2,7 ± 2,3
<i>Dactylogyrus</i> sp.	43	37	39	47	67	71	33
	1,0 ± 1,4	0,8 ± 1,6	2,2 ± 4,9	1,3 ± 1,7	3,2 ± 5,6	6,0 ± 8,6	0,3 ± 0,6
<i>Urocleidoides eremitus</i>	86	47	47	60	83	79	100
	3,3 ± 3,3	3,4 ± 7,0	9,3 ± 24,8	4,0 ± 6,1	21,5 ± 34,5	36,3 ± 72,5	37,7 ± 26,7
<i>Urocleidoides</i> sp. 3	14	10	13	0	33	14	33
	0,7 ± 1,9	0,3 ± 1,0	0,3 ± 0,8	0	0,6 ± 1,1	0,4 ± 1,2	0,7 ± 1,2
<i>Urocleidoides</i> sp. 4	0	7	8	0	11	43	33
	0	0,1 ± 0,3	0,2 ± 1,0	0	0,4 ± 1,2	0,6 ± 0,8	0,3 ± 0,6

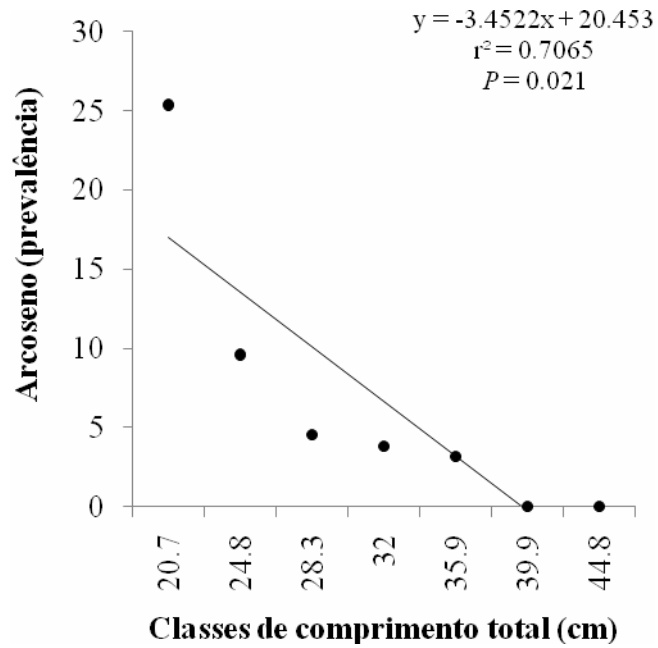


A

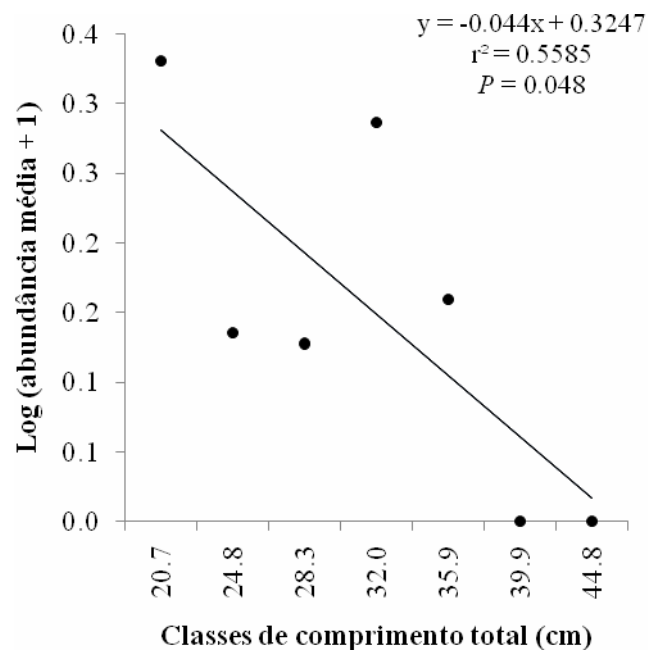


B

Figura 11. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Cotylurus* sp. em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

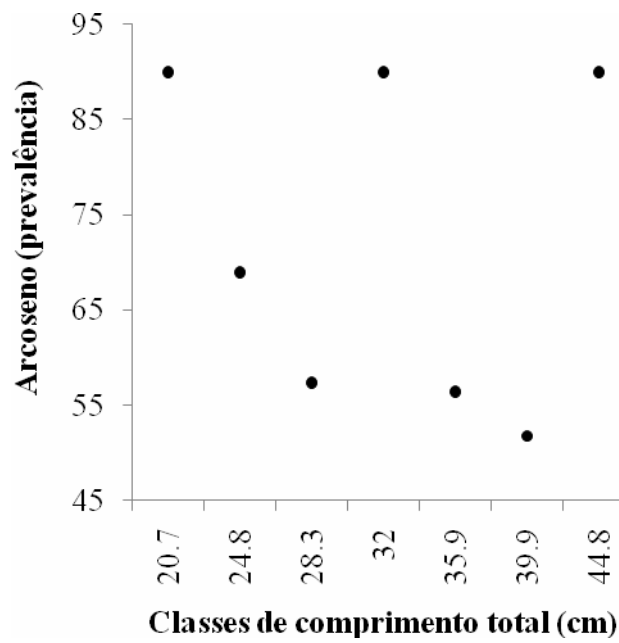


A

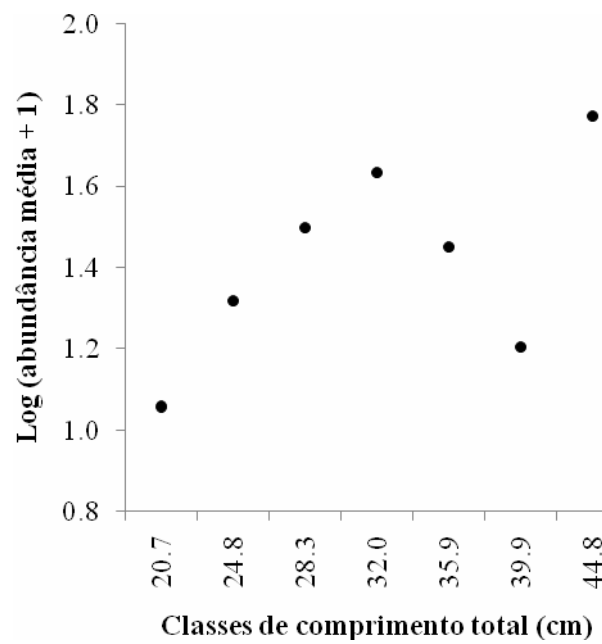


B

Figura 12. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Posthodiplostomum* sp. em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

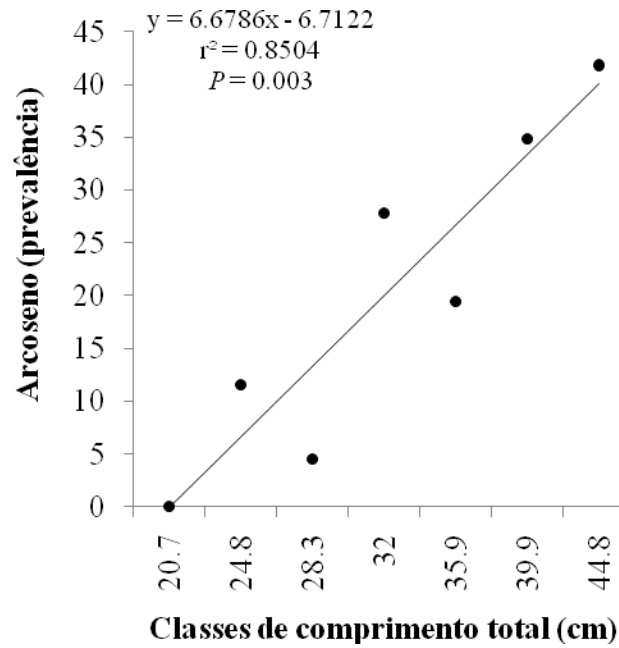


A

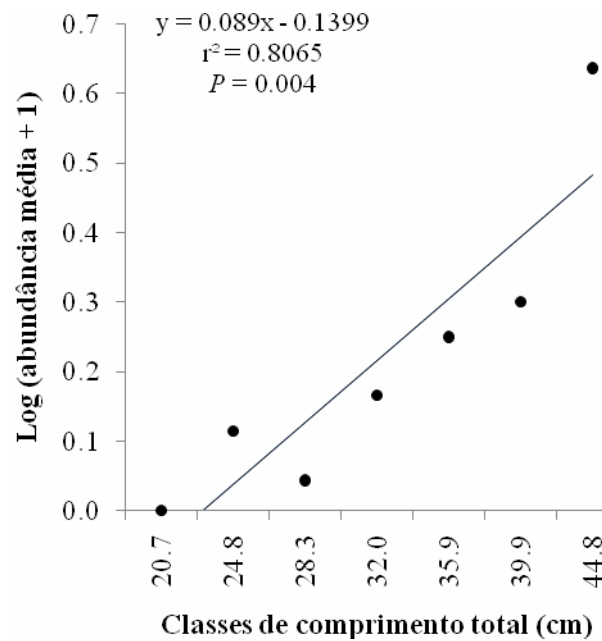


B

Figura 13. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Sphincterodiplostomum borjanensis* em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

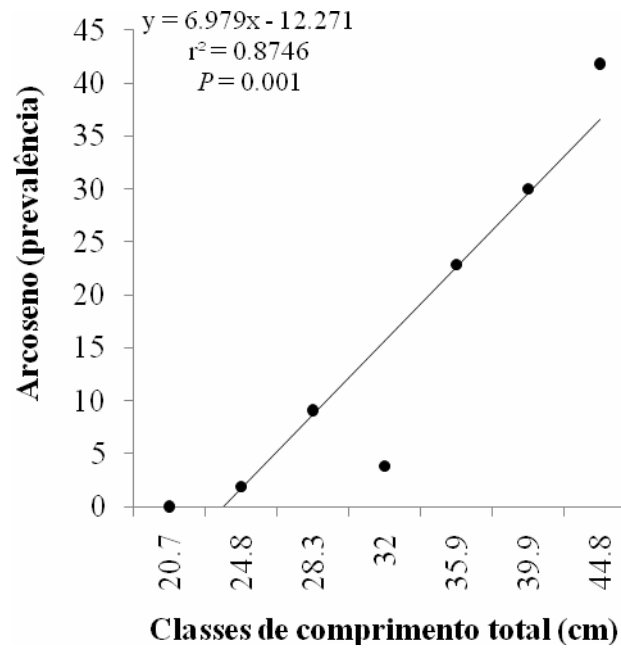


A

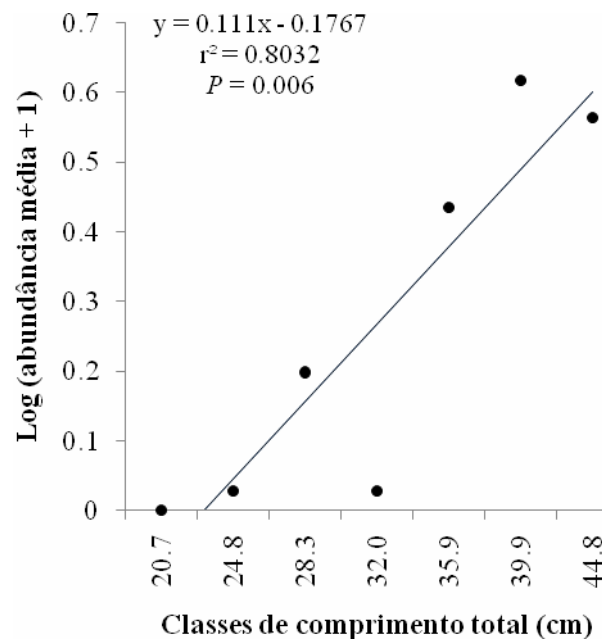


B

Figura 14. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Contracaecum* spp. em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

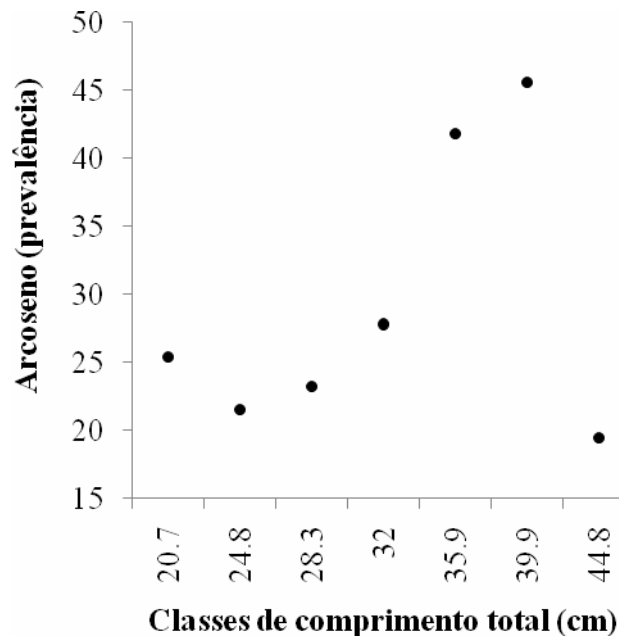


A

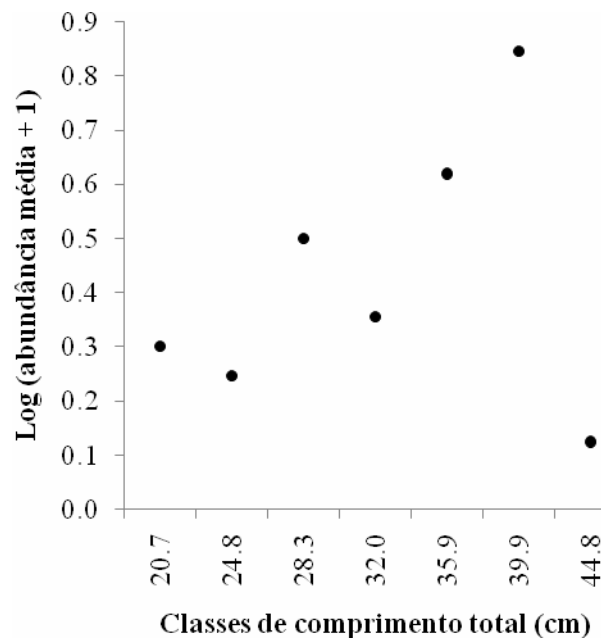


B

Figura 15. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Myzobdella platensis* em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

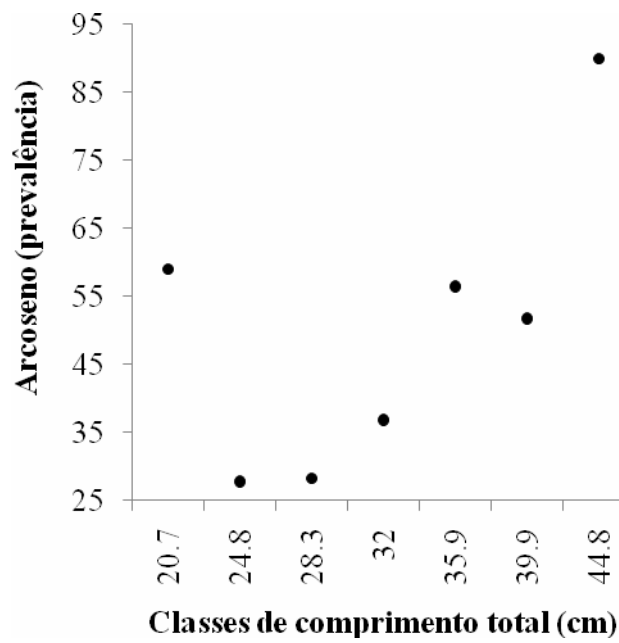


A

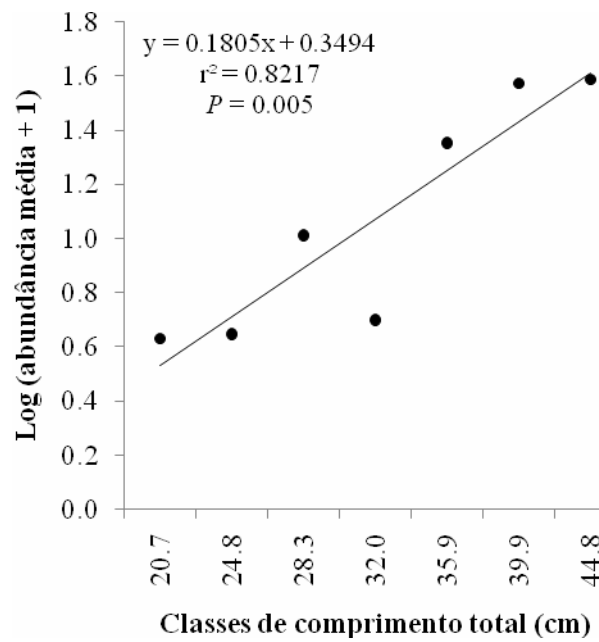


B

Figura 16. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) *Dactylogyrus* sp. em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

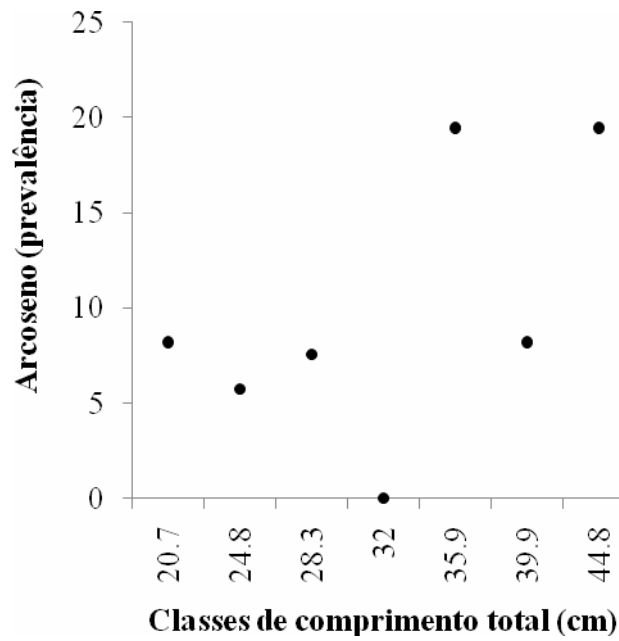


A

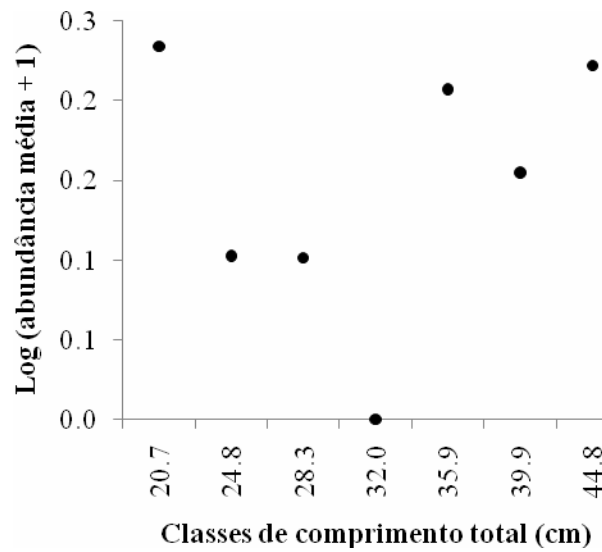


B

Figura 17. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Urocleidoides eremitus* em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

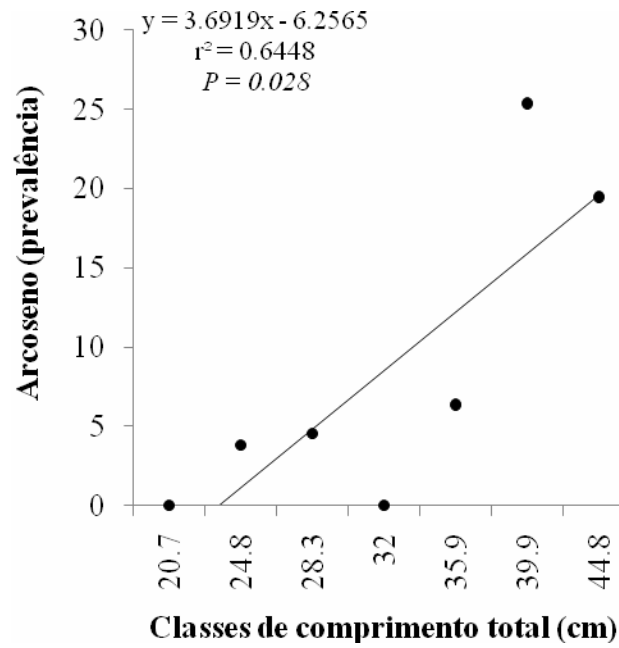


A

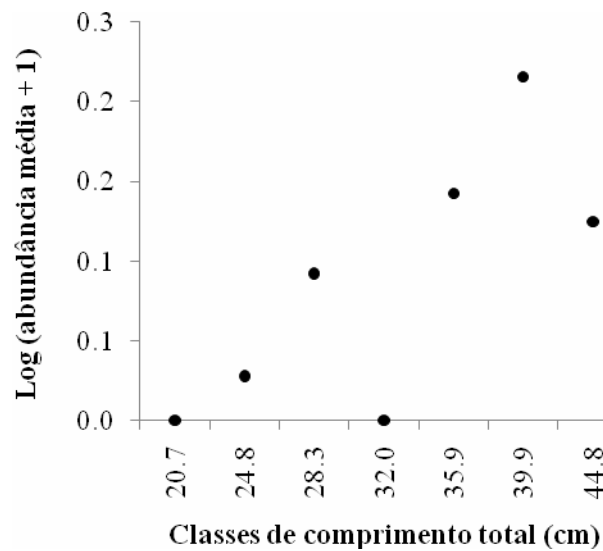


B

Figura 18. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Urocleidoides* sp. 3 em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.



A



B

Figura 19. Dependência da prevalência (A) e da abundância (B) de *Urocleidoides* sp. 4 em função do comprimento total de espécimes de *Hoplias malabaricus*, coletados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

Tabela 8. Composição das amostras de *Hoplias malabaricus* coletadas entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil (\bar{L}_T = comprimento total médio; SD = desvio padrão)

Período	Mês de captura	N		\bar{L}_T (cm) \pm SD
		Fêmeas	Machos	
Estiagem I	maio de 2006; agosto de 2006	23	18	27,1 \pm 5,1
Chuvoso	novembro de 2006; fevereiro de 2007	26	26	32,4 \pm 5,9
Estiagem II	maio de 2007	14	18	31,0 \pm 5,4

Tabela 9. Prevalência dos metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus*, coletada nos períodos de estiagem e chuvoso entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil (EI = estiagem I, C = chuvoso, EII = estiagem II).

Espécie	Prevalência (%)			Comparação dos descritores				
	Estiagem I	Chuvoso	Estiagem II	<i>G</i>	<i>P</i>	EI – C	EI – EII	C – EII
<i>Alaria</i> sp.	7	12	0	6,038	0,049	–	–	–
<i>Austrodiplostomum compactum</i>	2	10	0	5,822	0,054	–	–	–
<i>Clinostomum</i> cf. <i>complanatum</i>	12	0	6	8,586	0,014	$\bar{E}I > C$	$\bar{E}I = EII$	$\bar{C} = EII$
<i>Cotylurus</i> sp.	12	10	6	0,762	0,683	–	–	–
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i>	12	8	3	2,184	0,336	–	–	–
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	22	6	3	8,451	0,015	$\bar{E}I > C$	$\bar{E}I > EII$	$\bar{C} = EII$
<i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i>	88	88	91	0,158	0,924	–	–	–
<i>Contraceacum</i> spp.	20	35	19	3,767	0,152	–	–	–
<i>Paraseuratum soaresi</i>	5	10	0	5,051	0,080	–	–	–
<i>Myzobdella platensis</i>	2	42	3	33,123	<0,001	$\bar{E}I < C$	$\bar{E}I = EII$	$\bar{C} > EII$
<i>Anacanthorus</i> sp.	10	6	0	4,800	0,091	–	–	–
<i>Dactylogyrus</i> sp.	56	46	38	2,548	0,280	–	–	–
<i>Urocleidoides eremitus</i>	71	75	25	23,364	<0,001	$\bar{E}I = C$	$\bar{E}I > EII$	$\bar{C} > EII$
<i>Urocleidoides</i> sp. 2	5	12	3	4,939	0,085	–	–	–
<i>Urocleidoides</i> sp. 3	20	17	3	5,751	0,056	–	–	–
<i>Urocleidoides</i> sp. 4	5	15	13	2,924	0,232	–	–	–

Tabela 10. Abundância média e respectivo desvio padrão dos metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus*, em cada período de coleta no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil.

Espécie	Abundância média			Comparação dos descritores				
	Estiagem I	Chuvoso	Estiagem II	<i>F</i>	<i>P</i>	EI – C	EI – EII	C – EII
<i>Alaria</i> sp.	0,24 ± 1,14	0,21 ± 0,67	0,00 ± 0,00	1,463	0,236	–	–	–
<i>Austrodiplostomum compactum</i>	0,02 ± 0,16	0,12 ± 0,38	0,00 ± 0,00	2,456	0,090	–	–	–
<i>Clinostomum</i> cf. <i>complanatum</i>	0,20 ± 0,60	0,00 ± 0,00	0,09 ± 0,39	3,080	0,050	–	–	–
<i>Cotylurus</i> sp.	0,66 ± 2,22	0,63 ± 2,56	0,22 ± 1,07	0,458	0,634	–	–	–
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i>	1,37 ± 8,11	0,12 ± 0,43	0,03 ± 0,18	1,208	0,302	–	–	–
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	0,80 ± 2,47	0,38 ± 1,87	0,03 ± 0,18	2,973	0,055	–	–	–
<i>Sphincterodiplostomum borjanensis</i>	25,12 ± 41,09	25,81 ± 38,19	30,00 ± 31,70	0,266	0,767	–	–	–
<i>Contraceacum</i> spp.	0,34 ± 0,91	0,71 ± 1,39	0,22 ± 0,49	2,554	0,082	–	–	–
<i>Paraseuratum soaresi</i>	0,12 ± 0,64	0,38 ± 1,59	0,00 ± 0,00	1,603	0,205	–	–	–
<i>Myzobdella platensis</i>	0,05 ± 0,31	2,02 ± 3,96	0,03 ± 0,18	15,357	<0,001	$\bar{E}I < C$	$\bar{E}I = EII$	$\bar{C} > EII$
<i>Anacanthorus</i> sp.	0,10 ± 0,30	0,06 ± 0,24	0,00 ± 0,00	1,624	0,201	–	–	–
<i>Dactylogyrus</i> sp.	2,88 ± 5,41	2,04 ± 5,01	1,53 ± 3,29	1,612	0,204	–	–	–
<i>Urocleidoides eremitus</i>	10,66 ± 26,95	17,33 ± 40,95	6,53 ± 20,87	6,890	0,001	$\bar{E}I = C$	$\bar{E}I > EII$	$\bar{C} > EII$
<i>Urocleidoides</i> sp. 2	0,07 ± 0,35	0,62 ± 2,02	0,09 ± 0,53	2,772	0,066	–	–	–
<i>Urocleidoides</i> sp. 3	0,54 ± 1,32	0,51 ± 0,78	0,13 ± 0,71	1,800	0,170	–	–	–
<i>Urocleidoides</i> sp. 4	0,07 ± 0,35	0,37 ± 1,14	0,19 ± 0,54	1,481	0,231	–	–	–

Tabela 11. Matriz de classificação pelo método de validação cruzada para discriminação da assembléia parasitária de espécimes de *Hoplias malabaricus* nos três períodos de coleta realizados entre maio de 2006 e 2007 no rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil. Os períodos de estiagem estendem-se de maio a setembro e os chuvosos de outubro a abril de cada ano.

Grupo candidato à classificação	Chuvoso	Estiagem I	Estiagem II	Classificações corretas
Chuvoso (n = 52)	27	8	17	52%
Estiagem I (n = 41)	6	13	22	32%
Estiagem II (n = 32)	4	5	23	72%
Total (n = 125)	37	26	62	50%

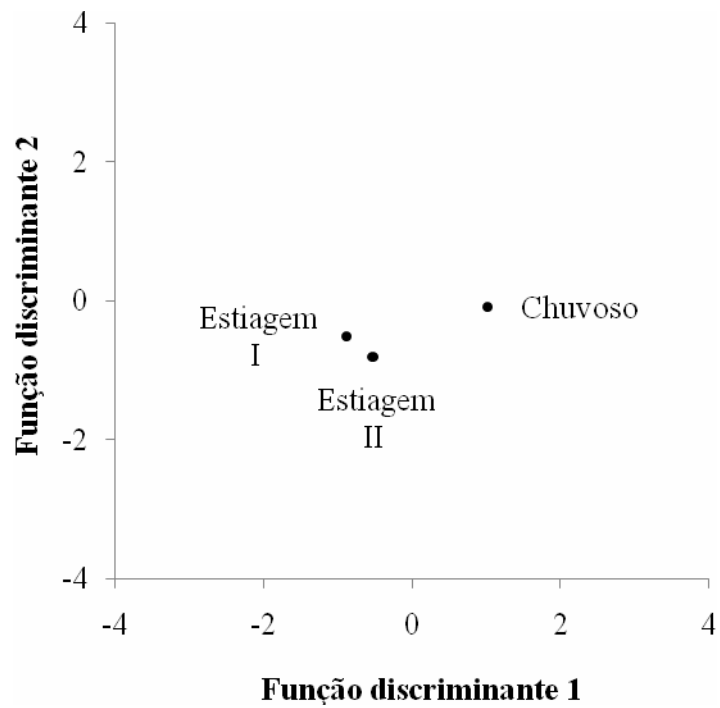


Figura 20. Posição dos centróides das duas principais funções discriminantes das infracomunidades de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* do rio Guandu, amostrados nos períodos de coleta chuvoso e de estiagem I e II, realizados entre maio de 2006 e maio de 2007.

4 DISCUSSÃO

A comunidade componente de *H. malabaricus* do rio Guandu apresentou maior riqueza de metazoários adultos em relação às larvas. O grupo Digenea foi reconhecido como o de maior importância, representando 36% da riqueza de espécies, seguido de Monogenea e Nematoda.

Distinções no parasitismo de machos e fêmeas podem constituir um fator importante quando necessidades energéticas desiguais, diferentes hábitos alimentares ou diferenças fisiológicas ocorrem entre um e outro sexo (GONZÁLEZ; ACUÑA, 2000). Os parasitos tendem a ter mais acesso aos indivíduos cujo sexo apresenta maiores necessidades nutricionais (RIFFO; GEORGE-NASCIMENTO, 1992). A ausência de relação dos índices parasitários com o sexo do hospedeiro tem sido interpretada como consequência da similaridade dos parâmetros biológicos do peixe (LUQUE et al., 1996). O fato dos monogenéticos *Dactylogyrus* sp. e *Urocleidoides* sp. 3 serem mais abundantes nas fêmeas de *H. malabaricus* do rio Guandu e também mais prevalente, no caso da primeira espécie, sugere que machos e fêmeas apresentam diferenças comportamentais capazes de facilitar a aquisição destes parasitos, uma vez que os monogenéticos apresentam ciclo de vida monoxeno e podem ser transmitidos facilmente de um hospedeiro ao outro. De acordo com Prado et al. (2006) uma marcante diferença comportamental entre machos e fêmeas de *H. malabaricus* está relacionada ao cuidado parental diferenciado, exercido normalmente pelos machos, que durante o período de reprodução passam mais tempo próximo ao ninho, construído em áreas alagadas rasas, de fundo lodoso e próximas à vegetação marginal.

Os espécimes hospedeiros de maior tamanho corporal são possivelmente mais velhos e mais intensamente parasitados devido às maiores necessidades nutricionais (MCCORNICK; NICKOL, 2004). Além disso, valores mais altos de intensidade de infecção em exemplares maiores podem estar relacionados ao acúmulo das larvas no hospedeiro por processos repetidos de infecção (LUQUE et al., 1996). Deste modo, espera-se que os parasitos adquiridos troficamente sejam mais abundantes em peixes maiores. Em *H. malabaricus* do rio Guandu, esta premissa foi constatada para *Contracaecum* spp., cujas larvas encistadas no mesentério foram mais prevalentes e abundantes nos maiores hospedeiros. Por outro lado, as metacercárias de *Cotylurus* sp. e *Posthodiplostomum* sp., observadas no estômago das traíras, apresentaram associação negativa em função do crescimento de *H. malabaricus*, sendo ausentes nos peixes com mais de 38,5 cm de comprimento total. As traíras tornam-se piscívoras aos 5 cm de comprimento total, é possível que elas alterem o item alimentar preferencial da dieta, procurando por presas maiores com o passar do tempo. No rio Guandu, as metacercárias de *Cotylurus* sp. e *Posthodiplostomum* sp. resultam, muito provavelmente, de um processo de infecção acidental, pois foram encontradas neste sítio de infecção incomum para o grupo e sempre associadas à restos de peixes em decomposição, principalmente *G. brasiliensis*, observadas em espécimes de até 28,9 cm. Em traíras maiores, a partir de 31,2 cm, foram observadas como presas maiores, como *Gymnotus* spp. e Siluriformes não identificados. É possível que as traíras do rio Guandu alterem a presa preferencial ao longo de suas vidas, passando a consumir peixes maiores para atender às maiores necessidades nutricionais. Além disso, as prevalências de *C. cf. complanatum* e *Posthodiplostomum* sp. também atingiram os valores mais altos durante a estiagem I, quando os menores peixes foram coletados.

Dentre os ectoparasitos, *U. eremitus* e *Urocleidoides* sp. 4 apresentaram maiores valores de abundância e prevalência, respectivamente, em traíras maiores. No entanto, *U.*

eremitus foi menos prevalente e abundante apenas na estiagem II, justamente quando os maiores peixes foram coletados. Deste modo, é provável que este efeito seja resultado seja realmente atribuído à uma variação sazonal do parasitismo, que não se repetiu na estiagem I por um problema de amostragem de peixes com tamanhos diferentes. O mesmo foi observado quanto aos dois descritores de *M. platensis*. No período de chuva foram registrados os maiores valores de prevalência e abundância de *M. platensis*. Em um estudo sobre a dinâmica de infestação de *M. platensis* em *H. malabaricus* do Uruguai, Volonterio et al. (2004), constataram a presença deste parasito temporário nos hospedeiros durante o verão. Já Cordero (1937) observou estes parasitos se alimentando nas brânquias de peixes durante a primavera na Argentina. No Uruguai e na Argentina, a primavera e o verão correspondem aos meses entre outubro e março, que coincide com os meses do período de chuvas do Brasil, considerado neste estudo.

A análise discriminante canônica revelou que o período de coleta foi uma variável de baixo valor preditivo na discriminação das comunidades parasitárias de *H. malabaricus* do rio Guandu. A discriminação das assembleias parasitárias de *H. malabaricus* em relação aos períodos de coleta do rio Guandu classificou corretamente 50% dos hospedeiros amostrados nos diferentes períodos de coleta (Tabela 10). A melhor classificação deu-se para os peixes capturados durante o período de estiagem II, com 72% dos hospedeiros classificados corretamente. Apenas nove espécimes de *H. malabaricus* coletados neste período foram mal classificados pela análise discriminante, sendo que cinco peixes foram incluídos na amostra correspondente à estiagem I e quatro ao período chuvoso. Por outro lado, a amostra da estiagem I foi a que resultou no maior número de classificações incorretas, ajustando apenas 32% do total de observações deste período. Vinte e dois peixes coletados durante a estiagem I foram tachados ao grupo de estiagem II e seis ao período chuvoso. Apenas 27 peixes, do total de 52 indivíduos coletados durante os meses de chuva foram classificados corretamente, sendo que os 25 peixes restantes foram reagrupados nos dois períodos de estiagem.

CAPÍTULO III

DISCRIMINAÇÃO DE COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) NO ESPAÇO E NO TEMPO

RESUMO

A análise discriminante canônica (MDA) foi empregada com objetivo de encontrar a combinação das comunidades parasitárias que melhor classifica ou discrimina as populações hospedeiras, utilizando como variáveis de agrupamento os rios, as regiões hidrográficas e o período de coleta. Quando toda a comunidade componente foi avaliada, considerando-se as infracomunidade parasitária como réplicas, apenas metade (50%) da população hospedeira do local foi corretamente discriminada entre os períodos de coleta, realizados em curtos períodos de tempo (coletas trimestrais durante 1 ano). O poder preditivo de discriminação entre assembléias parasitárias classificadas em relação aos locais e períodos de coleta do hospedeiro foi maior em relação aos rios, regiões hidrográficas e à sazonalidade, respectivamente e este padrão se manteve mesmo quando as populações de *Hoplias malabaricus* foram agrupadas em subamostras de mesma região hidrográfica e mesmo período de coleta, amostrados em diferentes rios brasileiros, com menores as chances de classificação correta entre rios e regiões hidrográficas quando os hospedeiros foram coletados em um mesmo período. A localidade da amostra (rio) foi reconhecida como a variável que melhor prediz a discriminação das assembléias, independente do período de coleta.

ABSTRACT

Canonical discriminant analysis (MDA) has been used in order to find the linear combination of parasite communities that best classifies or discriminates against host populations, considering the grouping variable as the Rivers, River Basins and sampling period. When the component community was evaluated by considering the parasite infracommunities as replicas, only half (50%) of hosting the site was correctly discriminated between the collection periods conducted over short periods of time (collected quarterly for 1 year). The predictive power of discrimination among assemblages parasitic diseases classified in the place and collection periods of the host was greater than for Rivers, River Basin and seasonality, respectively, and this pattern persisted even when the populations of *H. malabaricus* were grouped into sub-samples same river basin and the same collection period, collected in different Brazilian rivers, with less chance of correct classification between river basins and regions where the hosts were collected in the same period. The location of the sample (river) was recognized as the variable that best predicts the breakdown of assemblages, independent of the collection period.

1 INTRODUÇÃO

O uso dos parasitos como marcadores biológicos de populações de peixes tem sido pesquisado há quase um século, buscando conhecer a história natural de seus hospedeiros, o acesso aos estoques ecológicos, ou o rastreamento das populações. O trabalho de Dogiel e Bychovsky, realizado em 1939, foi um dos pioneiros na discriminação entre estoques populacionais de *Ancipenser* spp. (Acipenseridae) do Mar Cáspio (WILLIAMS et al., 1992). Desde então, sua aplicação tem sido expressiva na economia pesqueira e no manejo de espécies ameaçadas de extinção.

O conceito de estoque populacional utilizando-se os parasitos é baseado na premissa de que regiões distintas favorecem a estruturação de faunas parasitárias distintas entre grupos de peixes, formando estoques biologicamente distintos, compostos por uma população com capacidade auto-reprodutiva, história de vida semelhante e limitada por características do ecossistema em que está inserida (WILBORN; WALTERS, 1992; TIMI, 2007). No entanto, fortes críticas têm sido feitas à deturpação de um conceito ecológico e evolutivo de estoque populacional, utilizado em prol da economia pesqueira (LESTER; MACKENZIE, 2009). Uma delas aponta a necessidade de considerar as variações intra-estoque e da fauna parasitária ao longo do tempo ecológico e evolutivo na discriminação destes grupos (FERRER-CASTELLÓ et al, 2007).

De acordo com Lester (1990), os parasitos refletem o ambiente em que um espécime hospedeiro encontra-se inserido por um período de tempo e podem indicar se outro espécime esteve, por algum tempo, naquele mesmo ambiente. Assim, Power et al. (2005) aplicaram este conceito baseado no indivíduo, e não na população hospedeira, para rastrear a região geográfica de captura de um espécime de peixe, analisando os dados de abundância da infracomunidade através de métodos de análise estatística multivariada. Estes autores concluíram que, ao menos para a espécie de peixe marinho *Boops boops* (Linnaeus, 1758), sedentária e com alta riqueza parasitária, o método foi eficiente para predizer o local de coleta de espécimes machos e fêmeas, amostrados em diferentes estações do ano no litoral da Espanha. Mas apesar destes autores terem avaliado o efeito do sexo na classificação dos peixes, eles deixaram de verificar a influência do período de coleta.

Recentemente, Timi et al. (2009) verificaram que ocorre variação espacial e estabilidade sazonal na discriminação das comunidades parasitárias de *Pinguipes brasilianus* Cuvier, 1829 de diferentes áreas da costa Argentina, utilizando a análise discriminante.

O método estatístico de análise discriminante é considerado padrão para testar a significância de classificação de grupos previamente definidos, identificando e descrevendo quais são as principais variáveis discriminantes entre eles, além de produzir um modelo matemático capaz de classificar novos elementos amostrais nos grupos já existentes (MCGARIGAL et al., 2000). Neste capítulo, as infracomunidades parasitárias de *H. malabaricus*, espécie de peixe continental sedentária e com alta riqueza de espécies parasitas, foram analisadas por análise discriminante canônica, visando testar a influência da variação dos locais e períodos de coleta sobre a discriminação destas comunidades e o poder preditivo de diferenciá-las. Esta é a primeira vez que o método de discriminação de infracomunidades parasitárias é utilizado para classificar espécimes de um peixe continental, onde o isolamento entre as populações hospedeiras é acentuado pelas barreiras geográficas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O método de estatística multivariada de Análise Discriminante Canônica (MDA) baseada na distância de Mahalanobis foi aplicado para discriminar e classificar as infracomunidades de *H. malabaricus* de acordo com o rio em que foram coletadas, a região hidrográfica em que estes rios estão inseridos, e o período de coleta.

As comparações foram realizadas pelo Método de Validação Cruzada, que gera a matriz de Jackknifed (HILL, 1992). Para as comparações foram considerados quatro agrupamentos multicotômicos predefinidos como ‘rio’ (Cristalino, Araguaia, Juba, Cuiabá, Machado, Jaguari-Mirim, Paraná e Guandu), ‘região-hidrográfica’ (Tocantins-Araguaia, Paraguai, Paraná e Atlântico Sudeste), ‘período de coleta’ (Chuvoso I e II, Estiagem I e II) e ‘região-hidrográfica por período de coleta’ (Atlântico Sudeste + Chuvoso I, Atlântico Sudeste + Estiagem I, Atlântico Sudeste + Estiagem II, Paraguai + Chuvoso II, Paraguai + Estiagem II, Paraná + Chuvoso I, Paraná + Estiagem II e Tocantins-Araguaia + Estiagem II) (Veja Tabela 1, Capítulo 1 para melhor elucidação).

Para estas análises foram considerados os valores de abundância transformados em $\log_{10}(x + 1)$ de cada espécime de peixe amostrado (infracomunidades). Uma vez que a riqueza e a abundância de metazoários não apresentaram relação de dependência com o esforço de coleta ou em função do comprimento total médio de *H. malabaricus* (Figuras 6 e 7; Capítulo I), foram mantidas nas análises inclusive as espécies raras, que apesar de incomuns em suas amplitudes, tipicamente apresentam distribuições muito compartimentalizadas, sendo totalmente ausentes de muitas localidades supostamente desfavoráveis. Pelo mesmo motivo, todos os grupos foram considerados iguais (HILL, 1992). Além disso, todos os exemplares de traíra analisados estavam parasitados por ao menos uma espécie parasita e apenas espécimes não infectados são impossibilitados de serem classificados (POWER et al., 2005).

O princípio de discriminação utilizado assumiu que espécimes de traíra apresentam estruturas de comunidades parasitárias distintas dado o habitat em que estão inseridos, sendo ele rios ou regiões hidrográficas distintas. O objetivo da análise discriminante foi encontrar uma combinação das comunidades parasitárias analisadas que melhor classifica ou discrimina os espécimes hospedeiros. Como objetivo adicional, buscou-se a criação de um modelo de verificação do caráter preditivo de alocação de novos espécimes de origem desconhecida nestas áreas, que futuramente poderão consolidar o modelo gerado (HILL, 1992).

3 RESULTADOS

A análise discriminante canônica (MDA) foi repetida para quatro agrupamentos predefinidos (rios, regiões hidrográficas, período de coleta e região hidrográfica + período de coleta). A maior acurácia de classificação total foi registrada de acordo com o rio de coleta, com 89% das traíras classificadas corretamente quanto à localidade de captura (Tabela 12). A seguir, as acurácias de classificação total foram iguais a 88% para a região hidrográfica (Tabela 13), 73% para o período de coleta (Tabela 14) e 71% para a região hidrográfica, considerando-se inclusive o período de coleta (Tabela 15).

3.1 Classificação do Hospedeiro de Acordo com o Rio, Independente do Período de Coleta

Das espécies da infracomunidade parasitária de *H. malabaricus*, as que melhor contribuíram para a discriminação entre os peixes, de acordo com o rio, foram Cyclopoida gen. sp. (F = 78,68), *Phyllodistomum* sp. (F = 29,09), *Q. machadoi* (F = 25,68) e *Tylodelphys* sp. 1 (F = 22,96). A primeira variável canônica (autovalor = 16,66) explicou 47,6% do total de dispersão dos grupos. Foi constatada dispersão máxima entre os centróides (χ^2 de Wilks = 0,000; $F_{16,131} < 0,0001$) (Figura 21 A).

As melhores classificações foram constatadas para os peixes dos rios Araguaia (100%), Guandu (97%), Cuiabá (96%) e Cristalino (88%) (Tabela 12 e Figura 21 A). Exceto para os peixes do rio Araguaia, houve casos de classificação incorreta, sendo que apenas os peixes dos rios Araguaia e Cristalino não foram reclassificados para a população hospedeira do rio Guandu. O rio Juba foi o que apresentou a menor porcentagem de peixes classificados corretamente (53%), com quatro hospedeiros reclassificados para o rio Guandu e outros quatro para o rio Machado (Tabela 12).

3.2 Classificação do Hospedeiro de Acordo com a Região Hidrográfica, Independente do Período de Coleta

Das espécies da infracomunidade parasitária de *H. malabaricus*, as que melhor contribuíram para a discriminação entre os peixes, de acordo com a região hidrográfica, foram *Contracaecum* spp. (F = 27,40), *S. musculosum* (F = 23,65), Cyclopoida gen sp. (F = 22,94) e *Tylodelphys* sp. 1 (F = 21,73). A primeira variável canônica (autovalor = 5,342) explicou 52,0% do total de dispersão dos grupos. Foi constatada dispersão significativa entre os centróides (χ^2 de Wilks = 0,015; $F_{15,151} < 0,0001$) (Figura 21 B).

As melhores classificações foram constatadas para os peixes das regiões hidrográficas do Atlântico Sudeste (96%), composta apenas pelo rio Guandu, com apenas cinco espécime reclassificado para a região hidrográfica do Paraná (Tabela 13 e Figura 21 B). Os peixes da região hidrográfica do Paraguai apresentaram a pior classificação, realocando hospedeiros em todas as outras regiões hidrográficas analisadas. Nesta amostra foram incluídos os peixes do rio Juba, que apresentaram a pior porcentagem de distinção. Apesar da classificação correta total ter sido inferior à classificação por rios, a pior acurácia foi capaz de distinguir os peixes com 79% de acertos (Tabela 13).

3.3 Classificação do Hospedeiro de Acordo com o Período de Coleta, Independente da Localidade

Das espécies da infracomunidade parasitária de *H. malabaricus*, as que melhor contribuíram para a discriminação entre os peixes, de acordo com o período de coleta, foram *Urocleidoides eremitus* (F = 14,23), *Tylodelphys* sp. 1 (F = 13,54) e *Porrocaecum* sp. (F = 10,75). A primeira variável canônica (autovalor = 1,719) explicou 56,4% do total de dispersão dos grupos. Foi constatada dispersão significativa entre os centróides (χ^2 de Wilks = 0,137; $F_{4,603} < 0,0001$) (Figura 22 A).

As melhores classificações foram constatadas para os peixes amostrados nos dois períodos de estiagem I e II, ambos com 73% de peixes classificados corretamente (Tabela 14 e Figura 22 A). O período chuvoso II foi o que apresentou a pior discriminação entre os peixes (71%). Neste período as coletas foram realizadas apenas no rio Juba, que como mostrado anteriormente, é o rio com a pior classificação de seus hospedeiros. No período chuvoso I, dos 32 peixes mal classificados, 31 foram realocados para os períodos de estiagem, o que representa 27% da amostra do período chuvoso I (Tabela 14).

3.4 Classificação do hospedeiro de acordo com a região hidrográfica e o período de coleta

Das espécies da infracomunidade parasitária de *H. malabaricus*, as que melhor contribuíram para a discriminação entre os peixes, considerando-se as variações espacial e temporal, foram *Tylodelphys* sp. 1 (F = 22,82), *S. musculosum* (F = 17,13) e *G. traire* (F = 14,19). A primeira variável canônica (autovalor = 16,513) explicou 64,5% do total de dispersão dos grupos. Foi constatada dispersão significativa entre os centróides (χ^2 de Wilks = 0,001; $F_{9,475} < 0,0001$) (Figura 22 B).

As melhores classificações foram constatadas para os peixes amostrados nas combinações entre o período de estiagem II e a região hidrográfica do Paraguai (96%), composta apenas pelo rio Cuiabá, seguida da região hidrográfica do Tocantins-Araguaia (91%) e posteriormente do Paraná (83%) (Tabela 15). A pior classificação (39%) ocorreu para os peixes da região do Atlântico Sudeste amostrados no período de estiagem I, com 20 peixes alocados para a estiagem II (Tabela 15).

Tabela 12. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das infracomunidades parasitárias de *Hoplias malabaricus* de acordo com o rio em que foram amostradas, com coletas realizadas entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

Grupo candidato à classificação	Araguaia	Cristalino	Cuiabá	Guandu	Jaguari-Mirim	Juba	Machado	Paraná	Classificações corretas
Araguaia (n=17)	17	0	0	0	0	0	0	0	100 %
Cristalino (n=17)	0	15	0	0	0	1	1	0	88 %
Cuiabá (n=50)	1	0	48	1	0	0	0	0	96 %
Guandu (n=125)	0	0	0	121	1	0	3	0	97 %
Jaguari Mirim (n=54)	0	1	0	8	44	0	1	0	81 %
Juba (n=17)	0	0	0	4	0	9	4	0	53 %
Machado (n= 32)	1	0	0	6	0	0	25	0	78 %
Paraná (n=32)	0	0	0	5	0	0	0	27	84 %
Total (n=344)	19	16	48	145	45	10	34	27	89 %

Tabela 13. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das assembléias parasitárias de *Hoplias malabaricus* em relação às quatro regiões hidrográficas em que foram amostradas, com coletas realizadas entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

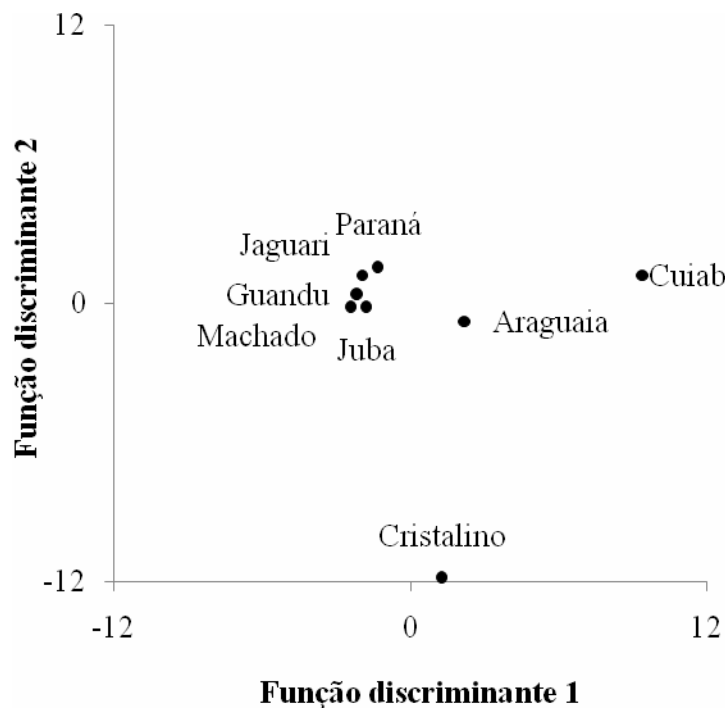
Grupo candidato à classificação	Atlântico Sudeste	Paraguai	Paraná	Tocantins-Araguaia	Classificações corretas
Atlântico Sudeste (n = 125)	120	0	5	0	96 %
Paraguai (n = 67)	4	53	8	2	79 %
Paraná (n = 118)	17	0	99	2	84 %
Tocantins-Araguaia (n = 34)	1	1	1	31	91 %
Total (n = 344)	142	54	113	35	88 %

Tabela 14. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das assembléias parasitárias de *Hoplias malabaricus* em relação aos quatro períodos de coleta em que foram amostradas, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

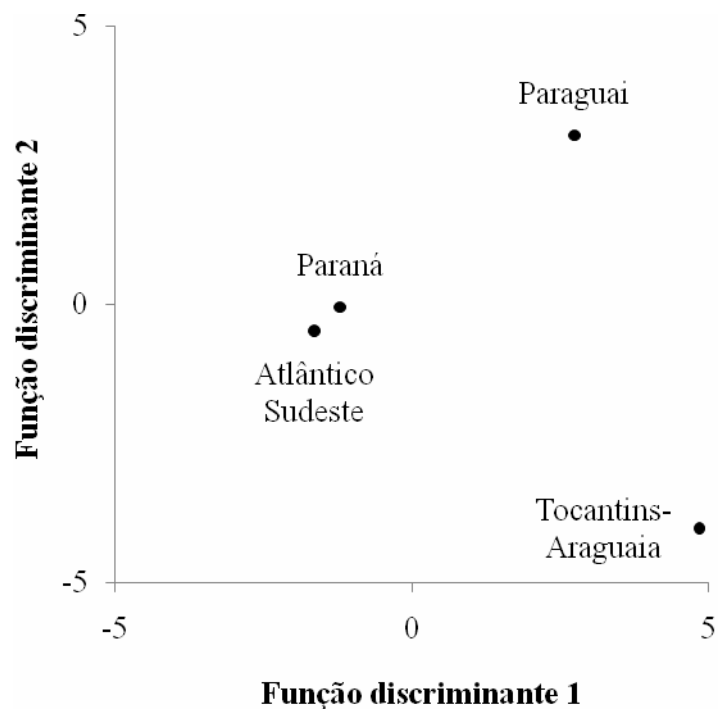
Grupo candidato à classificação	Chuvoso I	Chuvoso II	Estiagem I	Estiagem II	Classificações corretas
Chuvoso I (n = 116)	84	1	23	8	72 %
Chuvoso II (n = 17)	3	12	0	2	71 %
Estiagem I (n = 41)	6	0	30	5	73%
Estiagem II (n = 170)	16	7	23	124	73%
Total (n = 344)	109	20	76	139	73%

Tabela 15. Matriz de classificação pelo Método de Validação Cruzada e discriminação das assembléias parasitárias de *Hoplias malabaricus* em relação às quatro regiões hidrográficas e aos quatro períodos de coleta em que foram amostradas, entre maio de 2006 e dezembro de 2008 (EI = estiagem I, EII = estiagem II, CI = cheia I, CII = cheia II).

Grupo candidato à classificação	Atlântico Sudeste CI	Atlântico Sudeste EI	Atlântico Sudeste EII	Paraguai CII	Paraguai EII	Paraná CI	Paraná EII	Tocantins-Araguaia EII	Classificações corretas
Atlântico Sudeste CI (n = 52)	22	10	20	0	0	0	0	0	42 %
Atlântico Sudeste EI (n = 41)	4	15	20	0	0	1	1	0	37 %
Atlântico Sudeste EII (n = 32)	3	6	23	0	0	0	0	0	72 %
Paraguai CII (n = 34)	0	0	4	12	0	1	0	0	71 %
Paraguai EII (n = 50)	0	0	1	0	48	0	0	1	96 %
Paraná CI (n = 64)	1	4	8	1	0	49	0	1	77 %
Paraná EII (n = 54)	0	3	5	0	0	0	45	1	83 %
Tocantins-Araguaia EII (n=34)	0	0	1	1	0	1	0	31	91 %
Total (n = 344)	30	38	82	14	48	52	46	34	71 %

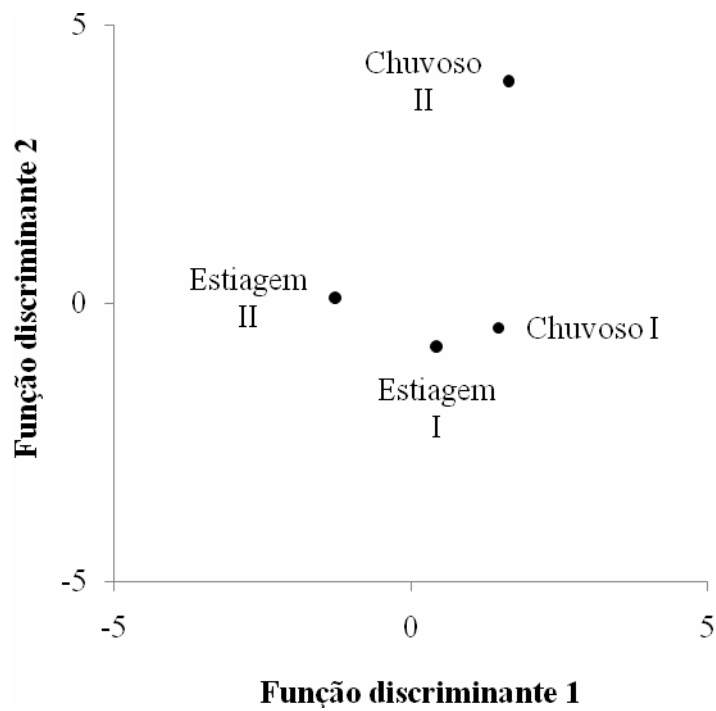


A

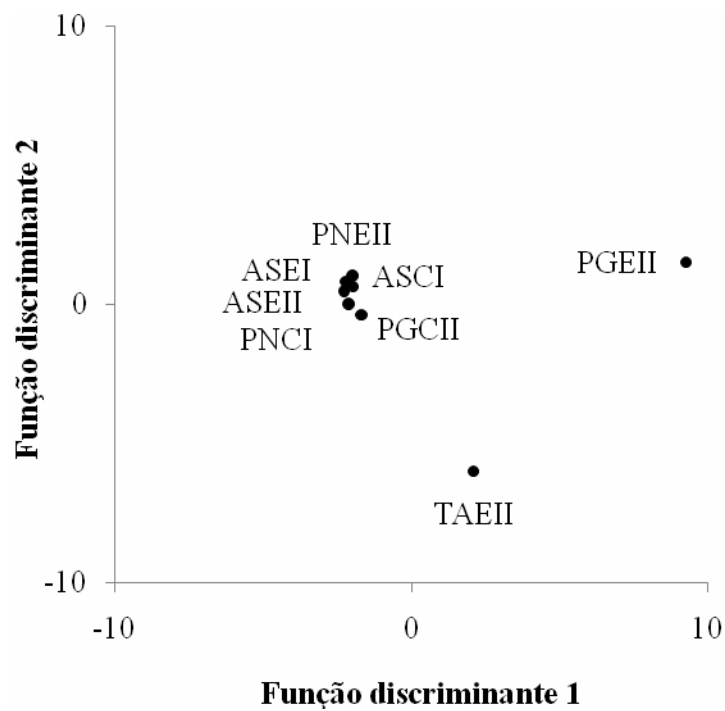


B

Figura 21. Posição dos centróides das duas principais funções discriminantes das infracomunidades de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* de acordo com a variação espacial entre rios (A) e regiões hidrográficas (B).



A



B

Figura 22. Posição dos centróides das duas principais funções discriminantes das infracomunidades de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* de acordo com a variação temporal entre períodos de coleta (A) e temporal e espacial entre períodos de coleta em cada região hidrográfica (B).

4 DISCUSSÃO

O uso da análise discriminante como uma técnica preditiva da localidade de coleta de peixes hospedeiros, baseada na abundância parasitária, foi aplicado para diferentes peixes marinhos (OLIVA; BALLÓN, 2002; POWER et al., 2005; TIMI et al., 2005, 2009; FERRER-CASTELLÓ et al., 2007). No presente estudo, o banco de dados foi construído a partir de amostras coletadas e analisadas com a mesma metodologia e por um mesmo pesquisador, o que permitiu que todas as espécies parasitas fossem incluídas na análise, obtendo-se acurácia de discriminação de 89% das traíras coletadas em relação ao local original de amostragem. Segundo Power et al. (2005), a inclusão de mais variáveis na análise discriminante nem sempre retorna a melhor discriminação entre os grupos, podendo inclusive ser menor, mas é um processo requerido para bancos de dados com ampla variação espacial e temporal, como é o caso das amostras de *H. malabaricus* analisadas nesta pesquisa.

Em muitos sistemas ecológicos, a distribuição e o acesso aos recursos variam em escala espacial e temporal, assim como os processos que estruturam as populações e comunidades neles inseridas (ESCH et al., 1990).

Considerando-se a variação espacial deste estudo, o local original de coleta das traíras foi discriminado com maior acurácia em relação aos rios, do que entre as regiões hidrográficas. Este resultado sugere que há maior semelhança intrínseca nos níveis de abundância entre as amostras de uma mesma localidade, do que entre localidades, mesmo quando amostragens periódicas são consideradas, como ocorreu com os peixes do rio Guandu, onde apesar da realização de coletas trimestrais durante um ano, 97% das traíras provenientes deste rio foram classificadas corretamente. Este foi o primeiro indício de que, pouco provavelmente as diferenças entre as localidades de coleta tenham sido decorrentes dos diferentes períodos de coleta em que os peixes foram amostrados. Ferrer-Castelló et al. (2007) coletaram amostras de uma espécie de peixe marinho da costa da Espanha, em três locais diferentes, durante o verão e o outono, em um período de dois anos. Os autores constataram que o local de coleta é uma variável preditiva mais estável do que a sazonalidade, classificando corretamente 80% dos peixes analisados em função da localidade e apenas 46% em função da sazonalidade de um ano em relação ao outro.

O local de coleta parece revelar certa estrutura nas comunidades parasitárias de espécies de peixes sedentárias, até mesmo entre populações muito próximas. Durante um estudo na região de Nebraska, amostras de um pequeno peixe de água doce *Pimephales promelas* Rafinesque, 1820 foram coletadas em dois tributários, há dois km da confluência entre estes rios. A estrutura das comunidades parasitárias destes dois rios foram consideradas distintas por métodos de estatística univariada, apesar do habitat contínuo entre as populações do hospedeiro (WEICHMAN; JANOBY JR., 2000). De acordo com Brouder e Hoffnagle (1997), mesmo considerando que todos os rios tendem a convergir, as condições geográficas do entorno de cada tributário geram condições distintas que podem favorecer o estabelecimento de diferentes comunidades animais e vegetais, particulares de cada tributário. Se todos os processos estruturadores das comunidades parasitárias atuassem da mesma maneira em todos os corpos d'água, populações de uma mesma espécie de peixe deveriam apresentar padrões similares de estrutura de suas comunidades (POULIN; VALTONEN, 2002). No entanto, considerando-se que cada corpo d'água apresenta singularidades de interação com o meio físico, biótico, social, econômico e cultural (YASUDA, 1993), torna-se muito difícil entender quais são os processos capazes de moldar a estrutura das comunidades parasitárias em um local, apesar da repetibilidade e consequente previsibilidade espacial constatada em alguns sistemas parasito-hospedeiro (POULIN; VALTONEN, 2002).

A variação temporal deste estudo abrangeu um curto período de tempo, de maio de 2006 a dezembro de 2008. Em curtos períodos, a estrutura de comunidades pode ser alterada pelo tamanho e idade do hospedeiro, dieta e volume de alimento consumido, padrões de migração e à probabilidade de contato com os outros hospedeiros do ciclo de vida da espécie parasita (ESCH et al., 1990). Os espécimes de *H. malabaricus* foram coletados durante períodos chuvosos e de estiagem, tanto em escala local, no rio Guandu, como em escala regional, quando as regiões hidrográficas foram consideradas. Considerando-se apenas o período de coleta, independente do local de amostragem, constatou-se que apesar de 73% terem sido corretamente classificados nos quatro períodos analisados, um padrão de repetibilidade entre os períodos chuvosos I e II, e entre os períodos secos I e II não pode ser constatado, sendo que a maioria dos peixes mal classificados dos períodos chuvosos foram reclassificados para os períodos de estiagem, e vice-versa. A ausência de um padrão sazonal bem marcado também foi constatada por Timi et al. (2009). Além disso, estes autores concluíram que o efeito da localidade excedeu o efeito sazonal sobre a comunidade parasitária de *Pinguipes brasilianus* Cuvier, 1829 no litoral da Argentina.

De acordo com Poulin (1998), quando os efeitos do tempo ecológico são considerados também em escala local, eles são praticamente imperceptíveis nas comunidades componentes parasitárias, já que os parasitos podem persistir no ambiente pelo mesmo tempo que a sua população hospedeira; por outro lado, nas infracomunidades os efeitos podem ser mais exacerbados, pois muitos parasitos são adquiridos enquanto outros são perdidos ao longo da vida do indivíduo hospedeiro, sendo que os parasitos poderão sobreviver no máximo, pelo mesmo tempo de vida que o peixe. Chavez et al. (2007) realizaram de coletas em curto intervalo de tempo, tanto em localidades próximas, como em locais distantes para efeito de comparação. Os autores concluíram que a variabilidade na composição das infracomunidades de cada amostra pontual era correspondente à variabilidade na composição da comunidade componente para a mesma localidade. No presente trabalho, apesar da análise discriminante comparar a variação nas infracomunidades, dentro de cada local, uma releitura dos resultados obtidos pela matriz de classificação permite que seja feita uma análise da variação das comunidades componentes, entre os locais. A dispersão dos centróides das comunidades nas regiões hidrográficas em relação aos períodos de coleta não exibiu nenhum padrão sazonal. Ao contrário, refletiu o mesmo modelo observado pela dispersão dos centróides das comunidades nas regiões hidrográficas e nos rios, sem apresentar relação à dispersão dos centróides das comunidades parasitárias classificadas de acordo com o período de coleta.

Na ecologia de comunidades, um padrão é encontrado apenas quando os resultados encontrados apresentam alta consistência e repetibilidade ou previsibilidade (WEIHER; KEDDY, 1999). Os poucos casos em que diferentes populações de uma mesma espécie hospedeira foram estudadas têm demonstrado que padrões na estrutura de comunidades parasitárias não são uniformes e raramente se repetem no espaço (POULIN; VALTONEN, 2002; TIMI; POULIN, 2003; POULIN, 2007a; POULIN, 2007b). Mas a repetibilidade espacial foi detectada em alguns trabalhos que aplicaram análises multivariadas, assim como no presente estudo (POWER et al., 2005; FERRER-CASTELLÓ et al., 2007; CHAVEZ et al., 2007; TIMI et al., 2009).

Possivelmente, os testes de repetibilidade espacial na estrutura de comunidades parasitárias de espécies de peixes sedentárias, baseados em métodos de estatística multivariados, sejam capazes de formular hipóteses mais claras a serem testadas por dois motivos. Primeiro, porque o movimento dos peixes nos cursos d'água promovem perdas e aquisições de parasitos, em especial daqueles que apresentam curto período de vida (LESTER; MACKENZIE, 2009). Segundo, porque as análises multivariadas são mais robustas do que os testes estatísticos anteriormente aplicados para detectar estes padrões, e que exigiam comparações entre pares de espécies parasitas das comunidades (FERRER-

CASTELLÓ et al., 2007). Além disso, a estrutura das comunidades parasitárias parece compartilhar maior similaridade entre comunidades adjacentes do que entre as mais distantes, sugerindo que a distância geográfica entre elas pode ser um fator determinante da previsibilidade da estrutura de comunidades parasitárias (VIDAL-MARTÍNEZ; POULIN, 2003).

CAPÍTULO IV

TESTE DA HIPÓTESE DO DECLÍNIO DA SIMILARIDADE ENTRE AS COMUNIDADES PARASITÁRIAS DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE) COM O AUMENTO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA

RESUMO

A similaridade biológica tem sido apontada como modelo que melhor explica a distribuição da biodiversidade parasitária em peixes de água doce. O coeficiente de distância de Bray-Curtis foi calculado sobre dados binários (qualitativa) e de abundância parasitária (quantitativa), gerando uma matriz de similaridade entre pares de comunidades componentes e infracomunidades, e estes valores foram posteriormente confrontados com a distância geográfica entre pares de rios por regressão linear. A análise de agrupamento foi realizada para produzir dendogramas da similaridade entre as comunidades parasitárias de *H. malabaricus* dos oito rios brasileiros amostrados. A análise de agrupamento formou dois grupos principais de menor similaridade entre eles, um formado por rios da região Sudeste e outro por rios do Centro-Oeste do Brasil. O padrão de declínio da similaridade com o aumento da distância geográfica foi constatado na composição e estrutura entre as comunidades componentes de *H. malabaricus*, moldadas por processos biogeográficos regionais. No entanto, este padrão não se repetiu na comparação da similaridade entre infracomunidades, moldadas por processos ecológicos locais.

ABSTRACT

The biological similarity has been considered the model that best explains the distribution of parasite biodiversity in freshwater fish. The distance coefficient of Bray-Curtis was calculated on binary data (qualitative) and parasite abundance (quantitative), generating a similarity matrix between pairs of components communities and infracommunities, and these values were then faced with the geographic distance between pairs of rivers by linear regression. Cluster analysis was performed to produce the dendrogram of similarity between the parasite communities of *H. malabaricus* from the eight Brazilian rivers sampled. The cluster analysis formed two main groups of less similarity between them, one consisted by rivers in the Southeast and the other by the rivers of the Midwest of Brazil. The pattern of decay of similarity with increasing geographical distance was observed in the composition and structure between the component communities of *H. malabaricus*, shaped by geographic regional processes. However, this pattern was not repeated in the comparison of the similarity between infracommunities, shaped by local ecological processes.

1 INTRODUÇÃO

As comunidades parasitárias representam bons modelos para a investigação de taxas de declínio da similaridade com o aumento da distância entre as populações hospedeiras, pois as comunidades podem ser amostradas em sua totalidade, permitindo que todos os espécimes de todas as espécies sejam contados, além do sistema ser comprovadamente afetado tanto pela distância geográfica e filogenética entre as populações hospedeiras (POULIN, 2003; 2009). Três hipóteses principais tem sido utilizadas para explicar o declínio da similaridade com o aumento da distância geográfica. Primeiramente, o aumento da distância está associado ao declínio da similaridade ambiental (NEKOLA; WHITE, 1999). Em segundo lugar, o aumento da distância está associado à presença de um maior número de barreiras geográficas que limitam a taxa de dispersão dos organismos (SOININEN et al., 2007). E em último lugar, o aumento da distância está associado à teoria neutra da biodiversidade e biogeografia, pela qual todas as espécies têm propriedades demográficas idênticas e as diferenças nas composições e abundâncias relativas decorrem de processos probabilísticos de colonização e extinção dos indivíduos nos habitats (HUBBELL, 2001).

Atualmente, o modelo que melhor explica a distribuição da biodiversidade parasitária em peixes de água doce foi demonstrado por Poulin e Morand (1999), mas sua aplicação estende-se para peixes marinhos, além de outros hospedeiros com maiores distâncias filogenéticas (POULIN, 2003). Estes autores estudaram populações isoladas de uma mesma espécie de peixe coletada em distintos lagos do Reino Unido e demonstraram que a distância geográfica entre comunidades parasitárias de peixes de água doce pode explicar a similaridade na riqueza e composição entre elas. A conclusão desta pesquisa postulou que quanto menor a distância geográfica entre áreas isoladas, maior é a similaridade na composição parasitária entre elas, e que lagos mais próximos abrigam maior similaridade quanto a riqueza de espécies do que lagos distantes. Ademais, discutiram o isolamento natural entre as localidades como o principal fator determinante deste padrão e apontaram a distância geográfica como um bom índice de isolamento.

No entanto, é possível que muitos outros processos sejam capazes de promover a similaridade entre diferentes locais e que podem estar sendo mascarados pela distância geográfica (GUÉGAN et al., 2005). Do mesmo modo, é importante considerar que lagos distantes não são verdadeiramente isolados se forem consideradas as espécies de peixes migratórias, capazes de locomover por longas distâncias e vencer barreiras geográficas, e a vagilidade de outros hospedeiros envolvidos no ciclo de vida de parasitos alóctones.

Potencialmente, a distribuição e a abundância dos parasitos no sistema aquático são afetadas pela movimentação dos peixes nos diferentes tributários. Quando os peixes locomovem-se livremente de um local para o outro, ocorre uma troca das comunidades parasitárias nestes locais, devido à sobreposição das populações hospedeiras. No entanto, quando o movimento dos peixes é restrito, a comunidade parasitária reflete as condições ecológicas de cada ambiente. Isto porque ambientes ecologicamente distintos fornecem oportunidades distintas de transmissão dos parasitos (WEICHMAN E JANOVY JR., 2000). Assim, ao menos teoricamente, diferentes populações de traíras deveriam apresentar comunidades componentes diferentes e com baixa riqueza específica, por tratar-se de uma espécie sedentária, de baixa vagilidade. No entanto, os parasitos podem utilizar-se de hospedeiros intermediários, definitivos, ou paratênicos como veículos para a colonização de hospedeiros definitivos, inserindo-se em outras comunidades componentes. No caso dos peixes continentais, muitas faunas parasitárias compreendem helmintos capazes de utilizar as

aves como hospedeiros definitivos. Neste sentido, a habilidade para a colonização independe da vagilidade do peixe hospedeiro e a similaridade entre as comunidades componentes mais próximas aumentaria, assim como a riqueza de espécies da parasitofauna (POULIN, 1998).

Poucos estudos testaram a hipótese de declínio da similaridade entre comunidades parasitárias com o aumento da distância geográfica entre populações de peixes, a maioria para espécies de água doce (POULIN; MORAND, 1999; POULIN, 2003; OLIVA; GONZÁLEZ, 2005; FELLIS; ESCH, 2005a, 2005b; SEIFERTOVÁ et al., 2008; PÉREZ-DEL-OLMO et al., 2009; TIMI et al., 2009). Nosso estudo é o primeiro a ser realizado com peixes continentais da região Neotropical, com a vantagem de basear-se em amostras coletadas em um curto período de tempo, com a mesma metodologia e pelo mesmo pesquisador, o que evitou influências do esforço de coleta diferenciado entre as populações hospedeiras consideradas. O hospedeiro *H. malabaricus* é especialmente interessante para estudos macroecológicos de associações parasito-hospedeiro, pois apresenta ampla e natural distribuição na região Neotropical, além de ser uma espécie sedentária e apresentar parasitofauna bem conhecida e diversa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A distância geográfica entre os rios foi obtida pela menor distância linear entre cada par de rios onde as coletas de *H. malabaricus* foram conduzidas, utilizando-se os pontos marcados pela coordenada geográfica de cada local no programa Google Earth (<http://earth.google.com.br/>).

O coeficiente de distância de Bray-Curtis foi calculado sobre dados binários (qualitativa) e de abundância parasitária (quantitativa), gerando uma matriz de similaridade entre pares de comunidades componentes e infracomunidades. A distância de Bray-Curtis não considera os valores de duplas-ausências e é fortemente influenciado pelas espécies dominantes (VALENTIN, 2000). Para o cálculo da similaridade quantitativa entre as comunidades componentes utilizou-se os valores de abundância média de cada espécie parasita. Para o cálculo da similaridade foram utilizadas todas as espécies de metazoários parasitos de *H. malabaricus*, com exceção das espécies de mixozoários. Foram consideradas inclusive as espécies raras (KENNEDY; GUÉGAN, 1996).

Foram calculados os dendrogramas da análise de agrupamento entre as comunidades componentes e infracomunidades, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com dados binários e de abundância. O teste de permutações foi baseado em 1000 permutações, com nível de significância de $\alpha = 0,05$ (LUDWIG; REYNOLDS, 1988).

A taxa de declínio da similaridade entre pares de comunidades componentes e infracomunidades em função das distâncias geográficas, calculadas entre pares de rios, foi avaliada por regressão linear simples com os dados de similaridade log-transformados (POULIN, 2003). A Análise de Variância foi aplicada *a posteriori* para verificar a probabilidade de ausência de associação entre as variáveis ($r = 0$) (ZAR, 1999). Para o cálculo da taxa de declínio da similaridade quantitativa entre infracomunidades, utilizou-se o valor médio da matriz de similaridade para cada rio.

As infracomunidades têm sido consideradas assembleias aleatórias (POULIN, 1998). Assim, as variações da similaridade entre as populações hospedeiras poderiam ser também aleatórias. No entanto, se a variação da similaridade média entre as infracomunidades for maior do que a observada entre as comunidades componentes, então é possível que cada uma destas assembleias tenha sua própria identidade e estrutura (TIMI et al., 2009).

3 RESULTADOS

Na Tabela 16 são apresentadas as distâncias geográficas calculadas entre todos os possíveis pares de rios onde os espécimes de *H. malabaricus* foram coletados. A distância geográfica entre os pares de rios variou de 75,3 Km, observada entre os rios mais próximos, a 1734,9 Km, constatada entre os rios mais distantes (Tabela 16). As Tabelas 17, 18, 19 e 20 referem-se às matrizes de similaridade baseadas no coeficiente de distância de Bray-Curtis.

O teste de permutação resultou em dois grupos de menor similaridade na composição entre as comunidades componentes (Figura 23). Um deles foi composto pelos rios do Sudeste brasileiro, Guandu (RJ), Machado (MG) e Jaguari-Mirim (SP) e outro pelos rios do Centro-Oeste e Sul brasileiros, Juba (MT), Cristalino (MT), Cuiabá (MT), Araguaia (MT) e Paraná (PR). O primeiro ciclo de permutações combinou as comunidades componentes dos rios Cuiabá e Paraná (68,85%), o segundo dos rios Machado e Jaguari (68,42%), o terceiro do rio Araguaia ao primeiro ciclo (57,05%), o quarto do rio Guandu ao segundo ciclo (54,18%), o quinto so rio Cristalino ao terceiro ciclo (50,91%), o sexto do rio Juba ao quinto ciclo (48,06%) e o sétimo dos rios do quarto e sexto ciclos (43,85%). As regiões hidrográficas não foram agrupadas em um mesmo ramo.

A similaridade na estrutura entre as comunidades componentes manteve uma das menores similaridades entre as comunidades do Sudeste e Centro-Oeste/ Sul. No entanto, a menor similaridade registrada foi na estrutura da comunidade componente do rio Juba em relação a todas as outras populações de *H. malabaricus* analisadas (Figura 24). Apenas a região hidrográfica do Tocantins-Araguaia foi totalmente agrupada em um mesmo ramo.

A similaridade na composição das comunidades componentes de metazoários parasitos de *H. malabaricus* diminuiu com o aumento da distância geográfica entre elas. O mesmo foi constatado quanto à estrutura das comunidades componentes (Figura 25).

O teste de permutação dentro das comunidades componentes resultou em dois grupos de menor similaridade na composição e na estrutura das infracomunidades (Figuras 26 e 27). Diferentemente do que foi observado para entre as comunidades, desta vez os grupos foram composto pelos rios do Sudeste e Sul do Brasil, Guandu (RJ), Machado (MG) e Jaguari-Mirim (SP) e Paraná (PR), e outro pelos rios do Centro-Oeste brasileiro, Juba (MT), Cristalino (MT), Cuiabá (MT) e Araguaia (MT). No entanto, a menor similaridade registrada foi na estrutura da comunidade componente do rio Juba em relação a todas as outras populações de *H. malabaricus* analisadas (Figuras 26 e 27). Este agrupamento coincide com a divisão das regiões hidrográficas do Paraná e do Atlântico Sudeste. A composição e estrutura da comunidade do rio Juba foi a que apresentou menor similaridade em relação a todas. As regiões hidrográficas não foram agrupadas em um mesmo ramo.

Apesar dos maiores valores de similaridade qualitativa e quantitativa terem sido registrados na comparação dentro das comunidades componentes de metazoários parasitos de *H. malabaricus*, elas não apresentaram qualquer relação à distância geográfica entre elas (Figura 28).

Tabela 16. Distância geográfica (Km) entre os oito rios brasileiros de onde foram coletados os espécimes de *Hoplias malabaricus*, amostrados entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari	Paraná	Guandu
Cristalino	—							
Araguaia	75,3	—						
Juba	778,0	798,3	—					
Cuiabá	746,1	734,8	278,5	—				
Machado	1100,1	1025,5	1459,8	1214,2	—			
Jaguari	1082,8	1006,1	1349,4	1088,7	175,8	—		
Paraná	1127,5	1069,5	1000,1	719,1	779,2	375,9	—	
Guandu	1350,7	1277,0	1734,9	1482,1	271,0	249,3	615,4	—

Tabela 17. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis sobre dados binários de prevalência em cada comunidade componente dos metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari	Paraná	Guandu
Cristalino	—							
Araguaia	45,0	—						
Juba	47,4	50,0	—					
Cuiabá	56,7	55,6	53,8	—				
Machado	35,9	48,5	38,7	45,3	—			
Jaguari	40,0	46,2	43,2	57,6	68,4	—		
Paraná	51,1	58,5	41,0	68,9	45,0	56,5	—	
Guandu	41,7	28,6	30,0	51,6	48,8	59,6	49,0	—

Tabela 18. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis sobre os valores de abundância média em cada comunidade componente dos metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari	Paraná	Guandu
Cristalino	—							
Araguaia	57.9	—						
Juba	32.9	29.3	—					
Cuiabá	46.7	47.2	21.5	—				
Machado	33.8	38.0	43.2	27.3	—			
Jaguari	22.8	33.1	24.3	41.8	47.4	—		
Paraná	40.4	48.9	25.3	42.0	33.3	44.7	—	
Guandu	26.6	30.4	17.3	34.0	49.8	45.8	36.7	—

Tabela 19. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis a partir da similaridade média de dados binários de prevalência das infracomunidades de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari	Paraná	Guandu
Cristalino	—							
Araguaia	97.5	—						
Juba	64.0	66.2	—					
Cuiabá	98.5	99.0	65.3	—				
Machado	76.3	78.7	86.6	77.7	—			
Jaguari	83.3	85.7	79.5	84.7	92.7	—		
Paraná	74.9	77.2	88.1	76.3	98.5	91.2	—	
Guandu	78.4	80.8	84.4	79.9	97.7	95.0	96.2	—

Tabela 20. Matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis a partir da similaridade média dos valores de abundância das infracomunidades de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* amostrada em oito rios brasileiros, entre maio de 2006 e dezembro de 2008.

	Cristalino	Araguaia	Juba	Cuiabá	Machado	Jaguari	Paraná	Guandu
Cristalino	—							
Araguaia	97.0	—						
Juba	67.9	70.6	—					
Cuiabá	99.7	96.7	67.6	—				
Machado	82.5	85.4	84.5	82.2	—			
Jaguari	88.2	91.2	78.9	87.9	94.2	—		
Paraná	82.7	85.6	84.3	82.4	99.8	94.4	—	
Guandu	79.4	82.3	87.6	79.2	96.8	91.0	96.6	—

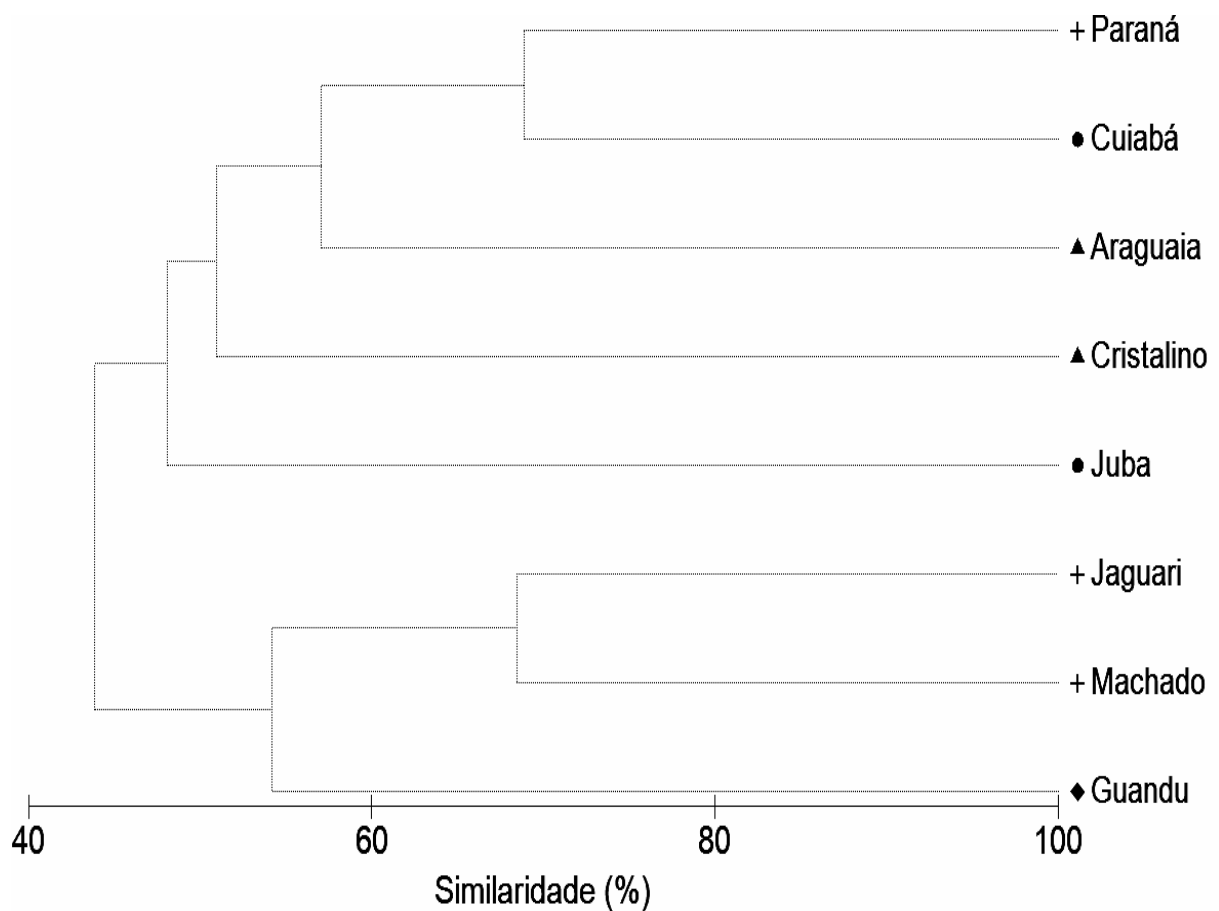


Figura 23. Dendrograma da análise de agrupamento entre as comunidades componentes de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com dados binários de prevalência. O código na frente dos nomes dos rios indica a posição dos mesmos em quatro distintas regiões hidrográficas do Brasil.

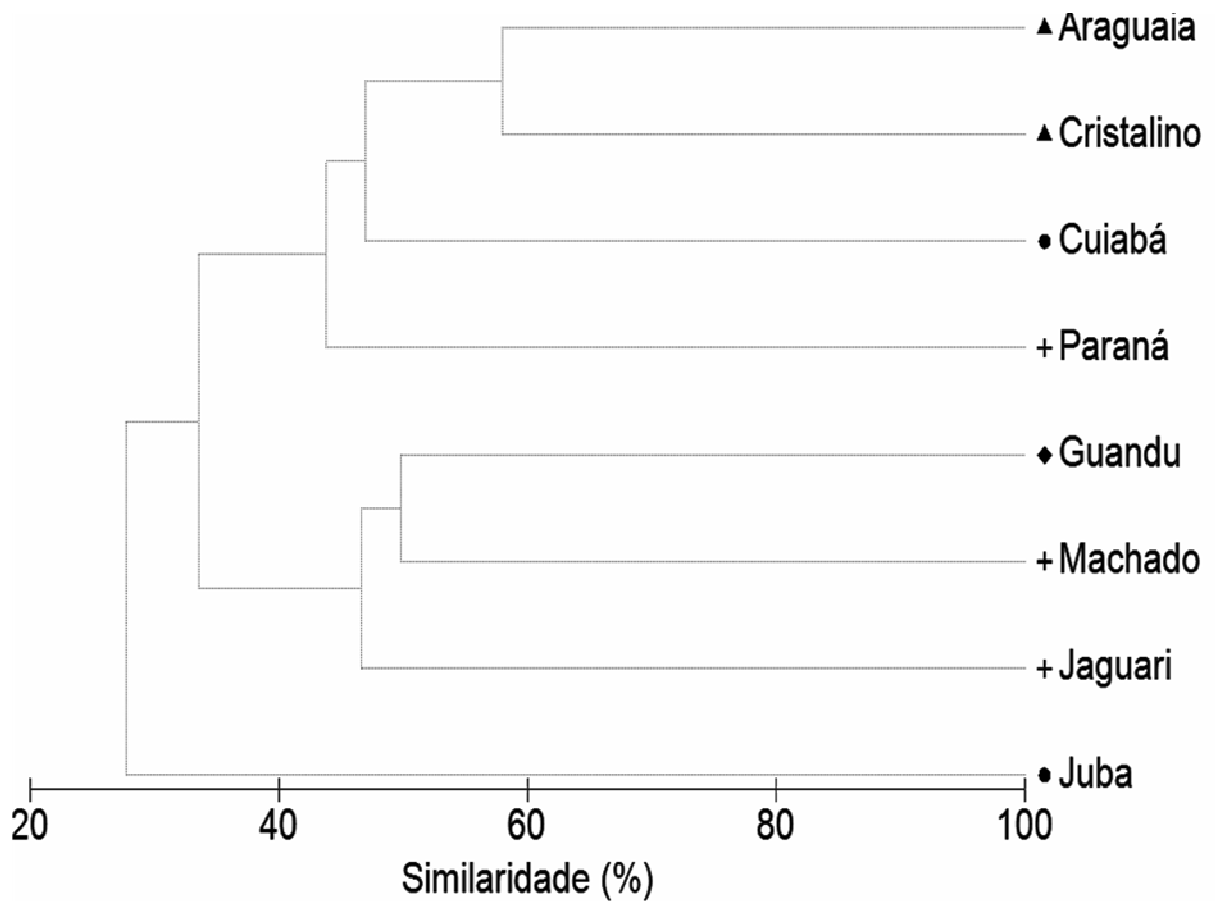


Figura 24. Dendrograma da análise de agrupamento entre comunidades componentes de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com os valores de abundância média. O código na frente dos nomes dos rios indica a posição dos mesmos em quatro distintas regiões hidrográficas do Brasil.

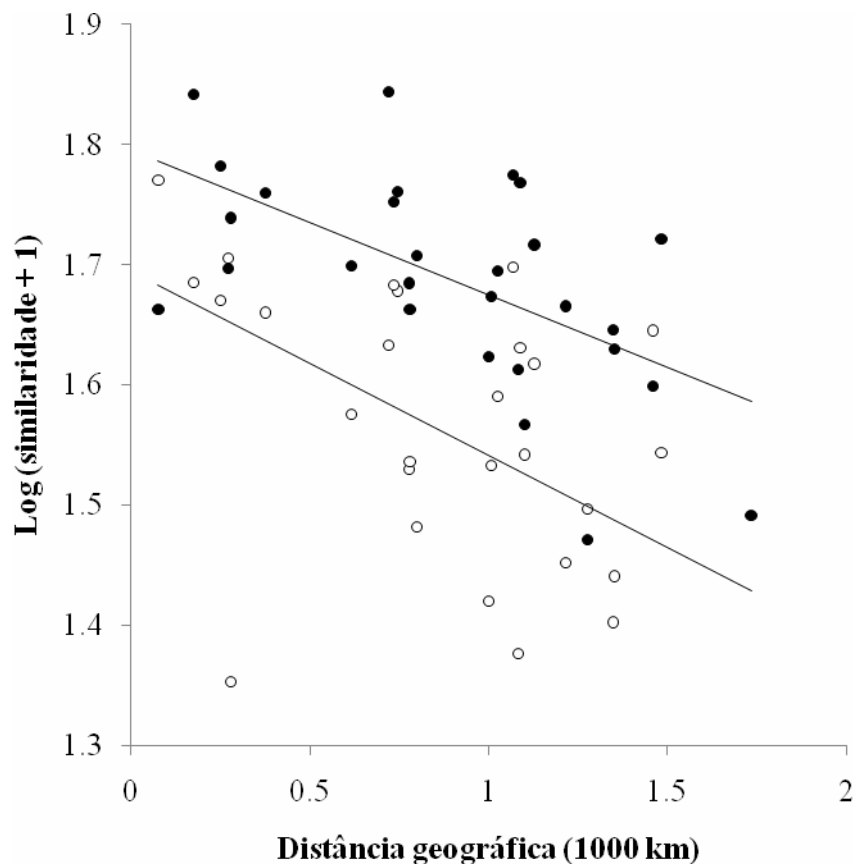


Figura 25. Relação entre a distância geográfica e as similaridades qualitativa (círculo preto) e quantitativa (círculo branco) entre as comunidades componentes de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* proveniente de oito rios brasileiros, utilizando o coeficiente de distância de Bray-Curtis log-transformado (regressão linear da similaridade qualitativa: $y = -0,1206x + 1,7949$; $r^2 = 0,344$; $F_{13,646} = 0,001$ e quantitativa: $y = -0,1537x + 1,6947$; $r^2 = 0,289$; $F_{10,448} = 0,003$).

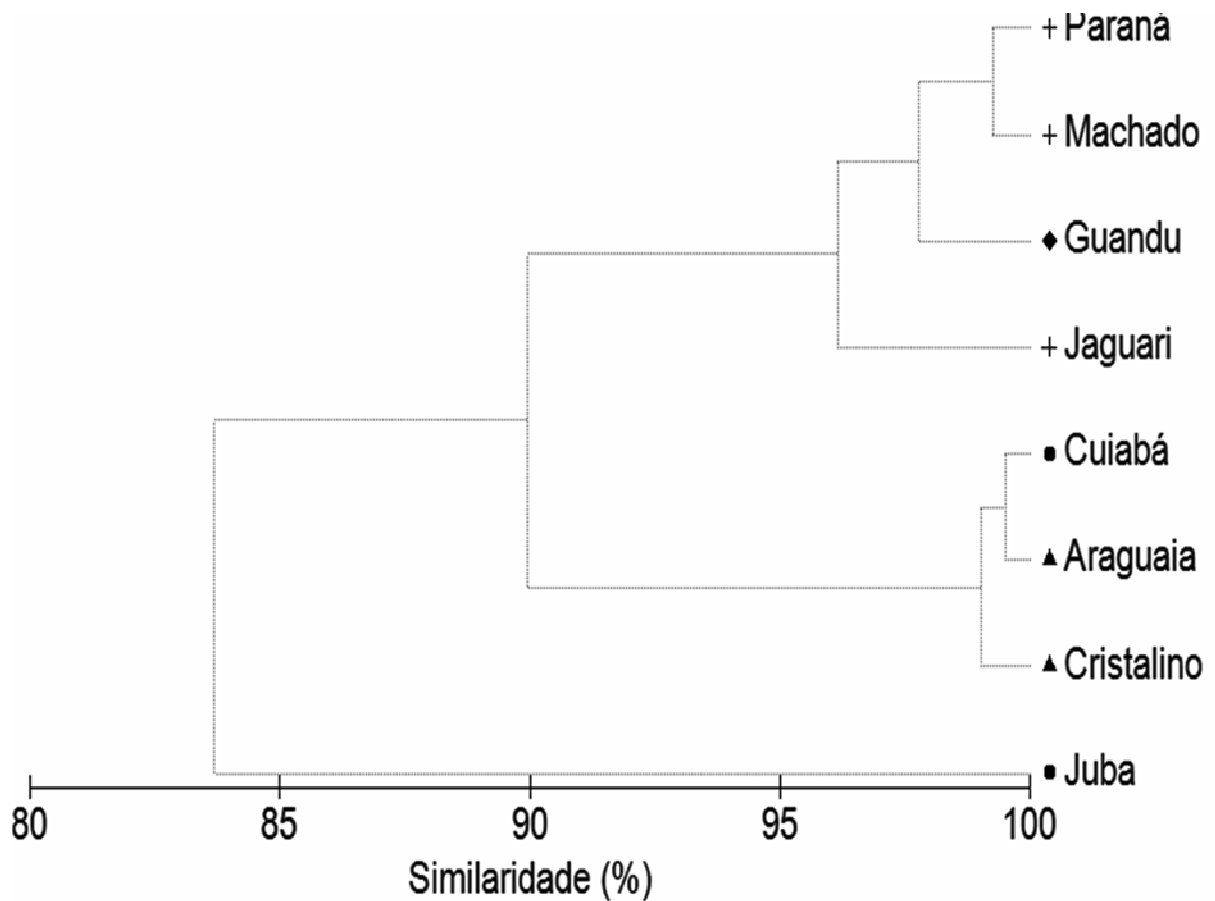


Figura 26. Dendrograma da análise de agrupamento dentro das comunidades componentes (i.e. infracomunidades) de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis com dados binários de prevalência. O código na frente dos nomes dos rios indica a posição dos mesmos em quatro distintas regiões hidrográficas do Brasil.

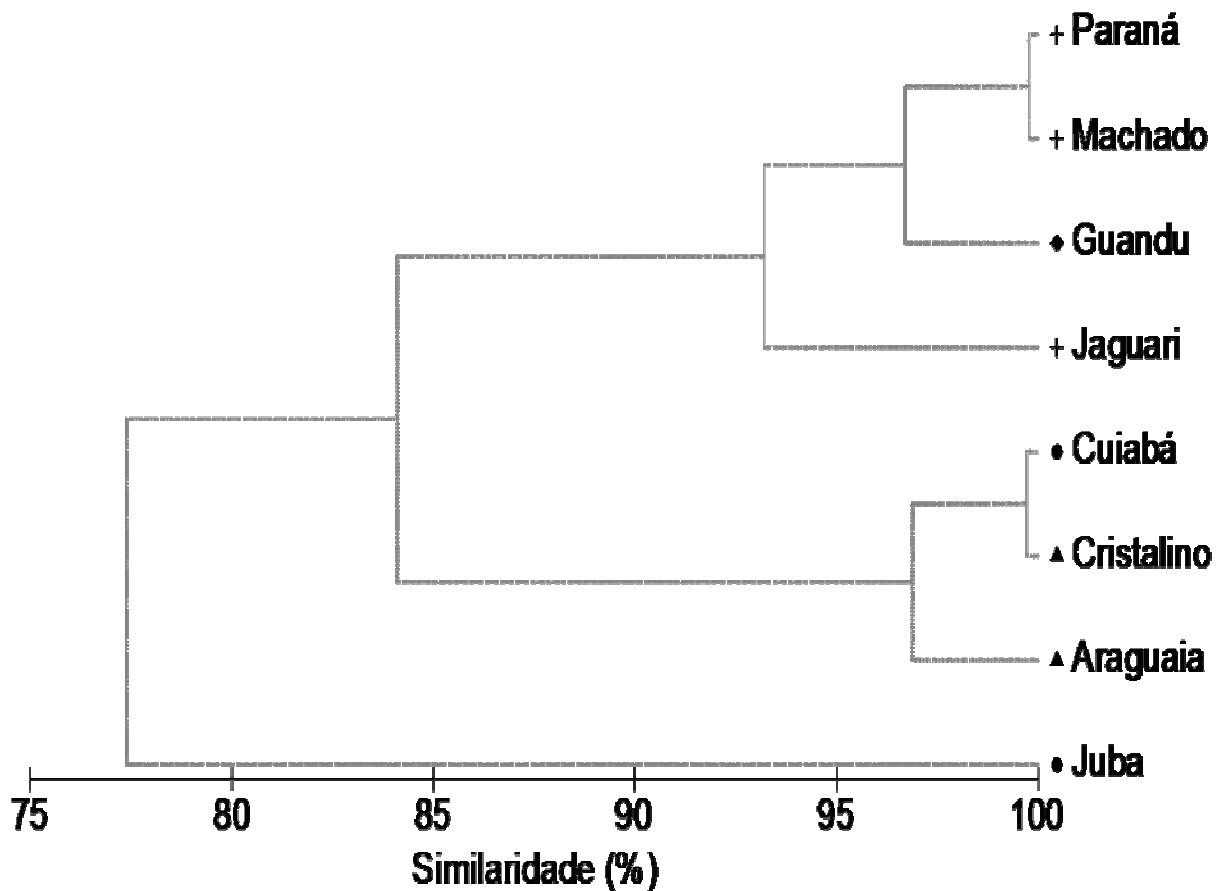


Figura 27. Dendrograma da análise de agrupamento dentro das comunidades componentes (i.e. infracomunidades) de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* de oito rios brasileiros, utilizando-se a matriz de similaridade baseada no coeficiente de distância de Bray-Curtis os valores de abundância. O código na frente dos nomes dos rios indica a posição dos mesmos em quatro distintas regiões hidrográficas do Brasil.

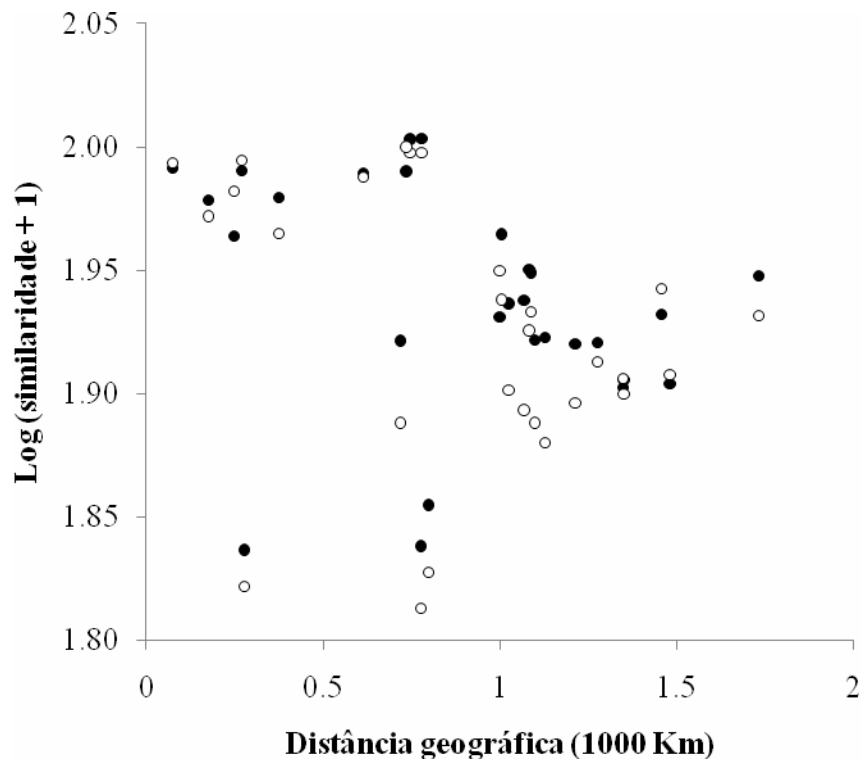


Figura 28. Relação entre a distância geográfica e as similaridades qualitativa (círculo preto) e quantitativa (círculo branco) dentro das comunidades componentes (i. e. infracomunidades) de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* proveniente de oito rios brasileiros, utilizando o coeficiente de distância de Bray-Curtis log-transformado (regressão linear da similaridade qualitativa: $y = -0,0308x + 1,9663$; $r^2 = 0,086$; $F_{2,437} = 0,131$ e quantitativa: $y = -0,0385x + 1,961$; $r^2 = 0,096$; $F_{2,750} = 0,131$).

4 DISCUSSÃO

Kennedy e Bush (1994) ressaltaram a importância da escala na avaliação de processos ecológicos sobre a estrutura das comunidades parasitárias e sugeriu que as análises realizadas em larga escala geográfica poderiam fornecer importantes informações sobre a atuação destes processos. Neste último capítulo, o estudo do parasitismo de *H. malabaricus* por metazoários explorou o maior nível hierárquico das comunidades parasitárias, as comunidades componentes.

O teste da hipótese de declínio da similaridade com o aumento da distância geográfica mostrou um padrão na composição e estrutura das comunidades componentes de *H. malabaricus* que se distancia da aleatoriedade em muitos modelos testados. No entanto, este padrão foi apenas observado para o nível de comunidade componente, sendo inexistente na comparação da similaridade média entre as infracomunidades. Devido à distribuição agregada dos parasitos, as infracomunidades parasitárias tornam-se saturadas na riqueza de espécies, independente do número de espécies parasitas disponível na comunidade componente (POULIN, 1998; MORAND; SIMKOVA, 2005). Assim, apesar da ocorrência das espécies na fauna regional (comunidade componente), nem sempre elas estarão todas presentes no indivíduo, mas tanto a saturação como a não saturação dos nichos disponíveis aos parasitos podem ocorrer (GUÉGAN et al., 2005). Este fato aparentemente simples de ser compreendido, pode resultar na maior aleatoriedade de estruturação das infracomunidades, quando comparadas às comunidades componentes. Além disso, soma-se a este fato a influência dos processos ecológicos em escala, que são menos previsíveis, quanto mais localizada for a sua atuação, e que influenciam diretamente na taxa de transmissão e na probabilidade de colonização do espécime hospedeiro (POULIN, 1998). Por outro lado, a estrutura das comunidades componentes sofrem influências principalmente de processos biogeográficos que atuam em escala geográfica mais ampla (GUÉGAN et al., 2005).

As taxas do declínio da similaridade têm sido frequentemente apontadas por diversos autores como mais expressivas para espécimes de peixes sedentários e de água doce, onde há maior fragmentação do habitat do que no ambiente marinho, como é o caso de *H. malabaricus* (OLIVA; GONZÁLEZ, 2005; TIMI et al, 2009). No entanto, o estudo comparativo entre as comunidades parasitárias de diferentes hospedeiros vertebrados, realizado por Poulin (2003), comprovou que o declínio da similaridade não está necessariamente associado à vagilidade do hospedeiro. Por outro lado, o que pode ser considerado como uma barreira geográfica para a dispersão de organismos terrestres, como um rio, pode funcionar como um corredor de dispersão para os organismos aquáticos, ou dos animais que deles se alimentam. Em outras palavras, devido à incapacidade de dispersão por terra ou por mar dos organismos aquáticos continentais, suas distribuições provavelmente refletem eventos históricos de modo mais fiel que em relação aos outros organismos (HUBERT; RENNO, 2006). Conseqüentemente, o efeito da escala de tempo evolutivo é refletido também sobre as comunidades componentes parasitárias que exploram estes hospedeiros, já que estas são estruturadas por processos de especiação, extinção e colonização de novos hospedeiros.

O agrupamento dos valores da similaridade entre as comunidades parasitárias foi poucas vezes observado nas quatro regiões hidrográficas brasileiras. No entanto, foi possível detectar dois grupos que compartilham poucas espécies entre eles, diferenciados principalmente em rios da região Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Quando a similaridade foi avaliada entre as comunidades componentes, o rio Paraná foi agrupado aos rios do Sudeste do Brasil, provavelmente como resultado de algum processo biogeográfico por nós desconhecido. Por outro lado, quando a similaridade foi avaliada dentro das comunidades

componentes, ou seja, entre as infracomunidades, o rio Paraná foi agrupado aos rios do Centro-Oeste do Brasil, provavelmente em decorrência de fatores ecológicos locais, também desconhecidos.

A influência da distância sobre a similaridade das comunidades parasitas não deve ser restringida apenas a um contexto geográfico, sendo que o declínio da similaridade deve ser considerado em relação à qualquer dimensão capaz de separar as comunidades (TIMI et al., 2010). Poulin (2003) reconheceu a importância de fatores filogenéticos no declínio da similaridade, e Seifertová et al. (2008) demonstrou que em comunidades de peixes de água doce, a similaridade pode diminuir com o aumento da distância filogeográfica entre as populações hospedeiras. E considerando que *H. malabaricus* possa corresponder a um complexo de espécies indistinguíveis apenas morfologicamente (DERGAN et al., 1998), este seria um outro campo, vinculado à biogeografia molecular, a ser desvendado na busca por padrões e processos no declínio da similaridade entre comunidades parasitárias.

3 CONCLUSÕES GERAIS

1. *Hoplias malabaricus* passou a ser considerada a espécie de peixe continental com o maior riqueza parasitária dentre todos os peixes dulcícolas e marinhos da região Neotropical, com 100 associações parasitárias registradas. Se forem desconsideradas as associações raras ou acidentais, a espécie ocuparia o segundo lugar, sendo precedida apenas por *A. fasciatus*.
2. Os efeitos do tempo ecológico e de fatores bióticos são significativos no nível hierárquico de população parasitária, mas parecem ser pouco expressivos nos níveis hierárquicos mais elevados. A partir de infracomunidades, os efeitos do tempo ecológico sobre a estrutura parasitária não puderam previstos.
3. A estrutura de comunidades parasitárias de *H. malabaricus* ainda não apresenta padrões totalmente previsíveis em diferentes escalas temporais e espaciais. No entanto, parece haver maior probabilidade de prevê-la no espaço do que no tempo.
4. Quando são consideradas grandes variações espaciais, a acurácia para predizer o rio onde o hospedeiro foi coletado é maior do que para a região hidrográfica. A tendência do valor preditivo se mantém independentemente do período sazonal em que os hospedeiros são coletados.
5. A distância geográfica é um dos principais fatores na contribuição do declínio da similaridade entre comunidades parasitárias. E este padrão apresenta maior repetibilidade entre comunidades componentes, moldadas por processos biogeográficos regionais, do que entre infracomunidades, moldadas por processos ecológicos locais.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. C. Aspectos ecológicos dos endohelminhos parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) do alto rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná, Brasil. (1998). 50 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

AMATO, J. F. R. *et al.* **Protocolo para Laboratório: Coleta e Processamento de Parasitos de Pescado**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991.

AMIN, O. M. *et al.* Immature *Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus* (Acanthocephala: Polyacanthorhynchidae) in Venton, *Hoplias malabaricus* (Pisces) from Moca Vie River, Bolivia, with notes on its apical organ and histopathology. **Journal of Helminthological Society of Washington**. New York, v. 63, n. 1, p. 115-119, 1996.

AZEVEDO, C.; MATOS, E. *Henneguya malabarica* sp. nov. (Myxozoa, Myxobolidae) in the Amazonian fish *Hoplias malabaricus*. **Parasitology Research**. Berlin, v. 82, n. 3, p. 222-224, 1996.

BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthys, Erythrinidae) da Represa do Monjolinho, São Carlos/SP. **Revista Brasileira de Biologia**. Curitiba, v. 6, n. 2, p. 225-233, 1989.

BARROS, L. A. *et al.* Effects of experimental infections with larvae of *Eustrongylides ignotus* Jaegerskiold, 1909 and *Contraecaecum multipapillatum* (Drasche, 1882) Baylis, 1920 in rabbits. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 56, n. 3, p. 325-332, 2004.

BIZERRIL, C. R. S. F. **Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 2001. 417 p.

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

BOEGER, W. A.; POPAZOGLO, F. Neotropical Monogenoidea. 23. Two new species of *Gyrodactylus* (Gyrodactylidae) from a Cichlid and an Erythrinid fish of Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 90, n. 6, p. 689-694, 1995.

BOUVIER, E. L. Les crustacés parasites du genre *Dolops* Audouin. **Bulletin de la Société Philomathique de Paris**. Paris, v. 8, n. 2-3, p. 53-81, 1899.

BOXSHALL, G. A.; HASLEY, S. H. **An introduction to copepod diversity**. London: The Ray Society, 2004. 940p. v. 1-2.

BOXSHALL, G. A.; MONTÚ, M. Copepods parasitic on Brazilian coastal fishes: A handbook. **Nauplius**, v. 5, n. 1, p. 1-225, 1997.

BRASIL. Resolução CONAMA 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispões sobre a exigência de elaboração de EIA-RIMA. **Diário Oficial da União**. Brasília, fev. 1986.

BRASIL. Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas-ANA. **Diário Oficial da União**. Brasília, jul. 2000.

BRASIL. Resolução CNRH 032 de 15 de outubro de 2003. Anexo I. Dispões sobre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**. Brasília, out. 2003.

BRAZIL-SATO, M. de C.; PAVANELLI, G. C. Digenea of *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) from the basins of the São Francisco and Paraná rivers, Brazil. **Parasitologia Latinoamericana**. Santiago, v. 59, n. 3-4, p. 123-131, 2004.

BRITSKI, H. A. *et al.* **Manual de identificação dos peixes da região de Três Marias**. 2.ed. Brasília: Codevasf, 1986. 115p.

BROOKS, D. R.; HOBERG, E. P. Parasite systematics in the 21st century: opportunities and obstacles. **Trends in Parasitology**. Amsterdam, v. 17, n. 6, p. 273-275, 2001.

BROUDER, M. J.; HOFFNAGLE, T. L. Distribution and prevalence of the Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi*, in the Colorado River and tributaries, Grand Canyon, Arizona, including two new host records. **Journal of the Helminthological Society of Washington**. New York, v. 64, n. 2, p. 219-226, 1997.

BROWN, J. H. On the relationship between abundance and distribution of species. **American Naturalist**. Chicago, v. 124, n. 2, p. 255-279, 1984.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. **Biogeografia**. 2.ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006. 691p.

BROWN, J. H. *et al.* Subverting hosts and diverting ecosystems: an evolutionary modelling perspective. In: THOMAS, F. *et al.* (Eds). **Parasitism and Ecosystems**. Oxford: Oxford University Press, 2005. Cap. 9, p. 140-154.

BRUNANSKA, M. *et al.* Structure of the pharynx in the adult nematode *Anguillicoloides crassus* (Nematoda : Rhabditida). **Journal of Parasitology**. North Carolina, v. 93, p. 1017-1028, 2007.

BUSH, A. O. *et al.* Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. **Evolutionary Ecology**. Netherlands, v. 4, n. 1, p. 1-20, 1990.

BUSH, A. O. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al revisited. **Journal of Parasitology**. North Carolina, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.

CARVALHO, A. R. D. *et al.* Aspectos Ecológicos da Helmintofauna de *Hoplías malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) da Represa Doutor João Penido, Município de Juiz de Fora, MG. **XXIX Semana de Biologia e XII Mostra de Produção Científica**. Juiz de Fora: UFJF, 2006. p. 214-218.

CHAMBRIER, A. DE *et al.* Tapeworms (Cestoda: Proteocephalidea) of *Hoplias malabaricus* (Pisces: Characiformes, Erythrinidae) in Paraguay: Description of *Proteocephalus regoi* sp n, and redescription of *Nomimoscolex matogrossensis*. **Folia Parasitologica**. Ceske Budejovice, v. 43, n. 2, p. 133-140, 1996.

CHAPIN, F. S. *et al.* **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. New York: Springer, 2002. 464p.

CHAVEZ, R. A. *et al.* Local variability in metazoan parasites of the pelagic fish species, *Engraulis ringens*: implications for fish stock assessment using parasites as biological tags. **Journal of Helminthology**. Cambridge, v. 81, n. 2, p. 113-116, 2007.

CHOUDHURY, A.; DICK, T. A. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: Empirical evidence. **Journal of Biogeography**. Oxford, v. 27, n. 4, p. 935-956, 2000.

COSTA, S. C. G. *et al.* Revisão do gênero *Klossinemella* Costa, 1961 (Nematoda: Cobboldinidae), com descrição de uma nova subfamília e de uma nova espécie. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 66, n. 2, p. 169-179, 1968.

COUTANT, C. C. What is "normative" for fish pathogens? A perspective on the controversy over interactions between wild and cultured fish. **Journal of Aquatic Animal Health**. Bethesda, v. 10, n. 2, p. 101-106, 1998.

CROFTON, H. D. Quantitative approach to parasitism. **Parasitology**. Cambridge, v. 62, n. 2, p. 179-193, 1971.

CUNNINGTON, W. A. Reports of an Expedition to Brazil and Paraguay in 1926-27, supported by the Trustees of the Percy Sladen Memorial Fund and the Executive Committee of the Carnegie Trust for Scotland. Argulidse. **Journal of the Linnean Society of London-Zoology**, London, v. 37, n. 252, p. 259-264. 1931.

DAWES, C. J. **Biological techniques in electron microscopy**. New York: Barnes & Noble, 1971. 193p.

DERGAM, J. A. *et al.* Phylogeography and RAPD-PCR variation in *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Teleostei) in southeastern Brazil. **Genetics and Molecular Biology**. Ribeirão Preto, v. 25, n. 4, p. 379-387, 2002.

DIAS, M. L. G. G. *et al.* The life cycle of *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 (Digenea: Clinostomidae) on the floodplain of the high Paraná river, Brazil. **Parasitology Research**. Berlim, v. 89, p. 506-508, 2003.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V. A. *et al.* **Parasitology of Fishes** (Eds). Edinburgh e London: Oliver and Boyd, 1961. Cap. Xxx, p. 1-47.

EIRAS, J. C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Porto: Fundação Eng. António de Almeida, 1994. 339p.

EIRAS, J. C. *et al.* **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes.** 2 ed. Maringá: Eduem, 2006. 199p.

ESCH, G. W. *et al.* **Parasite communities: Patterns and processes.** London: Chapman and Hall, 1990. 335p.

FABIO, S. P. Sobre alguns nematoda parasitos de *Hoplias malabaricus*. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.** Itaguaí, v. 5, n. 2, p. 179-186, 1982.

FABIO, S. P. Uma nova espécie de Trematoda Hemiuroidea parasito de *Hoplias malabaricus*. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.** Itaguaí, v. 7, p. 157-160, 1984.

FAGER, E. W. Determination and analysis of recurrent groups. **Ecology.** Washington, v. 38, n. 4, p. 586-595, 1957.

FERNANDES, B. M. M.; KOHN, A. On some trematodes parasites of fishes from Paraná river. **Brazilian Journal Biology.** São Carlos, v. 61, n. 3, 461-466, 2001.

FERRER-CASTELLO, E. *et al.* Parasites as fish population tags and pseudoreplication problems: the case of striped red mullet *Mullus surmuletus* in the Spanish Mediterranean. **Journal of Helminthology.** Cambridge, v. 81, n. 2, p. 169-178, 2007.

FREITAS, J. F. T. *Sellacotyle lutzi* n. sp. trematódeo parasito de *Hoplias malabaricus* Bloch. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 17-19, 1941.

FREITAS, J. F. T.; LENT, H. Infestação de apaiarís "*Astronotus ocellatus*" (Agassiz) pelo nematódeo "*Goezia spinulosa*" (Diesing, 1839). **Revista Brasileira de Biologia.** São Carlos, v. 6, n. 2, p. 215-222, 1946.

GIBSON, D. I.; JONES, A.; BRAY, R. A. **Keys to the Trematoda.** London: CABI International, Wallingford, 2002. 521 p. v. 1.

GONZALEZ, T.; ACUNA, E. Influence of host size and sex on the endohelminth infracommunities of the red rockfish *Sebastes capensis* off northern Chile. **Journal of Parasitology.** North Carolina, v. 86, n. 4, p. 854-857, 2000.

GUEGAN J. F. *et al.* Are there general laws in parasite community ecology? The emergence of spatial parasitology and epidemiology. In: THOMAS, F. *et al* (Eds). **Parasitism and Ecosystems.** Oxford: Oxford University Press, 2005. Cap. 5, p. 22-42.

HAHN, N. S. *et al.* Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. M. *et al.* **A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Maringá: Eduem, 1997. Cap. 7, p. 209-228.

HAMILTON, W. J.; POULIN, R. Parasitism, water temperature and life history characteristics of the freshwater fish *Gobiomorphus breviceps* Stokell (Eleotridae). **Ecology of Freshwater Fish.** Singapore, v. 10, n. 2, p. 105-110, 2001.

- HARFORD, W.; JONES, A. **Parasitic Worms of Fish**. London: Taylor & Francis, 1993. 593p.
- HARTVIGSEN, R.; HALVORSEN, O. Spatial patterns in the abundance and distribution of parasites of freshwater fishes. **Parasitology Today**. Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 28-31, 1994.
- HOLMES, J. C. Site selection by parasitic helminthes: Interspecific interactions, site segregation, and their importance to development of helminth communities. **Canadian Journal of Zoology**. Ottawa, v. 51, n. 3, p. 333-347, 1973.
- HOLMES, J. C.; PRICE, P. W. Communities of parasites. In: KIKKAWA, J.; ANDERSON, D. J. (Eds). **Community Ecology: Pattern and Process**. Oxford: Blackwell Scientific, 1986. Cap. 9, p. 187-213.
- HUDSON, P. Parasites, diversity and the ecosystem. In: THOMAS, F. *et al* (Eds). **Parasitism and Ecosystems**. Oxford: Oxford University Press, 2005. Cap. Introduction, p. 1-12.
- JANOVY, J. *et al*. Evolutionary constraints on population structure: The parasites of *Fundulus zebrinus* (Pisces: Cyprinodontidae) in the South Platte River of Nebraska. **Journal of Parasitology**. North Carolina, v. 83, n. 4, p. 584-592, 1997.
- JONES, A.; BRAY, R. A.; GIBSON, D. I. **Keys to the Trematoda**. London: CABI International, Wallingford, 2008. 824p. v. 3.
- KABATA Z. **Parasitic Copepoda of British fishes**. London: The Ray Society, 1979. 468p. (Series 153).
- KENNEDY, C. R. Analysis of metazoan parasitocoenoses of brown trout *Salmo trutta* from British lakes. **Journal of Fish Biology**. Oxford, v. 13, n. 2, p. 255-263, 1978.
- KENNEDY, C. R. Interactions of fish and parasite populations: To perpetuate or pioneer? In: ROLLINSON, D.; ANDERSON, R. M. (Eds). **Ecology and genetics of host-parasite interactions, Linnean Society Symposium Series 11**. London: Academic Press, 1985. [S.I.], p. 1-20.
- KENNEDY, C. R. The ecology of parasites of freshwater fishes: The search for patterns. **Parasitology**. Cambridge, v. 136, n. 12, p. 1653-1662, 2009.
- KENNEDY, C. R.; BUSH, A. O. Species richness in helminth communities: The importance of multiple congeners. **Parasitology**. Cambridge, v. 104, n. 1, p. 189-197, 1992.
- KENNEDY, C. R.; GUEGAN, J. F. Regional versus local helminth parasite richness in British freshwater fish: Saturated or unsaturated parasite communities?. **Parasitology**. Cambridge, v. 109, n. 2, p. 175-185, 1994.
- KENNEDY, C. R. *et al*. Patterns in helminth communities: Why are birds and fish different?. **Parasitology**. Cambridge, v. 93, n. 1, p. 205-215, 1986.

KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Estudo comparativo dos helmintos parasitos de peixes do Rio Mogi Guassu, coletados nas excursões realizadas entre 1927 e 1985. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 82, n. 4, p. 483-500, 1987.

KOHN, A.; COHEN, S. C. South American Monogenea - list of species, hosts and geographical distribution. **International Journal for Parasitology**. Amsterdam, v. 28, n. 10, p. 1517-1554, 1998.

KOHN, A., PINTO-PAIVA, M. Fishes parasitized by Monogenea in South America. In: SALGADO-MALDONADO, G. *et al.* (Eds). **Metazoan Parasites in the Neotropics: A Systematic and Ecological Perspective**. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2000. [S.I.], p. 25-60.

KOHN, A. *et al.* Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 80, n. 3, p. 327-336, 1985.

KOHN A. *et al.* **South american trematodes parasites of fishes**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. 318p.

LEMONS DE CASTRO, A. **Branchiura: Manual de identificação de invertebrados límnicos**. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 1985, 23p.

LESTER, R. J. G. Reappraisal of the use of parasites for fish stock identification. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**. Melbourne, v. 41, n. 6, p. 855-864, 1990.

LESTER, R. J. G.; MACKENZIE, K. The use and abuse of parasites as stock markers for fish. **Fisheries Research**. [S.I.], v. 97, n. 1-2, p. 1-2, 2009.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Biodiversity of Brazil: A synthesis of the current state of knowledge. In: T.M. LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. (Eds). **Biodiversidade brasileira: síntese do estado do conhecimento atual**. São Paulo: Contexto Acadêmica, 2002. [S.I.], p. 139-144.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical Ecology: A primer on methods and computing**. New York: Wiley Interscience Publications, 1988. 337p.

LUQUE, J. L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. São Carlos, v. 13, supl. 1, p. 161-164, 2004.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**. Cambridge, v. 134, n. 6, p. 865-878, 2007.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. **Journal of Fish Biology**. Oxford, v. 72, n. 1, p. 189-204, 2008.

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

LUQUE, J. L. *et al.* 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**. São Carlos, v. 56, n. 2, p. 279-292, 1996.

LUUS-POWELL *et al.* Pentastomid parasite in fishes in the Olifants and Incomati River systems, South Africa. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**. South Africa, v. 75, [S.I.], p.323–329, 1998.

MACHADO, P. M. *et al.* Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the Upper Parana River, Brazil. **Parasitology Research**. Berlin, v. 97, n. 6, p. 436-444, 2005.

MACKENZIE, K.; ABAUNZA, P. Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: A guide to procedures and methods. **Fisheries Research**. [S.I.], v. 38, n. 1, p. 45-56, 1998.

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

MAGALHÃES, P. C. A água no Brasil e os instrumentos de gestão e o setor mineral. In: FERNANDES, F. R. C. *et al.* (Eds). **Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. Cap. 1, p. 3-22.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2004. 260p.

MALTA, J. C. O. **Os crustáceos Branchiura e suas interrelações com os peixes do lago Janauacá, AM-Brasil (Crustacea: Argulidae)**. (1981). 88 f. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas, Manaus, 1981.

MARCOGLIESE, D. J.; CONE, D. K. Importance of lake characteristics in structuring parasite communities of salmonids from insular Newfoundland. **Canadian Journal of Zoology**. Ottawa, v. 69, n. 12, p. 2962-2967, 1991.

MARCOGLIESE, D. J. Pursuing parasites up the food chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitologica* [S.I.], v. 46, n. 2, p. 82-93, 2001.

MARCOGLIESE, D. J. Evolution of parasitic life in the ocean: paratenic hosts enhance lateral incorporation. **Trends in Parasitology**. Amsterdam, v. 23, n. 11, p. 519-521, 2007.

MARQUES, J. F. *et al.* Zoogeographical patterns of flatfish (Pleuronectiformes) parasites in the Northeast Atlantic and the importance of the Portuguese coast as a transitional area. **Scientia Marina**. Barcelona, v. 73, n. 3, p. 461-471, 2009.

MATTOX, G. M. T. *et al.* Taxonomic study of *Hoplías aimara* (Valenciennes, 1846) and *Hoplías macrophthalmus* (Pellegrin, 1907) (Ostariophysi, Characiformes, Erythrinidae).

Copeia. Miami, v. [S.I.], n. 3, p. 516-528, 2006.

MCCORMICK, A. L.; NICKOL, B. B. Postcyclic transmission and its effect on the distribution of *Paulisentis missouriensis* (Acanthocephala) in the definitive host *Semotilus atromaculatus*. **Journal of Parasitology**. North Carolina, v. 90, n. 1, p. 103-107, 2004.

MENDOZA-FRANCO, E. F. *et al.* Dactylogyrids (Monogenoidea) parasitizing the gills of *Astyanax* spp. (Characidae) from Panama and Southeast Mexico, a new species of *Diaphorocleidus* and a proposal for *Characithecium* n. gen. **Journal of Parasitology**. North Carolina, v. 95, n. 1, p. 46-55, 2009.

MESCHIATTI, A. J.; ARCIFA, M. S. Early life stages of fish and the relationships with zooplankton in a tropical brazilian reservoir: Lake Monte Alegre. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n. 1, p. 41-50, 2002.

MITTELBAACH, G. G. Parasites, communities, and ecosystems: conclusions and perspectives. In: THOMAS, F. *et al* (Eds). **Parasitism and Ecosystems**. Oxford: Oxford University Press, 2005. Cap. Conclusion, p. 171-176.

MONTÚ, M. A., BOXSHALL G. A. A new species of *Taeniastrotos* Cressey (Copepoda: Poecilostomatoida) from southern Brazil. **Systematic Parasitology**. Netherlands, v. 36, n. 1, p. 109-114, 1997.

MORAND, S; ŠIMKOVA, A. Metapopulation biology of marine parasites. In: ROHDE, K. **Marine Parasitology**. Australia: CSIRO Publishing, 2005. Cap. 7, p. 302-309.

MORAND, S. *et al.* Aggregation and species coexistence of ectoparasites of marine fishes. **International Journal for Parasitology**. Amsterdam, v. 29, n. 5, p. 663-672, 1999.

MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region**. Praha: Academia, 1998. 466p.

MORLON, H. *et al.* A general framework for the distance-decay of similarity in ecological communities. **Ecology Letters**. Oxford, v. 11, n. 9, p. 904-917, 2008.

NAKATANI, K. *et al.* **Ovos e Larvas de Peixes de Água Doce: Desenvolvimento e Manual de Identificação**. Maringá: EDUEM, 2001. 378p.

NEE, S. *et al.* Core and satellite species: Theory and artifacts. **Oikos**. Oxford, v. 62, n. 1, p. 83-87, 1991.

NERAASEN, T. G.; HOLMES, J. C. The circulation of the cestodes among three species of geese nesting on the Anderson River Delta. **Acta Parasitologica Polonica**. Wroclaw, v. 23, [S.I.], p. 277-289, 1975.

NICKOL, B. B. Phylum Acanthocephala. In: WOO, P. T. K. (Ed). **Fish diseases and disorders, volume 1: Protozoan and metazoan infections**, Wallingford: CAB International, 1995. Cap. 13, p. 447-473.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988, 434p.

OLIVA, M. E.; GONZALEZ, M. T. The decay of similarity over geographical distance in parasite communities of marine fishes. . **Journal of Biogeography**. Oxford, v. 32, n. 8, p. 1327-1332, 2005.

OLIVERO-VERBEL, J. *et al.* *Contracaecum* sp. infection in *Hoplías malabaricus* (moncholo) from rivers and marshes of Colombia. **Veterinary Parasitology**. Amsterdam, v. 140, n. 1-2, p. 90-97, 2006.

OYAKAWA, O. T. Family Erythrinidae. In: REIS, R. E *et al.* (Eds). **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. Cap. xxx, p. 238-240.

PALIKOVA, M.; BARUS, V. Mercury content in *Anguillicola crassus* (Nematoda) and its host *Anguilla anguilla*. **Acta Veterinaria Brno**. Brno, v. 72, n. 2, p. 289-294, 2003.

PARAGUASSU, A. R. **Composição e estrutura das comunidades de metazoários parasitos de sete espécies de peixes do reservatório de Lajes, estado do Rio de Janeiro, Brasil**. (2006). 97 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

PARAGUASSU, A. R.; LUQUE, J. L. Metazoan parasites of six fishes species from Lajes Reservoir in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinarian Parasitology**. São Carlos, v. 16, n. 3, p. 121-128, 2007.

PARDO, C. S. *et al.* *Contracaecum* sp. (Anisakidae) in the fish *Hoplías malabaricus* captured in Ciénaga Grande de Lórica, Córdoba. **Revista MVZ Córdoba**. Córdoba, v. 13, n. 2, p. 1304-1314, 2008.

PAVANELLI, G. C. *et al.* **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 2.ed. Maringá: Eduem, 2002. 305p.

PEARSE, A. S. The fishes of Lake Valencia, Venezuela. **University of Wisconsin Studies in Science**, v. 1, [S.I.], p. 1-51, 1920.

PEREZ-DEL-OLMO, A. *et al.* Not everything is everywhere: The distance decay of similarity in a marine host-parasite system. **Journal of Biogeography**. Oxford, v. 36, n. 2, p. 200-209, 2009.

PINESE, J. P. P. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M .E. *et al.* **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: Eduel, 2002. Cap. xxx, p. 403-423.

PINTO, R. M.; NORONHA, D. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais, com chave para determinação das espécies. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 74, n. 3-4, p. 323-339, 1976.

PORTO, M. F. A; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

POULIN, R. Species richness of parasite assemblages: Evolution and patterns. **Annual**

Review of Ecology and Systematics. [S.I.], v. 28, [S.I.], p. 341-358, 1997.

POULIN, R. Another look at the richness of helminth communities in tropical freshwater fish. **Journal of Biogeography.** Oxford, v. 28, n. 6, p. 737-743, 2001.

POULIN, R. Are there general laws in parasite ecology? **Parasitology.** Cambridge, v. 134, n. 6, p. 763-776, 2007a.

POULIN, R. **Evolutionary Ecology of Parasites.** 2.ed. Princeton: Princeton University Press, 2007b. 342p.

POULIN, R. The structure of parasite communities in fish hosts: Ecology meets geography and climate. **Parassitologia,** Roma, v. 49, n. 3, p. 169-172, 2007c.

POULIN, R. Decay of similarity with host phylogenetic distance in parasite faunas. **Parasitology.** Amsterdam, v. 137, [S.I.], p.733-741, 2010.

POULIN, R.; GUEGAN, J. F. Nestedness, anti-nestedness, and the relationship between prevalence and intensity in ectoparasite assemblages of marine fish: a spatial model of species coexistence. **International Journal for Parasitology.** Amsterdam, v. 30, n. 11, p. 1147-1152, 2000.

POULIN, R.; LUQUE, J. L. A general test of the interactive-isolationist continuum in gastrointestinal parasite communities of fish. **International Journal for Parasitology.** Amsterdam, v. 33, n. 14, p. 1623-1630, 2003.

POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity.** Washington: Smithsonian Books. 2004.

POULIN, R.; VALTONEN, E. T. The predictability of helminth community structure in space: A comparison of fish populations from adjacent lakes. **International Journal for Parasitology.** Amsterdam, v. 32, n. 10, p. 1235-1243, 2002.

POWER, A. M. *et al.* Parasite infracommunities as predictors of harvest location of bogue (*Boops boops* L.): A pilot study using statistical classifiers. **Fisheries Research.** [S.I.], v. 72, n. 2-3, p. 229-239, 2005.

PRADO, C. P. A.*et al.* Spawning and parental care in *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Characiformes, Erythrinidae) in the Southern Pantanal, Brazil. **Brazilian Journal of Biology,** São Carlos, v. 66, n. 2B, p. 697-702, 2006.

RAZO-MENDIVIL, U. *et al.* A new Cryptogonimid (Digenea) from the Mayan Cichlid, *Cichlasoma urophthalmus* (Osteichthyes: Cichlidae), in several localities of the Yucatan Peninsula, Mexico. **Journal of Parasitology.** North Carolina, v. 94, n. 6, p. 1371-1378, 2008.

REGO, A. A. Cestodes parasites of Neotropical teleost freshwater fishes. In: SALGADO-MALDONADO, G. *et al.* (Eds). **Metazoan Parasites in the Neotropics: A Systematic and Ecological Perspective.** Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2000. [S.I.], 135-154 p.

REGO, A. A.; PAVANELLI, G. C. Novas espécies de cestóides proteocefalídeos parasitas de peixes não siluriformes. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 2, p. 91-101, 1990.

REGO, A. A. *et al.* Cestodes in South American freshwater teleost fishes: Keys to genera and brief description of species. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 299-367, 1999.

REIS, R. R. *et al.* **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. 729 p.

RIFFO, R.; GEORGE-NASCIMENTO, M. Variaciones de la abundancia de larvas de *Anisakis* sp. y *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Anisakidae) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* Lönnberg 1862: La importancia del sexo, tamaño corporal y dieta del hospedador. **Estudios Oceanológicos**, Antofagasta, v. 11, [S.I.], p. 79-84, 1992.

RILEY, J. The Biology of Pentastomida. **Advances in Parasitology**. London, v. 25, [S.I.], p. 45-128, 1986.

RINGUELET, R. Revision de los argúlidos argentinos (Crustacea, Branchiura) con el catálogo de las especies neotropicales. **Revista Del Museo de La Plata (Nueva Serie)**. La Plata, v. 3, [S.I.], p. 43-99, 1943.

RINGUELET, R. Argúlidos del Museo de La Plata. **Revista del Museo de La Plata**. La Plata, v. 5, n. 33, p. 1-296, 1948.

RINGUELET, R. A. *et al.* **Los peces argentinos de água dulce**. Buenos Aires: Comission de Investigación Científica, 1967. 602p.

ROHDE, K. **Ecology of marine parasites**. St. Lucia: University of Queensland Press, 1982. 245p.

ROHDE, K. *et al.* Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **International Journal for Parasitology**. Amsterdam, v. 25, n. 8, p. 945-970, 1995.

ROSIM, D. F. *et al.* Parasitismo de *Hoplias malabaricus* (Block, 1974) (Characiformes, Erythrinidae) por *Quadrigyrus machadoi* Fabio, 1983 (Eoacanthocephala, Quadrigyridae) de uma lagoa de Aguaí, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Carlos, v. 14, n. 4, p. 147-153, 2005.

SALGADO-MALDONADO, G.; NOVELO-TURCOTTE, M. T. *Acanthocephalus amini* n. sp (Acanthocephala: Echinorhynchidae) from the freshwater fish *Cichlasoma urophthalmus* (Gunther) (Cichlidae) in Mexico. **Systematic Parasitology**. Netherlands, v. 73, n. 3, p. 193-198, 2009.

SANTOS, C. P. *et al.* Checklist of Acanthocephala associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**. [S.I.], v. 1938, [S.I.], p. 1-22, 2008.

SARAIVA, A. *et al.* Nematode parasites of characoid fishes from Brazil. **Bulletin of the European Association of Fish Pathologists**. [S.I.], v. 26, n. 6, p. 271-274, 2006.

- SCHAEFER, S. A. Conflict and resolution: Impact of new taxa on phylogenetic studies of the neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: MALABARBA, L. R *et al.* (Eds). **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Porto Alegre: Edipucrs, 1998. Cap. xxx, p. 375-400.
- SCHUBART, O. Ubereinen subtropischen Fluss Brasiliens, den Mogi-Guaçu, insbesondere seine physikalischen Bedingungen wie Wasserstand, temperatur und sichtiefe. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 48, [S.I.], p. 350-430, 1953.
- SCOTT, D. W. **Multivariate density estimation: Theory, practice, and visualization**. New York: John Wiley & Sons, 1992. 317p.
- SEIFERTOVA, M. *et al.* Metazoan parasites of freshwater cyprinid fish (*Leuciscus cephalus*): Testing biogeographical hypotheses of species diversity. **Parasitology**. Cambridge, v. 135, n. 12, p. 1417-1435, 2008.
- SHORROCKS, B. Local diversity: A problem with too many solutions. In: HOCHBERG, M. E. *et al.* (Eds). **Aspects of the Genesis and Maintenance of Biological Diversity**. Oxford: Oxford University Press. Cap. XX, p. 104–122, 1996.
- SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica (Para Ciências do Comportamento)**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350p.
- SILVA, N. M. M. *Argulus spinulosus* sp. n. (Branchiura: Argulidae), em peixes de água doce do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia-Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 56, [S.I.], p. 15-23, 1980.
- SILVANO, R. A. M *et al.* **Peixes do alto rio Juruá (Amazônia, Brasil)**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 2001. 300p.
- SOININEN, J. *et al.* The distance decay of similarity in ecological communities. **Ecography**. Oxford, v. 30, n. 1, p. 3-12, 2007.
- STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of American Statistical Association**, Alexandria, v. 21, n. 153, p. 65-66, 1926.
- SUAREZ-MORALES, E.; SANTANA-PINEROS, A. M. A new species of *Ergasilus* (Copepoda: Cyclopoida: Ergasilidae) from coastal fishes of the Mexican Pacific. **Folia Parasitologica**. Ceske Budejovice, v. 55, n. 3, p. 224-230, 2008.
- SURIANO, D. M. The genus *Urocleidoides* Mizelle and Price, 1964 (Monogenea: Ancyrocephalidae) parasitizing Characoidei fishes in Argentina. **Physis (Buenos Aires)**, **Secc. B**. Buenos Aires, v. 53, n. 124-125, p. 1-6, 1997
- SZIDAT, L.; SCHUBART, O. Neue und seltene parasitische süswasser-Asseln der familie Cymothoidae aus dem Rio Mogi Guassu, Brasilien (Isopoda). Rio de Janeiro: **Anais da Academia Brasileira da Ciência**, v. 32, [S.I.], p. 107-124, 1960.
- TAKEDA, A. M. *et al.* Distribuição espacial de zoobentos do ressaco Pau Véio e do Canal Cortado. In: Seminário Regional de Ecologia, VIII, São Carlos. **Anais do...**, 1997. p. 127-139.

TAKEMOTO, R. M; *et al.* Parasitos de peixes de águas continentais. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T *et al.* **Sanidade de organismos Aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004. Cap. xxx, p. 179-198.

TAKEMOTO, R. M. *et al.* Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the upper Parana River, Brazil. **Journal of Helminthology**. Cambridge, v. 79, n. 1, p. 75-84, 2005.

TAKEMOTO, R. M. *et al.* Diversity of parasites of fish from the Upper Parana River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinarian Parasitology**. São Carlos, v. 69, n. 2, p. 691-705, 2009.

TAPHORN, D. C. **The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela - Monografias Cientificas del Museo de Ciencias Naturales - Edición Especial n 4**. Guanare: BioLlania, 1992. 537 p.

TERBORGH, J. Chance, habitat and dispersal in distribution of birds in West-Indies. **Evolution**. Oxford, v. 27, n. 2, p. 338-349, 1973.

THATCHER, V. E. The isopod parasites of South American fishes. In: SALGADO-MALDONADO, G. *et al.* (Eds). **Metazoan Parasites in the Neotropics: A Systematic and Ecological Perspective**. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2000. [S.I.], p.193-226.

THATCHER, V. E. The isopods of South American fishes. Belém: Imprensa Ministério de Ciência e Tecnologia e Museu Paraense Emílio Goeldi, 2004. 31p.

THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasite**. 2.ed. Moscow: Pensoft, 2006. 508p.

THATCHER, V. E.; BRASIL-SATO, M. C. *Ergasilus chelangulatus* sp nov (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of the freshwater catfish, *Pimelodus maculatus* from the upper Sao Francisco River, Brazil. **Brazilian Journal of Zoology**. Curitiba, v. 25, n. 3, p. 512-514, 2008a.

THATCHER, V. E.; BRASIL-SATO, M. C. *Ergasilus salmini* sp nov (Copepoda: Ergasilidae) a branchial parasite of "dourado", *Salminus franciscanus* from the upper Sao Francisco River, Brazil. **Brazilian Journal of Zoology**. Curitiba, v. 25, n. 3, p. 555-557, 2008b.

THIELE, J. Beiträge zur Morphologie der Arguliden. **Mitteilungen aus der Zoologischen Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin**. Berlin, v. 2, [S.I.], p. 5-51, 1904.

TIMI, J. T. Parasites as biological tags for stock discrimination in marine fish from South American Atlantic waters. **Journal of Helminthology**. Cambridge, v. 81, n. 2, p. 107-111, 2007.

TIMI, J. T.; POULIN, R. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? **International Journal for Parasitology**. Amsterdam, v. 33, n. 12, p. 1353-1362, 2003.

TIMI, J. T. *et al.* Seasonal stability and spatial variability of parasites in Brazilian sandperch *Pinguipes brasilianus* from the Northern Argentine Sea: Evidence for stock discrimination. **Journal of Fish Biology**. Oxford, v. 74, n. 6, p. 1206-1225, 2009.

TIMI, J. T. *et al.* Similarity in parasite communities of the teleost fish *Pinguipes brasilianus* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. **International Journal for Parasitology**. Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 243-254, 2010.

TRAVASSOS, L. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira XIV. Espécies brasileiras da família Gorgoderidae Looss, 1901. **Brasil Médico**, v. 36, p. 17-20, 1922

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T. Relatório da excursão do Instituto Oswaldo Cruz ao norte do Estado do Espírito Santo, junto ao Parque Reserva e Refúgio Soóretama, em fevereiro de 1948. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 3, p. 605-631, 1948.

TRAVASSOS, L.; KOHN, A. Lista dos helmintos parasitos de peixes encontrados na estação experimental de biologia e piscicultura de Emas, Pirassununga, Estado de São Paulo. **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia de São Paulo**. São Paulo, v. 17, n. 5, p. 35-52, 1965.

TRAVASSOS, L. *et al.* Fauna helmintológica dos peixes de água doce do Brasil. **Archivos do Instituto Biológico**, v. 1, p. 5-68, 1928.

TRAVASSOS, L. *et al.* Trematódeos do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 67, n. 1, p. 1-884, 1969.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632p.

VARI, R. P.; MALABARBA, L. R. Neotropical ichthyology: An overview. In: MALABARBA, L. R. *et al.* (Eds). **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**. Porto Alegre: Edipucrs, 1998. Cap. xxx, p. 1-11.

VAZ, Z.; PEREIRA, C. Contribuição ao conhecimento dos nematóides de peixes fluviais do Brasil. **Archivos do Instituto Biológico de São Paulo**. São Paulo, v. 5, n. 1, p. 87-103, 1934.

VAZZOLER, A. E. A. de M.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimento sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992.

VENARD, C. E.; BANGHAM, R. V. *Sebekia oxycephala* (Pentastomida) from Florida fishes and some notes on the morphology of the larvae. **Ohio Journal of Science**. Columbus, v. 41, [S.I.], p. 23-28, 1941.

VIANA, L. Tentativa de catalogação das espécies brasileiras de trematódeos. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 95-227, 1924.

VICENTE, J. J.; PINTO, R. M. Nematóides do Brasil. Nematóides de peixes. Atualização: 1985-1998. **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba, v. 16, n. 3, p. 561-610, 1999.

VICENTE, J. J. *et al.* Nematóides do Brasil 1a. Parte: Nematóides de peixes. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 1-88, 1985.

VIDAL-MARTÍNEZ *et al.* **Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico**. Prague: Academia, 2001. 185p.

WEICHMAN, M. A.; JANOVY, J. Parasite community structure in *Pimphales promelas* (Pisces: Cyprinidae) from two converging streams. **Journal of Parasitology**. North Carolina, v. 86, n. 3, p. 654-656, 2000.

WEIHER, E.; KEDDY, P. **Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats**. 1.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. 418p.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum. Vol. IV. Monogenea & Aspidocotylea**. New York: Interscience Publishers, 1963a. 699 p.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum. Vol. 5. Acanthocephala**. New York: Wiley Interscience, 1963b. 423p.

YAMAGUTI, S. **Parasitic Copepoda and Branchiura of Fishes**. Oxford: Wiley InterScience, 1963c. 1104p.

YAMAGUTI, S. **Synopsis of Digenetic Trematodes of Vertebrates**. Tokyo: Keigaku Publishers Co., 1971a. 1074 p. v. 1-2.

YOUNG, P.S. **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 717p. (Série Livros, no. 6).

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662p.