

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

RODRIGO JUNIO DA GRAÇA

Estudo taxonômico e ecológico de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de brânquias  
de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície de  
inundação do alto rio Paraná, Brasil

Maringá

2012

RODRIGO JUNIO DA GRAÇA

Estudo taxonômico e ecológico de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de brânquias de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

**Orientador:** Dr. Ricardo Massato Takemoto

Maringá

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

G729e Graça, Rodrigo Junio da  
Estudo taxonômico e ecológico de *Monogenea*  
(Platyhelminthes) parasitos de brânquias de *Hoplías* aff.  
*malabaricus* (Boch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície  
de inundação do alto rio Paraná, Brasil / Rodrigo Junio da  
Graça. -- Maringá, 2012.  
82 f. : il. figs., tabs. + Anexos

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Massato Takemoto.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-  
Graduação em Biologia Comparada, 2012.

1. Parasitos branquiais - *Monogenea* - *Hoplías* aff.  
*malabaricus* - trairas - Taxonomia - ecologia - Planície de  
inundação - Alto rio Paraná - Brasil. 2. *Monogenea* -  
*Dactylogyridae* - *Hoplías* aff. *malabaricus*. 3. Parasitismo -  
Peixes. 4. *Hoplías* aff. *malabaricus* - (Boch, 1794) -  
Parasitos branquiais - Alto rio Paraná. 5. Peixes de água  
doce - Parasitismo - Alto rio Paraná. I. Takemoto, Ricardo  
Massato, orient. II. Universidade Estadual de Maringá.  
Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Comparada. III. Título.

CDD 21.ed. 592.4417609816

MN-0000179

## FOLHA DE APROVAÇÃO

RODRIGO JUNIO DA GRAÇA

Estudo taxonômico e ecológico de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de brânquias de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Ricardo Massato Takemoto  
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof<sup>a</sup>. Dra. Marion Haruko Machado  
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rubens Riscalá Madi  
Universidade Tiradentes (Aracajú)

Aprovado em: 24 de fevereiro de 2012.

Local de defesa: Auditório do Nupélia, Bloco H 90, campus da Universidade Estadual de Maringá.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, por me fortalecer diante das dificuldades e pela oportunidade de vivenciar este momento único.

A minha família pelo apoio incondicional, por sempre me incentivar a ir atrás dos meus objetos, e por estar sempre presente nos momentos de alegria ou de tristeza.

A Flávia meu grande amor e fiel companheira, que sempre esteve presente nas conquistas e nas derrotas como incentivadora ou com seu ombro amigo.

Ao Professor Ricardo pela estrutura fornecida no laboratório, orientação, ensinamentos, paciência e por ser um exemplo a ser seguido.

A Professora Marion pelas contribuições no projeto que culminou neste trabalho, também pela amizade e por ter acompanhado e contribuído com minha formação desde início.

Ao Fábio pelas contribuições no projeto e no desenvolvimento deste trabalho, também pela amizade e pelas aulas de tênis grátis.

Aos amigos do laboratório de Ictioparasitologia, Bruno, Geza, Mary, Eliane, Luiza, Ana Paula, Letícia, Carol, Michele, Ana Paula, Thamy, Djamy, Guilherme, Antonio e Fabrício pela amizade, gargalhadas e contribuições diretas ou indiretas para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos do Centro Universitário de Maringá, Sérgio, Aline, Cida, Carina, Glaciane, Márcia, Vanessa e Aléx que me incentivaram a fazer a seleção deste mestrado e pela amizade.

Ao Leandro, Márcio, Júnior, Fábio, Jasson, Adriana, Rejane, Claudinha, Talita, Olga, Shirley, Kelly, Glisy, Marcel, Luizinho, Lis, Evê, Thaise, Luciano, Rosa e Bruna pela amizade e momentos de alegria.

A Marcinha pela competência, simpatia e carinho com todos nós alunos do curso de pós-graduação em Biologia Comparada.

A Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de pós-graduação em Biologia Comparada pela vaga e pela estrutura oferecida aos alunos.

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura “Nupélia”, Projeto Peld e a todos envolvidos neste projeto pelo auxílio nas coletas e pela estrutura fornecida.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

## EPÍGRAFE

*“A vida nos impõe barreiras que só o tempo nos ensinará a ultrapassar”*

Estudo taxonômico e ecológico de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de brânquias de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.

## RESUMO

Entre os vertebrados mais parasitados estão os peixes, isto se dá provavelmente pelas peculiaridades existentes no meio aquático que facilita o acesso e a penetração dos agentes patogênicos, a propagação, conclusão do ciclo de vida e outros fatores importantes para a sobrevivência dos parasitos. A fauna parasitária dulcícola pode apresentar diferentes composições, dependendo da espécie de hospedeiro, do nível da cadeia trófica em que o hospedeiro se enquadra, da idade, do tamanho, do sexo assim como de outros fatores bióticos e abióticos. Constantemente novas espécies de parasitos de peixes são descritas no Brasil, somente para peixes dulcícolas foram registradas 1050 espécies de parasitos em 620 hospedeiros. Considerando a diversidade de peixes de água doce do Brasil e o fato de que cada espécie é parasitada por um número variável de parasitas, pode-se concluir que a diversidade de parasitas em peixes é muito grande. No presente estudo foram analisados 54 espécimes de traíras *Hoplias aff. malabaricus* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, entre março de 2010 a março de 2011. Todas as traíras estavam parasitadas por pelo menos uma espécie de Monogenea. O número total de parasitos encontrados foi de 3.640 espécimes. Foram registradas nove espécies de monogenéticos parasitando brânquias de *Hoplias aff. malabaricus* coletadas na planície de inundação do alto rio Paraná. Quatro espécies pertencentes ao gênero *Urocleidoides*. Duas espécies que foram descritas parasitando brânquias de *Pterodoras granulosus*, *Cosmetocleithrum bulbocirrus* e *Vancleaveus janauacaensis*. As demais espécies são novas para a ciência, *Anacanthorus* sp. n., Dactylogyridae Gen. n. sp. e Dactylogyridae Gen. sp. n. A espécie de maior prevalência foi *Urocleidoides cuiabai* com 96,29 % seguida de *U. malabaricus* com 92,59 %.

Palavras-chave: Parasitismo, adaptações à vida parasitária, evolução do parasitismo, *Hoplias aff. malabaricus*, traíras, Monogenea, ectoparasitos de peixes, planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.



Taxonomic and ecologic study of the Monogenea (Platyhelminthes) parasites of the gills *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch) (Pisces Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil.

### **ABSTRACT**

Among the vertebrates, fishes are the most parasitized, probably because of the peculiarities of the aquatic environment that facilitates the access and the penetration of pathogens, the complete of the life cycle and other factors that are important to the survival of parasites. The parasitary composition may be different due to the host species, to the level on the food chain in which the host is inserted, to the age, size and sex of the host, as well as to other biotic and abiotic factors. Constantly new species of fish parasites are described, counting 1050 species of parasites recorded in 620 freshwater fish species only in Brazil. Considering the freshwater fish diversity in Brazil and the fact that each species is parasitized by a variable number of parasites, it can be concluded that the parasites diversity in fish is very large. We analyzed 54 specimens of “traíras” *Hoplias* aff. *malabaricus* collected in the floodplain of the Paraná River, between March 2010 and March 2011. All the “traíras” were parasitized by at least one species of Monogenea. It was found a total of 3640 specimens of parasites. We recorded nine species of monogenetics, including four species of the genus *Urocleidoides*. Two of the species described on this work have been already described on the gills of *Pterodoras granulosus*, *Cosmetocleithrum bulbocirrus* and *Vancleaveus janauacaensis*. The remaining species are new to science, *Anacanthorus* sp. n., Dactylogyridae Gen. n. sp. and Gen. Dactylogyridae sp. n. The most prevalent species was *Urocleidoides cuiabai* with 96.29%, followed by *U. malabaricus* with 92.59%.

Keywords: Parasitism, adaptations to parasitic life, parasitism evolution, *Hoplias* aff. *malabaricus*, “traíras”, Monogenea, Ancyrocephalinae, Dactylogyridae, fish ectoparasites, the upper Paraná river floodplain, Brazil.

## Sumário

1.Introdução.....	11
Capitulo 1: Revisão Bibliográfica .....	13
1.Origem do Parasitismo .....	13
2. Adaptações a Vida Parasitária.....	14
3. Algumas mudanças causadas pelos parasitos em seus respectivos hospedeiros.....	15
4. Parasitismo em peixes .....	17
4.1. Protozoa .....	18
4.2. Monogenea.....	18
4.3. Trematoda .....	19
4.4. Cestoda.....	20
4.5. Nematoda .....	21
4.6. Acantocephala .....	22
4.7. Crustacea .....	22
4.7.1 Copepoda.....	22
4.7.2 Branchiura.....	23
4.7.3 Isopoda .....	24
5. Referências .....	25
CAPÍTULO 2: Estudo taxonômico de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de brânquias de <i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.....	29
1. Resumo.....	29
Taxonomic study of the Monogenea (Platyhelminthes) parasites of the gills <i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch) (Pisces Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil.....	30
2. Abstract .....	30
3. Introdução.....	31
4. Material e Métodos.....	32

4.1 Caracterização da área de estudo .....	32
4.2 Coleta, preparação e montagem dos parasitos .....	33
5. Resultados.....	33
6. Discussão .....	52
7. Referências .....	54
8. Anexo I.....	57
CAPÍTULO 3: Aspectos ecológicos de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos branquiais e seu hospedeiro <i>Hoplias aff. malabaricus</i> (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.....	59
1. Resumo.....	59
Ecological aspects of Monogenea gill parasites (Platyhelminthes) and its host <i>Hoplias aff. malabaricus</i> (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) in the floodplain of the upper Paraná River, Brazil. ....	60
2. Abstract .....	60
3. Introdução.....	61
4. Materiais e Métodos .....	62
4.1 Caracterização da área de estudo .....	62
4.2 Coleta dos hospedeiros.....	62
4.3 Coleta, fixação, preparação e montagem dos parasitos.....	63
4.4 Análises estatísticas.....	63
5. RESULTADOS .....	65
5.1 Estrutura da comunidade parasitária .....	65
5.2 Comprimento padrão.....	66
5.3 Sexo.....	67
5.4 Fator de condição relativo (Kn) .....	68
5.5 Subsistemas .....	69

6. Discussão .....	70
6.1 Estrutura da comunidade parasitária .....	70
6.2 Comprimento padrão.....	71
6.3 Sexo.....	72
6.4 Fator de Condição .....	73
6.5 Subsistemas .....	73
7. Referências .....	75
8. Anexo II.....	80

## 1. Introdução

A necessidade de obter energia para persistir como espécie e manter-se frente aos processos seletivos, levou muitos organismos a diferentes formas de relacionamento com o ambiente, uma delas é chamada parasitismo (ARAÚJO; FERREIRA; CAMILLO-COURA; GONÇALVES, 2000). Parasitos são seres que encontram seu hábitat em outro ser que geralmente é de espécie diferente, seu hospedeiro (ARAÚJO; FERREIRA, 1997). O parasitismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes na qual um dos participantes, o parasito, pode prejudicar o seu hospedeiro ou de alguma maneira vive à custa deste. O parasito pode causar danos mecânicos ou estimular uma resposta inflamatória ou imune, ou simplesmente roubar nutrientes de seu hospedeiro (SCHMIDT; ROBERTS, 2009).

Os hospedeiros podem ser vertebrados ou invertebrados, assim pode-se dizer que todos os animais podem atuar como hospedeiros de uma ou mais espécies de parasitos. Segundo Schmidt e Roberts (2009) hospedeiros podem ser classificados de acordo com o papel que ele desempenha no ciclo de vida do parasito. Hospedeiros definitivos são aqueles em que o parasito alcança a maturidade sexual. E o hospedeiro intermediário é importante para o desenvolvimento do parasito, mas nele o parasito ainda está em um estágio larval, portanto ainda não se reproduz.

Entre os vertebrados mais parasitados estão os peixes, isto se dá provavelmente pelas peculiaridades existentes no meio aquático que facilita o acesso e a penetração dos agentes patogênicos (THATCHER, 1981) a propagação, conclusão do ciclo de vida e outros fatores importantes para a sobrevivência dos parasitos. Os peixes também podem ser considerados o substrato vivo com maior tempo de exposição e disponível para a adaptação de organismos simbioses (MALTA, 1984).

No Brasil até o ano de 2010 foram registradas 1050 espécies de parasitos de peixes de água doce, em 620 hospedeiros (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Todos os peixes abrigam pelo menos uma espécie de parasito, da mesma forma como todos os órgãos e/ou estruturas dos hospedeiros apresentam potencial para ser um sítio de infecção/infestação (TAKEMOTO; LIZAMA; GUIDELLI; PAVANELLI, 2004).

O interesse pelos parasitos de peixes primeiramente foi despertado pelos prejuízos econômicos causados por estes organismos nas pisciculturas. Hoje, de maneira crescente já pode – se observar que os estudos no Brasil tem enfoque não apenas na prevenção e tratamento contra doenças nas criações de peixes, mas também buscam conhecer as espécies

através de estudos taxonômicos e compreender alguns aspectos ecológicos, evolutivos, biogeográficos que são determinantes para a presença destes organismos em determinado ambiente e hospedeiro.

Assim, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo taxonômico e ecológico de monogenéticos parasitos de brânquias de *Hoplias* aff. *malabaricus* na planície de inundação do alto rio Paraná, visando a descrição de novas espécies e também novos registros deste grupo de parasitos nesta espécie de peixe. Ainda foram verificados quais fatores bióticos que influenciaram nos níveis de parasitismo nestes hospedeiros.

## Capítulo 1: Revisão Bibliográfica

### 1. Origem do Parasitismo

O parasitismo obviamente surgiu de grupos de animais de vida livre (POULIN, 2007). Sua origem remonta a milhões de anos, sendo esta teoria reforçada por registros fósseis encontrados em diferentes regiões do planeta (CONWAY MORRIS, 1981 citado por POULIN, 2007). Poulin (1995) afirmou que o parasitismo evoluiu independentemente várias vezes em diferentes grupos de animais. Assim a evolução dos parasitos não segue regras rígidas, mas pode sim seguir uma variedade de caminhos, sendo que estes caminhos levam ao sucesso de transmissão.

Variáveis ambientais e a própria biologia dos hospedeiros moldaram parcialmente a evolução dos parasitos, de modo que ela procede de forma diferente e em diferentes sistemas (POULIN, 1995). Segundo Araújo, Ferreira, Camillo-Coura e Gonçalves (2000) existem duas grandes vias de origem dos parasitos nas espécies atuais de hospedeiros, sendo que uma é a via filogenética, em que os parasitos foram herdados de ancestrais, a outra, chamada via ecológica, em que os parasitos foram adquiridos do ambiente ou de outros hospedeiros não relacionados filogeneticamente.

Na primeira os parasitos têm uma relação de coevolução com seu hospedeiro, ou seja, grupos de hospedeiros filogeneticamente próximos compartilham parasitos em comum ou com algum grau de parentesco, estas espécies são chamadas de específicas. Brooks e Glen (1982) ao fazer a análise cladística de 13 espécies de nematóides do gênero *Enterobius* observaram que a relação destes parasitos com alguns primatas suportam a noção de que os parasitos evoluíram juntamente com seus hospedeiros (coevolução). Esta relação de especificidade também pode ser observada em algumas espécies de monogenéticos ectoparasitos de peixes que frequentemente estão relacionadas a uma família ou mesmo a gêneros de peixes (ROHDE, 1979), demonstrando uma possível coevolução parasita-hospedeiro.

Na via ecológica os parasitos são registrados em certos hospedeiros e com o tempo passam a ser encontrados em espécies de hospedeiros diferentes que vivem no mesmo hábitat do hospedeiro natural (ARAÚJO; FERREIRA; CAMILLO-COURA; GONÇALVES, 2000). Um exemplo de parasito que se enquadra nesta via é o nematóide parasito de peixe *Contracaecum* sp. que segundo Takemoto, Lizama, Guidelli e Pavanelli (2004) era registrado em poucas espécies de peixes da planície de inundação do Alto rio Paraná e atualmente é a espécie de nematóide que ocorre com maior frequência em peixes desta região. Este fato

demonstra que este parasito pouco especifico se utiliza de vários hospedeiros em determinado habitat para concluir com sucesso seu ciclo de vida.

Parasitas altamente específicos como os monogenéticos também podem utilizar a via ecológica de transmissão para sobreviver em determinado ambiente. Neste sentido pode - se citar aqui o exemplo de Müller (2008) que ao estudar ciclideos coletados nas lagoas do rio das Pedras no estado de São Paulo registrou a ocorrência de monogenéticos *Notozothecium*, gênero este que segundo Thatcher (2006) era registrado somente em peixes serrasalmídeos. De acordo com Poulin (1992) a troca de hospedeiros pelos parasitos tem relação com a disponibilidade de hospedeiros que permitam sucesso de colonização com condições particulares e necessárias para a sobrevivência e transmissão dos parasitos.

## 2. Adaptações a Vida Parasitária

Para que ocorra o parasitismo primeiramente deve ocorrer o encontro entre parasito e hospedeiro, mas somente o fato de ambos co habitarem não implica que ocorrerá o parasitismo. A oportunidade do encontro é somente um dos pré-requisitos para que esta associação interespecífica ocorra. O suposto parasito tem que possuir pré-adaptações para sobreviver, se alimentar e reproduzir no hospedeiro, com mais eficiência que seus ancestrais de vida livre (POULIN, 2007).

Os parasitos são normalmente muito menores que seus hospedeiros (POULIN, 1995), e vivem na superfície corporal ou no interior do corpo destes. Ricklefs (2009) afirmou que a despeito das vantagens de um ambiente confortável e de um suprimento de nutrição bem a mão, a vida de um parasito não é fácil. Os hospedeiros têm diversos mecanismos para reconhecer os invasores e destruí-los. Além disso, os parasitos devem se dispersar através de um ambiente hostil para passar de um hospedeiro para outro. Dessa maneira os parasitos demonstram adaptações características ao seu modo de vida.

Entre as principais adaptações apresentadas pelos parasitos estão: estruturas de fixação nos hospedeiros, especialização do tegumento para a absorção de nutrientes do hospedeiro, proteção contra sucos gástricos e estruturas quimiosensoriais que permite o reconhecimento do hospedeiro, em alguns grupos ausência do sistema digestório (HAYUNGA, 1991), tamanho corporal reduzido, aumento da capacidade reprodutiva e ciclos de vida complexos com um ou mais estágios para poderem enfrentar o ambiente externo e aumentar a chance de encontro com o próximo hospedeiro do ciclo de vida.



Estas adaptações comumente são citadas pela maioria dos livros da área de parasitologia, porém as adaptações mais comentadas dos parasitos são o tamanho corporal reduzido, aumento da fecundidade e estruturas de fixação. Poulin (1995) afirmou que a idéia de que os parasitos evoluem na direção da complexidade estrutural reduzida e menor tamanho corporal, é equivocada e acontece, porque os estudos relacionam os parasitos com seus hospedeiros. De acordo com Poulin (2007) a comparação entre os parasitos e seus respectivos hospedeiros é incorreta para o estudo de evolução e adaptações ao modo de vida parasitária, pois logicamente um vertebrado será maior e estruturalmente mais complexo que seu respectivo parasito. Para o estudo de adaptações e evolução dos parasitos a comparação deve ser feita entre indivíduos de vida livre que tem certo parentesco com o parasito objeto de estudo (COMBES, 2005; POULIN, 1995).

No parasitismo outro fator essencial é a sobrevivência ao ataque do sistema imunológico dos hospedeiros (COMBES, 2001). Determinados parasitos produzem substâncias químicas que afetam o sistema imunológico de seus hospedeiros. Outros apresentam proteínas na superfície celular que imitam as proteínas do próprio hospedeiro e assim escapam a detecção pelo sistema imunológico (RICKLEFS, 2009).

Brooks e Mclennam (1993) citado por Poulin (2007) ao examinarem as taxas de perdas e inovações em caracteres em helmintos parasitos, observaram que as inovações nas características morfológicas são maiores que a perda de estruturas. Deste modo estes estudos demonstram que os parasitos não são mais simples que os animais de vida livre, apenas são especializados para um modo diferente de existência (POULIN, 2007). Assim a direção da evolução do corpo dos parasitos é mais variável do que se acredita e que vários são os fatores que influenciam e que estes não seguem uma regra geral (POULIN, 1995).

### *3. Algumas mudanças causadas pelos parasitos em seus respectivos hospedeiros*

O estudo da relação parasito hospedeiro está intimamente associado com o entendimento dos mecanismos de defesa do hospedeiro e na evolução da virulência pelo patógeno (THOMAS; GUÉGAN; RENAUD, 2009). Odum (1988) mencionou que, aparentemente os efeitos negativos causados pela virulência dos parasitos ao seu hospedeiro tendem a ser menores em termos quantitativos quando parasitos e hospedeiros tem uma história evolutiva comum num ecossistema relativamente estável. Em outras palavras, a seleção natural tende a levar a uma redução nos efeitos prejudiciais, ou à eliminação total da

interação, uma vez que a depressão intensa contínua de uma população de hospedeiros por seus parasitos pode levar ambos à extinção.

A influência que os parasitos têm na evolução dos organismos de vida livre é para muitos cientistas um fator central e para outros um fator inescapável, pois todos os organismos são afetados por alguma espécie de parasito. Antigamente os estudos focavam principalmente nos efeitos que os parasitos tinham na fecundidade e sobrevivência de seus hospedeiros. As pesquisas atuais têm demonstrado que os parasitos causam um número de consequências inesperadas em diversas características de seus hospedeiros, em especial na morfologia e/ou na fisiologia. Os parasitos podem alterar fortemente a cadeia trófica, a variabilidade genética e demográfica de populações hospedeiras e as interações competitivas entre as espécies com um potencial invasivo (THOMAS; GUÉGAN; RENAUD, 2009).

Alterando as características particulares de seus hospedeiros, parasitos podem ser responsáveis pela criação de seu hábitat, tornando assim, o hospedeiro um ambiente favorável a sua sobrevivência através de modificações em estruturas, células e até mesmo na fisiologia do hospedeiro (TINSLEY, 2005).

Os parasitos do gênero *Diplostomum* são conhecidos por provocar alterações comportamentais em seus hospedeiros (SEPPÄLÄ, 2005). Estes parasitos quando presentes em peixes podem causar patogenia significativa, denominada “catarata verminosa” ou “diplostomíase” (MARTINS; FUJIMOTO; NASCIMENTO; MORAES, 1999). Como os peixes geralmente funcionam como segundo hospedeiro intermediário no ciclo de vida destes parasitos, sendo os principais sítios de infecção os olhos e o encéfalo (MACHADO; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2005), estas metacercárias afetam a visão, o que pode alterar aspectos comportamentais do peixe (GALAZZO; DAYANANDAN; MARCOGLIESE; MCLAUGHLIN, 2002). A cegueira ou a visão deficiente, propiciada pela presença destes parasitos, torna o peixe mais susceptível à predação, facilitando a transmissão do parasito para o hospedeiro definitivo (EIRAS, 1994). Segundo Seppälä (2005) a manipulação do peixe pelo parasito pode ser uma eficiente estratégia para aumentar as chances de transmissão e assim concluir seu ciclo de vida.

*Paragordius tricuspidatus* (Nematomorpha) também é uma espécie de parasito que altera o comportamento de seu hospedeiro para aumentar as chances de conclusão de seu ciclo de vida. Este helminto manipula seus hospedeiros em duas etapas distintas, primeiramente induzindo o artrópode a um comportamento errático e em seguida a indução ao suicídio. O hospedeiro é induzido pelo parasito a se lançar no meio aquático que é o local onde o parasito

vive quando adulto e assim concluindo seu ciclo de vida (SANCHEZ; PONTON; SCHMIDT-RHAESA; HUGHES; MISSE; THOMAS, 2008).

Outro exemplo conhecido de manipulação do hospedeiro pelo parasito é o causado pelo crustáceo *Sacculina carcini* (Rhizocephala) em seu hospedeiro caranguejo (COMBES, 2005), o parasita normalmente interrompe o processo de muda do hospedeiro, ocasionando em importantes mudanças fisiológicas para o mesmo (GISSLER, 1884; CHAN, 2004; THOMAS; BONSALE; DOBSON, 2005). A presença do parasito faz com que o hospedeiro não sofra mais muda, conseqüentemente este não crescerá mais e também não irá mais se reproduzir (COMBES, 2005).

Em uma ampla gama de condições, os parasitos não causam mudanças mensuráveis na reprodução, crescimento ou sobrevivência do hospedeiro (POULIN, 2007). Entretanto, através dos exemplos acima, podemos observar algumas das conseqüências da relação parasito-hospedeiro ao longo de milhões de anos. Assim longe de ser apenas meros causadores de doenças ou estrategistas, os parasitos são seres fascinantes que buscam sobreviver da melhor forma em seu hábitat que é o hospedeiro.

#### 4. Parasitismo em peixes

Os peixes de águas interiores são um recurso natural dos mais preciosos em nosso país, e o conhecimento deste fato tem elevado o interesse pelo estudo da taxonomia e biologia, as quais contribuem significativamente para o estabelecimento de medidas adequadas de gestão e proteção das populações naturais (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Juntamente com os peixes estudados está à fauna simbiótica, composta por microorganismos e macrorganismos, entre os quais estão principalmente os parasitos. A fauna parasitária de peixes dulcícolas pode apresentar diferentes composições, dependendo das espécies de hospedeiro, do nível da cadeia trófica em que o hospedeiro se encontra, da idade, do tamanho, do sexo e de outros fatores bióticos e abióticos (TAKEMOTO; LIZAMA; GUIDELLI; PAVANELLI, 2004).

No Brasil os trabalhos sobre parasitos de peixes são principalmente de cunho taxonômico e ecológico, dando destaque para trabalhos realizados no Rio Paraná por Takemoto, Pavanelli, Lizama, Lacerda, Yamada, Moreira, Ceschini e Bellay (2009) e Takemoto, Pavanelli, Lizama, Luque e Poulin (2005) e na região amazônica, os trabalhos realizados por Kritsky, Thatcher e Boeger (1986) e Thatcher (2006). E com menor frequência

trabalhos como o realizado por Madi e Ueta (2009) utilizando parasitos de peixes em análises de alterações ambientais.

Constantemente novas espécies de parasitos de peixes são descritas no Brasil. Considerando a diversidade de peixes de água doce do Brasil e o fato de que cada espécie é parasitada por um número variável de parasitas, pode-se concluir que a diversidade de parasitas em peixes é muito grande. Em estudos realizados por Takemoto, Pavanelli, Lizama, Lacerda, Yamada, Moreira, Ceschini e Bellay (2009) entre os anos de 2000 a 2007 somente para a planície de inundação do alto rio Paraná, foram catalogadas 337 espécies de parasitos de peixes, sendo que destas 12 foram descritas como espécies novas.

Os peixes podem ser parasitados por várias espécies de organismos pertencentes a inúmeros filos (EIRAS, 1994), entre os principais estão os protozoários, helmintos e microcrustáceos.

#### 4.1. *Protozoa*

Os protozoários parasitos pertencem a diferentes filos, sendo assim, há diferentes formas entre os indivíduos. Há espécies que são ectoparasitas e outras endoparasitas obrigatórias. Algumas apenas parasitam os peixes em condições biológicas alteradas. A maioria das espécies tem um ciclo de vida monoxeno, enquanto que outras, em especial os parasitos sanguíneos necessitam de um segundo hospedeiro para completar seu ciclo de vida (EIRAS, 1994).

Os protozoários são muito importantes no âmbito da ictioparasitologia, pois algumas espécies são patogênicas, especialmente em pisciculturas, onde podem causar altas taxas de mortalidade em peixes, acarretando em prejuízos econômicos consideráveis (EIRAS, 1994).

Entre as espécies de protozoários mais comuns encontradas em peixes estão *Piscinoodinium pillulare*, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Chilodonella* e *Trichodina* (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008).

#### 4.2. *Monogenea*

Entre os grupos de parasitos mais importantes economicamente registrados em peixes estão os monogenéticos. Estes parasitos podem ser encontrados principalmente em brânquias, tegumento, bexiga urinária e narinas (EIRAS, 1994).

Como característica morfológica exclusiva, os monogenéticos possuem o haptor, um aparelho de fixação localizado geralmente na parte posterior do corpo, formado por uma série

de ganchos, âncoras e barras, de número e tamanhos variáveis, que são utilizados para a fixação no hospedeiro (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). Estes parasitos quando fixos no tegumento, causam lesões de gravidade variável, podendo verificar-se necrose das células, destruição de escamas e secreção abundante de muco. Quando presentes em grandes intensidades nas brânquias provocam, freqüentemente, hiperplasia celular e hipersecreção de muco, afetando a respiração do hospedeiro, podendo levá-lo a morte (EIRAS, 1994).

Devido a seu ciclo de vida monoxeno, os monogenéticos se reproduzem com grande rapidez e o confinamento de peixes da mesma espécie em tanques de piscicultura, é uma ótima condição para a proliferação, o que faz destes parasitos um dos grandes problemas desta atividade (TAKEMOTO; LIZAMA; GUIDELLI; PAVANELLI, 2004).

Os monogenéticos são encontrados tanto em peixes marinhos como de água doce. Segundo Thatcher (1981 e 2006), este grupo apresenta uma alta diversidade, sendo que no Brasil estão descritas cerca de 300 espécies dulcícolas pertencentes principalmente a duas famílias, Gyrodactilidae e Dactilogyridae. Entretanto acredita-se que ainda é conhecida uma pequena fração das espécies existentes (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Thatcher (2006) afirma que apenas cerca de 3% das espécies de monogenéticos da região Neotropical são conhecidas, e chama a atenção para o fato de que muitas espécies foram descritas pertencentes a gêneros que ocorrem na Europa ou América do Norte, sabendo-se que muitas dessas espécies descritas são exclusivamente encontradas em regiões Neotropicais, assim várias mudanças de gêneros têm sido efetuadas.

#### *4.3. Trematoda*

Os trematóides são platelmintos que frequentemente parasitam peixes marinhos e dulcícolas. Os espécimes adultos geralmente são hermafroditas e suas dimensões são variáveis, existindo indivíduos muito pequenos e outros macroscópicos. Estes helmintos têm um corpo geralmente arredondado, em forma de folha ou mesmo alongado. Na maioria das espécies existem duas ventosas, sendo uma anterior, que quase sempre rodeia a boca, e uma ventral, sensivelmente na linha média ventral a uma distância variável da extremidade anterior (EIRAS, 1994). Os trematóides adultos são encontrados geralmente no intestino de vertebrados. As metacercárias são encontradas principalmente encistadas na musculatura, tegumento, sistema nervoso, olhos, gônadas, rim e fígado (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

Possuem ciclo de vida complexo, envolvendo vários estágios de desenvolvimento: adulto, ovo, miracídio, esporocisto, esporocisto filho, rédia, cercária e metacercária. O primeiro hospedeiro intermediário é sempre um molusco, e os hospedeiros definitivos podem ser um peixe, um mamífero ou uma ave piscívora (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004).

A patogenia provocada pelos trematóides geralmente depende da espécie, localização, tamanho e fase de evolução dos parasitos (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). Os prejuízos causados na aquicultura podem também ser consideráveis, devido à mortalidade dos peixes e à depreciação dos filés provocados pela presença de metacercárias (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

#### *4.4. Cestoda*

Os cestóides são vulgarmente conhecidos como “tênias” constituem o grupo de parasitos mais especializados entre os platelmintos por estarem adaptados ao intestino dos seus hospedeiros vertebrados (BARNES; CALOW; OLIVE, 1995). Não possuem sistema digestório, sendo que sua nutrição se dá pela absorção direta pela neoderme de nutrientes disponíveis no intestino do hospedeiro. A neoderme dos cestóides é provida de microvilosidades denominadas microtríquias, que aumentam a superfície de absorção e parecem estar envolvidas na proteção contra enzimas proteolíticas do hospedeiro (BOEGER; PEREIRA, 2002).

Estes parasitos geralmente possuem corpo longo, em forma de fita, com escólex, que é um elaborado órgão de fixação com ventosas e espinhos, colo localizado logo abaixo do escólex e estróbilo, formado por vários proglotes dispostos longitudinalmente. Em cada proglote existe um conjunto de órgãos reprodutivos, e geralmente têm zonas de musculatura incipiente em sua extremidade anterior e posterior, marcada externamente por sulcos (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004).

A maioria dos cestóides que parasitam os peixes pertence à Eucestoda. Estes se caracterizam por possuírem um escólex, com o corpo segmentado e as larvas com seis ganchos (EIRAS, 1994). O ciclo de vida dos Eucestoda é sempre heteroxeno e mais ou menos complexo conforme o número de hospedeiros envolvidos, os peixes podem ser hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

A patogenia provocada por cestóides em peixes é muito variável, podendo ser causada pelas formas larvares e adultas. As larvas plerocercóides podem ser encontradas encapsuladas

em vários órgãos do hospedeiro ou livre na cavidade visceral, sendo a patogenia induzida dependente do tipo de parasita, hospedeiro e da intensidade da parasitose (EIRAS, 1994). A maioria dos cestóides adultos parece não provocar grandes prejuízos aos peixes já que os danos verificados apenas nos locais de fixação como leve irritação localizada. *Jauella glandicephallus* é um cestóide muito patogênico aos seus hospedeiros, estes parasitos quando adultos possui um escólex com a capacidade de perfurar a parede intestinal, atravessando – a e ficando com o escólex na cavidade visceral do peixe, provocando a formação de um nódulo cístico (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008)

#### 4.5. Nematoda

Os nematóides são muito frequentes parasitando peixes e segundo Eiras (1994) ao dissecar qualquer peixe, seja marinho ou dulcícola provavelmente iremos encontrar uma ou mais espécies deste grupo de parasitos. Como característica estes animais tem um corpo alongado, cilíndrico, não segmentado, mais ou menos afilado nas extremidades e coberto por uma cutícula.

A maioria dos nematóides é dióica, com dimorfismo sexual. Normalmente, o macho é menor que a fêmea e possui um par de espículas copulatórias na extremidade posterior. A fertilização é interna, sendo que a maioria das espécies é ovípara. Muitos nematóides parasitos têm fases juvenis de vida livre, outros necessitam de um hospedeiro intermediário para completar seu ciclo de vida, sendo assim os nematóides parasitos apresentam ciclo de vida monoxeno ou heteroxeno (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004). Como possuem corpo coberto por uma cutícula, os nematóides necessitam de um processo de muda, que lhes permite o crescimento, e todos sofrem quatro mudas antes de atingir o estado adulto (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

Os peixes podem ser utilizados pelos nematóides como hospedeiros intermediários, definitivos ou paratênicos. De maneira geral, os nematóides determinam prejuízos pouco importantes nos peixes de cultivo ou de aquário (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). A patogenia provocada pelos nematóides é relevante para a atividade pesqueira e de aquicultura nos seguintes aspectos: pode causar a morte dos hospedeiros ou ter outras consequências, como por exemplo, retardar o crescimento, diminuir fortemente o valor comercial do pescado, além de algumas espécies apresentar potencial zoonótico. De modo geral os parasitas extra intestinais são mais patogênicos do que os que se situam no tubo digestório, sendo que a severidade das lesões depende muitas vezes da espécie do hospedeiro

ou de parasito. Os nematóides podem ainda causar mudanças na fisiologia e no comportamento, retardar o crescimento e a maturação sexual, bem como tornar os peixes hospedeiros mais susceptíveis a poluentes (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

#### 4.6. *Acantocephala*

Os acantocéfalos são helmintos que possuem uma probóscide espinhosa que caracteriza e distingue este grupo. Esta probóscide é cilíndrica e invaginável, com fileiras de espinhos curvos utilizados para fixar no intestino do hospedeiro. Os acantocéfalos são exclusivamente endoparasitos de vertebrados quando adultos e parasitam os invertebrados durante o estágio larval (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004). O tamanho das espécies varia de menos de 2 mm a mais de 1 m de comprimento, sendo as fêmeas maiores que os machos.

O ciclo de vida dos acantocéfalos é heteroxeno, envolvendo dois hospedeiros. A cópula ocorre no intestino do hospedeiro definitivo (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). A patogenia depende da espécie, do número e do tamanho dos parasitas, além do porte do hospedeiro. Depende também da penetração da probóscide: se superficial, atingindo apenas a mucosa, ou se penetra nas camadas internas do intestino (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008).

A probóscide espinhosa, ao penetrar na parede do intestino do hospedeiro pode causar uma perfuração, levando a úlceras com hemorragias e necroses (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). Esta lesão pode causar muita dor e resposta inflamatória intensa do hospedeiro (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004).

#### 4.7. *Crustacea*

Alguns crustáceos são conhecidos por parasitar peixes marinhos e de água doce e algumas de suas espécies são extremamente importantes em piscicultura, já que podem provocar elevada mortalidade dos peixes (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Entre os principais crustáceos parasitos de peixes estão os copépodes, branquiúros e isópodes.

##### 4.7.1 *Copepoda*

Os copépodes quando parasitas de peixes podem ser observados em qualquer lugar da superfície dos hospedeiros, nas narinas e brânquias, sendo considerados ectoparasitos.



Geralmente apenas as fêmeas são parasitas e o macho morre depois da cópula. Por isso os machos são pouco modificados morfológicamente em relação aos espécimes de vida livre, pois não necessitam das modificações morfológicas relacionadas com o parasitismo (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

O ciclo de vida dos copépodes geralmente é monoxeno e apresenta importantes variações relacionadas com o parasitismo, em especial o número de fases de náuplios, que é bastante variada, embora muitas vezes ocorra uma redução em relação às formas de vida livre. É importante destacar que esta fase não é infectante, porém em alguns casos, evolutivamente, tem a vantagem de ser uma fase curta, favorecendo as fases de copepoditos, que podem ser infectantes (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

Os principais sintomas causados no hospedeiro pela presença destes parasitos estão ligados a alteração da capacidade respiratória, verificando-se intensa produção de muco pelas brânquias (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). Estes parasitos quando fixados nas brânquias determinam a oclusão parcial ou total das lamelas, além de provocar hiperplasia. Essa ação é motivada pela pressão exercida pela garra desses parasitas provocando redução da capacidade respiratória das brânquias. E quando presentes no tegumento causam lesões que viabilizam a entrada de fungos e bactérias, causando em muitos casos, enfermidades importantes.

#### 4.7.2 *Branchiura*

Os branquiúros são crustáceos parasitas de peixes dulcícolas e marinhos. No Brasil a maioria das espécies pertence a dois gêneros *Argulus* e *Dolops*. Estes crustáceos têm o corpo achatado dorsoventralmente e coberto por uma carapaça convexa, fundida com a cabeça, que cobre as patas dorsalmente numa extensão variável. Podem medir de 5 a 30 mm, sendo um dos maiores ectoparasitos de peixes conhecidos (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Em *Argulus* as primeiras maxilas estão transformadas em ventosas pedunculadas, enquanto que em *Dolops* as primeiras maxilas estão providas de poderosos ganchos. Estes crustáceos se movimentam na superfície do peixe, nadando facilmente e podendo, passar de um hospedeiro para outro. Algumas espécies realizam a cópula sobre o peixe, porém a maioria a realiza no ambiente aquático. Estes parasitos ao contrario do copépodes não tem sacos ovigeros, sendo assim a maioria das espécies depositam os ovos em conjuntos compactos, em um substrato conveniente ou mesmo sob plantas ou pedras (EIRAS, 1994).

Os branquiúros provocam lesões nos hospedeiros, já que se alimentam das células tegumentares e do sangue, e também através de suas maxilas ou ventosas. A gravidade da parasitose é dependente da intensidade da infestação, e quando esta é muito elevada pode ocorrer à morte do hospedeiro. Por outro lado, as numerosas lesões provocadas são frequentemente nos locais de infecção causadas por agentes patogênicos oportunistas (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010).

#### 4.7.3 *Isopoda*

São crustáceos com corpo achatado dorsoventralmente e cuja morfologia geral não difere muito da dos seus parentes de vida livre. Há várias espécies parasitas de peixes dulcícolas e marinhos e todas são ectoparasitos (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Estes parasitos são encontrados principalmente na superfície corporal dos peixes, na cavidade bucal e câmara branquial, outras podem-se aprofundar nos tecidos do hospedeiro vivendo no interior de bolsas com orifícios por onde eles têm contato com o meio externo (EIRAS, 1994).

Os isópodes parasitos são hermafroditas protrândricos, desenvolvendo-se primeiro como machos e depois como fêmeas. A patologia provocada pelos isópodes varia de acordo com sua espécie, localização e seu tamanho (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2010). Espécimes de grandes dimensões parasitando a câmara branquial causam destruição e compressão dos filamentos das brânquias causando dificuldades respiratórias. A fixação com seus pés modificados causam a destruição de células epiteliais e lesões tegumentares podendo diminuir a capacidade de natação dos hospedeiros, assim como parasitos que se fixam próximo aos olhos podem provocar hemorragias oculares. Não existem registros de grandes prejuízos determinados por estes parasitos nos peixes de cultivo do Brasil (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008).

## 5. Referências

- ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. Homens e parasitos: a contribuição da paleoparasitologia para a questão da origem do homem na América. **Revista Universidade Estadual de São Paulo**, São Paulo, v.34, p. 58 - 69, 1997.
- ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F.; CAMILLO-COURA, L.; GONÇALVES, M. Parasitos, Parasitismo e Paleoparasitologia Molecular. **Academia Nacional de Medicina**, v.160, p. 20 – 27, 2000.
- BARNES, R.S.K.; CALOW, P.; OLIVE, P.J.W. **Os Invertebrados: Uma nova síntese**. São Paulo: Editora Atheneu, 1995. 526p.
- BOEGER, W. A.; PEREIRA, J. Jr. Platyhelminthes. In: RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (coords). **Invertebrados: manual de aulas práticas**. Ribeirão Preto: Holos, 2002. 51-62.
- BROOKS, D. R.; GLEN, D. R. Pinworms and Primates: a case Study in Coevolution. **Proceedings Helminthological Society of Washington**, v. 49, n. 1, p. 76-85, 1982.
- CHAN, B. K. K. First record of the parasitic barnacle *Sacculina scabra* Boschma, 1931 (Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala) infecting the shallow water swimming crab *Charybdis truncata*. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 52, n. 2, 449-453, 2004.
- COMBES, C. **Parasitism: The ecology and evolution on intimate interactions**. Chicago: The University Chicago Press, 2001. 728 p.
- COMBES, C. **The art of being a parasite**. Chicago: The University Chicago Press, 2005. 291p.
- EIRAS, J. C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida, 1994. 339 p.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudio y técnicas laboratoriales en parasitología de peces**. 2.ed. Espanha: Editorial Acribia, 2006. 133p.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetc, 2010. 333 p.
- GALAZZO, D. E.; DAYANANDAN, S.; MARCOGLIESE, D. J.; MCLAUGHLIN, J. D. Molecular systematics of some North American species of *Diplostomum* (Digenea) based on rDNA-sequence data and comparisons with European congeners. **Canadian Journal of Zoology**, v. 30, 2207–2217, 2002.
- GISSLER, C. F. The crab parasite, *Sacculina*. **The American Naturalist**, v. 18, n. 3, 225-229, 1884.

- HAYUNGA, E. G. Morphological adaptations of intestinal helminths. **Parasitology**, v. 77, 865-873, 1991.
- HICKMAN, C. P. JR.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia**. Trad. Marques, A. C., *et all.*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846p.
- KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenea. 8. Revision of Urocleidoides (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 53(1), 1-37, 1986.
- MACHADO, P. M.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercaria in fish from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Parasitology Research**, v. 97, n. 6, 436-444, 2005.
- MADI, R. R.; UETA, M. T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 2, 38-41, 2009.
- MALTA, J.C.O. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia da Amazônia Central (Lago Janauacá Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). **Acta Amazônica**, v. 14, 355-372, 1984.
- MARTINS, M. L.; FUJIMOTO, R. Y.; NASCIMENTO, A. A.; MORAES, F. R. Ocorrência de *Diplostomum* sp. Nordmann, 1832 (Digenea: Diplostomidae) em *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) proveniente do reservatório de Volta Grande, MG, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 21, n. 2, 263-266, 1999.
- MÜLLER, M. I. **Fauna helmintológica das espécies amazônicas de peixes (*Cichla monoculus* e *Brycon amazonicus*) introduzidas nas lagoas da Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP**. Dissertação (Mestrado). 68 p. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia – UNICAMP, Campinas, SP, 2008.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A., 1988. 434 p.
- PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3º ed. Maringá: Eduem, 2008. 311 p.
- POULIN, R. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. **International Journal for Parasitology**. v.22, n.6, p. 753-758. 1992.
- POULIN, R. Evolution of Parasite Life History Traits: Myths and Reality. **Parasitology Today**, v. 2, n. 9, 342-345, 1995.
- POULIN, R. **Evolutionary Ecology of Parasites**. 2º ed. New Jersey: Princeton University Press, 2007. 332 p.

- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 2009. 503 p.
- ROHDE, K. A critical evaluation of intrinsic and extrinsic factors responsible for niche restriction in parasites. **The American Naturalist.**, v. 114, 648-671, 1979.
- SANCHEZ, M. I.; PONTON, F.; SCHMIDT-RHAESA, A.; HUGHES, D. P.; MISSE, D.; THOMAS, F. Two steps to suicide in crickets harbouring hairworms. **Animal Behaviour**, v. 76, 1621 – 1624, 2008.
- SEPPÄLÄ, O. Host manipulation by parasites: adaptation to enhance transmission?. Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2005. 27 p.
- TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; LIZAMA, M. A. P.; LACERDA, A. C. F.; YAMADA, F. H.; MOREIRA, L. H. A.; CESCHINI, T. L.; BELLAY, S. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 69(2, Suppl.), 691-705, 2009.
- TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. A. P.; GUIDELLI, G. M.; PAVANELLI, G. C. Parasitos de peixes de águas continentais. In: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. de los A. P. **Sanidade de organismos aquáticos**. Editora Varela, 2004. 179 – 197.
- TAKEMOTO, R. M., PAVANELLI, G. C., LIZAMA, M. A. P., LUQUE, J. L.; POULIN, L. Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the upper Parana´ River, Brazil. **Journal of Helminthology**, v.79, 75–84, 2005.
- THATCHER, V. E. Patologia dos peixes da Amazônia Brasileira. 1. Aspectos Gerais. **Acta Amazônica**, v. 11, n. 1, p. 125-140, 1981.
- THATCHER, V. E. **Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites**. 2ª ed. Bulgaria: Pensoft, 2006. 509 pgs.
- THOMAS, F.; GUÉGAN, J. F.; RENAUD, F. **Ecology e Evolution of Parasitism**. New York: Oxford University Press, 2009. 224 p.
- THOMAS, F.; BONSALL, M. B.; DOBSON, A. P. Parasitism, biodiversity, and conservation. In: THOMAS, F.; GUÉGAN, J. F.; RENAUD, F. **Parasitism & Ecosystems**. New York: Oxford University Press, 2005. 221 p.
- TINSLEY, R. C. Parasitism and hostile environments. In: THOMAS, F.; GUÉGAN, J. F.; RENAUD, F. **Parasitism & Ecosystems**. New York: Oxford University Press, 2005. 221 p.
- ZIMMER, C. **Parasite Rex: Inside the bizarre world of nature ‘s most dangerous creatures**. New York: The free Press, 2000. 338p.

O capítulo 2 foi elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica na revista Zootaxa. Normas da revista anexo I.

## **CAPÍTULO 2: Estudo taxonômico de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de brânquias de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**

### **1. Resumo**

No presente estudo registramos oito espécies de monogenéticos parasitando brânquias de *Hoplias* aff. *malabaricus* coletadas na planície de inundação do alto rio Paraná. Quatro espécies pertencem ao gênero *Urocleidoides*: *U. malabaricus*, *U. cuiabai*, *U. eremitus* e *U. brasiliensis*. Duas espécies que foram descritas parasitando brânquias de *Pterodoras granulosus*, *Cosmetocleithrum bulbocirrus* e *Vancleaveus janauacaensis*, sendo este o primeiro registro destas espécies em *H. aff. malabaricus*. As demais espécies são novas para a ciência, *Anacanthorus* sp. n., Dactylogyridae Gen. n. sp. e Dactylogyridae Gen. sp. n. *Anacanthorus* sp. n. se difere das demais espécies deste gênero por apresentar um cirro curto tubular com pequenas ranhuras (dobras) longitudinais, região anterior com uma abertura em forma de um jarro e ausência de peça acessória. Dactylogyridae Gen. n. sp. se caracteriza por apresentar estruturas delgadas calosas sobre as raízes das âncoras ventrais, e raiz externa das âncoras dorsais com um aspecto frágil. Dactylogyridae Gen. sp. n. se distingue de outras espécies de dactilógrídeos por apresentar as âncoras dorsais modificadas em bastonetes e pela ausência da barra dorsal, característica esta que se assemelha aos espécimes do gênero *Rhinoxenus*, porém as peças esclerotizadas do haptor de Dactylogyridae Gen. sp. n. são diferentes das espécies do gênero *Rhinoxenus*.

Palavras-chave: *Hoplias* aff. *malabaricus*, traíras, Monogenea, Ancyrocephalinae, Dactylogyridae, ectoparasitos de peixes, planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.

**Taxonomic study of the Monogenea (Platyhelminthes) parasites of the gills *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch) (Pisces Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil.**

**2. Abstract**

In the present study we recorded eight species of Monogenea parasitizing the gills of *Hoplias* aff. *malabaricus* collected in the upper Paraná river floodplain. Four species belong to the genus *Urocleidoides*, they are *U. malabaricus*, *U. cuiabai*, *U. eremitus* and *U. brasiliensis*. Two species were described parasitizing the gills of *Pterodoras granulosus*, *Cosmetocleithrum bulbocirrus* and *Vancleaveus janauacaensis*, this is the first record of this species *H. aff. malabaricus*. The remaining species are new to science, they are *Anacanthorus* sp., Dactylogyridae Gen. n. sp. and Dactylogyridae Gen. sp. n. *Anacanthorus* sp. differs from other species of this genus by presenting a short tubular cirrus with small grooves (creases) longitudinal, anterior region with a opening in the form a jar and absent the accessory piece. Dactylogyridae Gen. n. sp. is characterized by thin calloused structures present the roots of ventral anchors and external root of the dorsal anchor looks fragile. Dactylogyridae Gen. sp. n. is distinguished from other species de Dactylogyridae by presenting the modified dorsal anchors in rods and the absence of dorsal bar, characteristics that are similar to specimens of the genus *Rhinoxenus* but structure of the haptor of Dactylogyridae Gen. sp. n. are different species of the genus *Rhinoxenus*.

Keywords: *Hoplias* aff. *malabaricus*, “traíras”, Monogenea, Ancyrocephalinae, Dactylogyridae, fish ectoparasites, the upper Paraná river floodplain, Brazil.



### 3. Introdução

*Hoplias aff. malabaricus* (Bloch) é uma espécie de peixe amplamente distribuída nos sistemas hidrográficos da América do Sul e é popularmente conhecida como traíra ou lobó (Oyakawa 2003). São peixes carnívoros de hábitos sedentários e ocorrem em vários tipos de ambientes fluviais e lacustres (Nakatani *et al.* 2001). Este peixe é encontrado facilmente na planície de inundação do alto rio Paraná, e embora sejam identificados como *H. aff. malabaricus* vários autores concordam que se trata de um complexo de espécies (Graça & Pavanelli 2007). Pazza & Júlio Jr (2003) com base em dados citogenéticos, encontraram três citótipos na região, dois nativos do alto rio Paraná (*Hoplias* sp. 2 e *Hoplias* sp. 3) e um introduzido *Hoplias* sp. 1, que passou a ocorrer depois da inundação das Sete Quedas pelo reservatório de Itaipú. Oyakawa (2003) mencionou que *Hoplias* possui situação taxonômica bastante confusa, em razão da grande quantidade de espécies descritas e do uso de características inadequadas para a sua delimitação.

Segundo Luque & Poulin (2007) *H. aff. malabaricus* é a terceira espécie de peixe de água doce da região Neotropical com maior riqueza de parasitos, com 67 espécies registradas. Rosim (2010) citou 25 novos registros de parasitos metazoários em *H. aff. malabaricus*. Somando as espécies de parasitos registradas por Luque & Poulin (2007) com os novos registros feitos por Rosim (2010) *H. aff. malabaricus* torna-se o peixe continental mais parasitado da região Neotropical.

Entre as espécies de parasitos encontradas em *H. aff. malabaricus* estão as da classe Monogenea van Beneden. Rosim (2010) registrou oito espécies de monogenéticos em *H. aff. malabaricus* coletados em diferentes rios do Brasil. Somente para o rio Paraná foram registradas cinco, sendo quatro novas espécies.

Neste trabalho foi proposta a descrição de um novo gênero/espécie e de uma nova espécie de *Anacanthorus*, monogenéticos parasitos branquiais de *H. aff. malabaricus* coletados em três subsistemas da planície de inundação do alto rio Paraná. Além disso, registramos novas ocorrências deste grupo de parasitos para este hospedeiro.

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Caracterização da área de estudo

A área estudada faz parte da planície de inundação do alto rio Paraná próximo ao município de Porto Rico, Paraná (22°43`S e 53°10`O) onde está localizada a base avançada de pesquisa da Universidade Estadual de Maringá – Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) (Figura 1). Os pontos de amostragem correspondem aos utilizados pelo projeto PELD – CNPq (Projetos Ecológicos de Longa Duração) – Sítio 6, estão separados em três subsistemas: rios Paraná, Baía e Ivinheima.

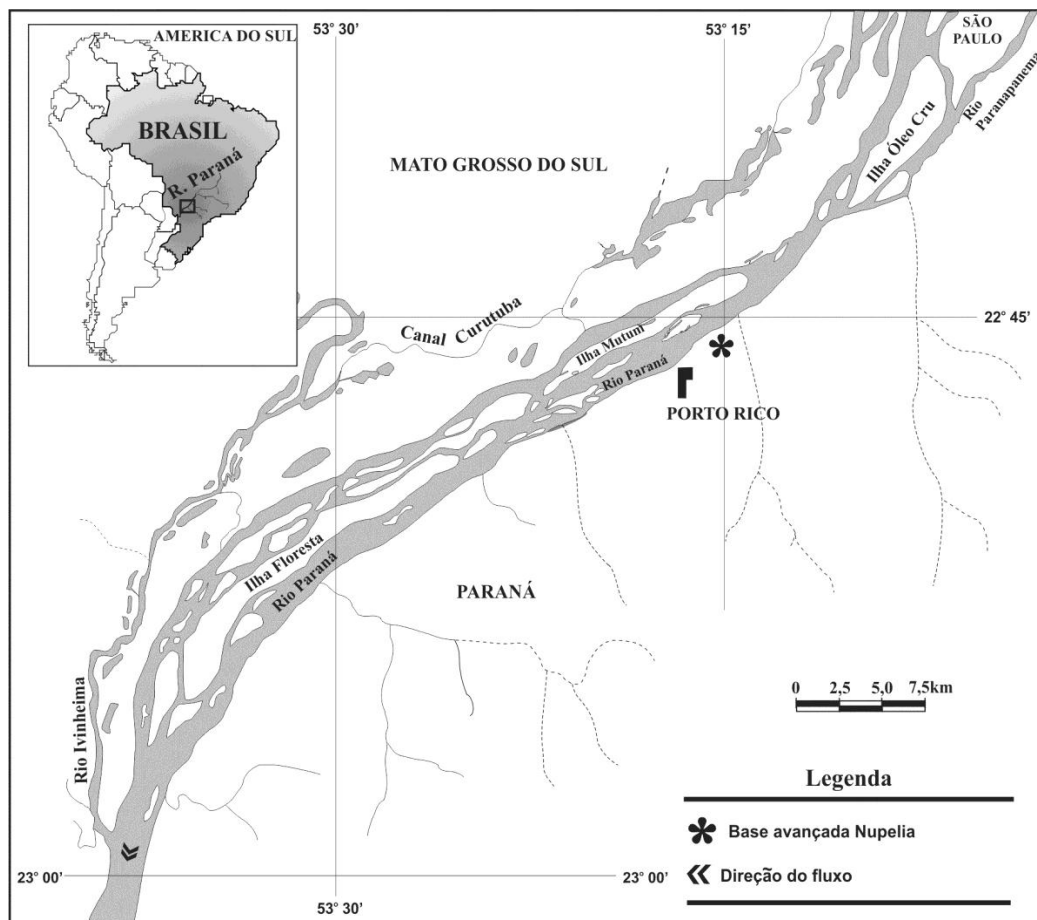


Figura 1. Planície de inundação do alto rio Paraná MS/PR.

Foram coletados 54 peixes de março de 2010 a março de 2011, trimestralmente seguindo o calendário do projeto PELD. Os peixes foram capturados em diferentes pontos da planície de inundação por meio de redes de espera de diferentes malhagens. Foram anestesiados com benzocaína 10 % e sacrificados, posteriormente identificados por especialistas, em seguida os mesmos tiveram suas brânquias retiradas e fixadas em formol a 5%.

#### 4.2 Coleta, preparação e montagem dos parasitos

As brânquias foram analisadas sob a luz de um microscópio estereoscópico para a localização e contagem dos monogenéticos. Os parasitos coletados e quantificados foram montados em meio de Hoyer para a visualização das estruturas esclerotizadas, conforme sugerido por Eiras *et al.* (2006). Em seguida foram confeccionados desenhos dos parasitos em câmara clara. Todas as medidas estão em micrometros ( $\mu\text{m}$ ); com valor médio seguido da amplitude e número (n) de espécimes medidos apresentados em parênteses. A identificação foi feita segundo Kritsky *et al.* (1986), Thatcher (2006) e Rosim *et al.* (2011).

Holótipos, parátipos e espécimes representativos serão depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

## 5. Resultados

### **FILO PLATYHELMINTHES Gegenbaur**

#### **CLASSE MONOGENEA van Beneden**

#### **FAMÍLIA DACTYLOGYRIDAE Bychowsky**

#### **SUB FAMÍLIA ANCYROCEPHALINAE Bychowsky**

#### ***Urocleidoides malabaricus* Rosim, Mendoza-Franco & Luque (fig. 2)**

Identificação e descrição baseada em cinco espécimes. Corpo fusiforme delgado 385 (298 - 498 n = 5) comprimento. Diâmetro da faringe 18,8 (12 - 26 n = 5). Âncoras ventrais com pontas alongadas e com a lâmina curvada, a raiz interna é longa e a externa arredondada mais curta que a interna 36,8 (32 - 40 n = 5) comprimento. Âncoras dorsais com ponta curta, lâmina curvada raiz interna mais longa que a externa e com extremidade arredondada 30,4 (28 - 32 n = 5) comprimento. Barra ventral em forma de U com as extremidades alargadas levemente direcionadas anteriormente 53,6 (48 - 56 n = 5) comprimento. Barra dorsal levemente curvada em forma de U 52,4 (48 - 56 n = 5) comprimento. Esclerito vaginal com uma haste sulcada longitudinalmente e gancho distal, 34 (32 - 36 n = 2) comprimento. Cirro composto por 1 ½ anel projetado para o interior da peça acessória, 14,6 (13 - 16 n = 5) diâmetro do primeiro anel.

Hospedeiro: *Hoplías* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Local de coleta: rios Paraná, Baía e Ivinheima

Comentários: Algumas estruturas do haptor desta espécie se assemelham as de *Urocleidoides eremitus* Kritsky, Thatcher & Boeger, porém as estruturas reprodutoras como cirro, vagina e esclerito vaginal são distintas entre estas duas espécies. Ainda *U. malabaricus* se caracteriza por apresentar uma estrutura muscular lateral direita, por onde o cirro se projeta para fora do corpo. Este parasito foi registrado nos rios Paraná e Cuiabá por Rosim *et al.* (2011), porém este é o primeiro registro desta espécie nos rios Baía e Ivinheima, afluentes do rio Paraná.

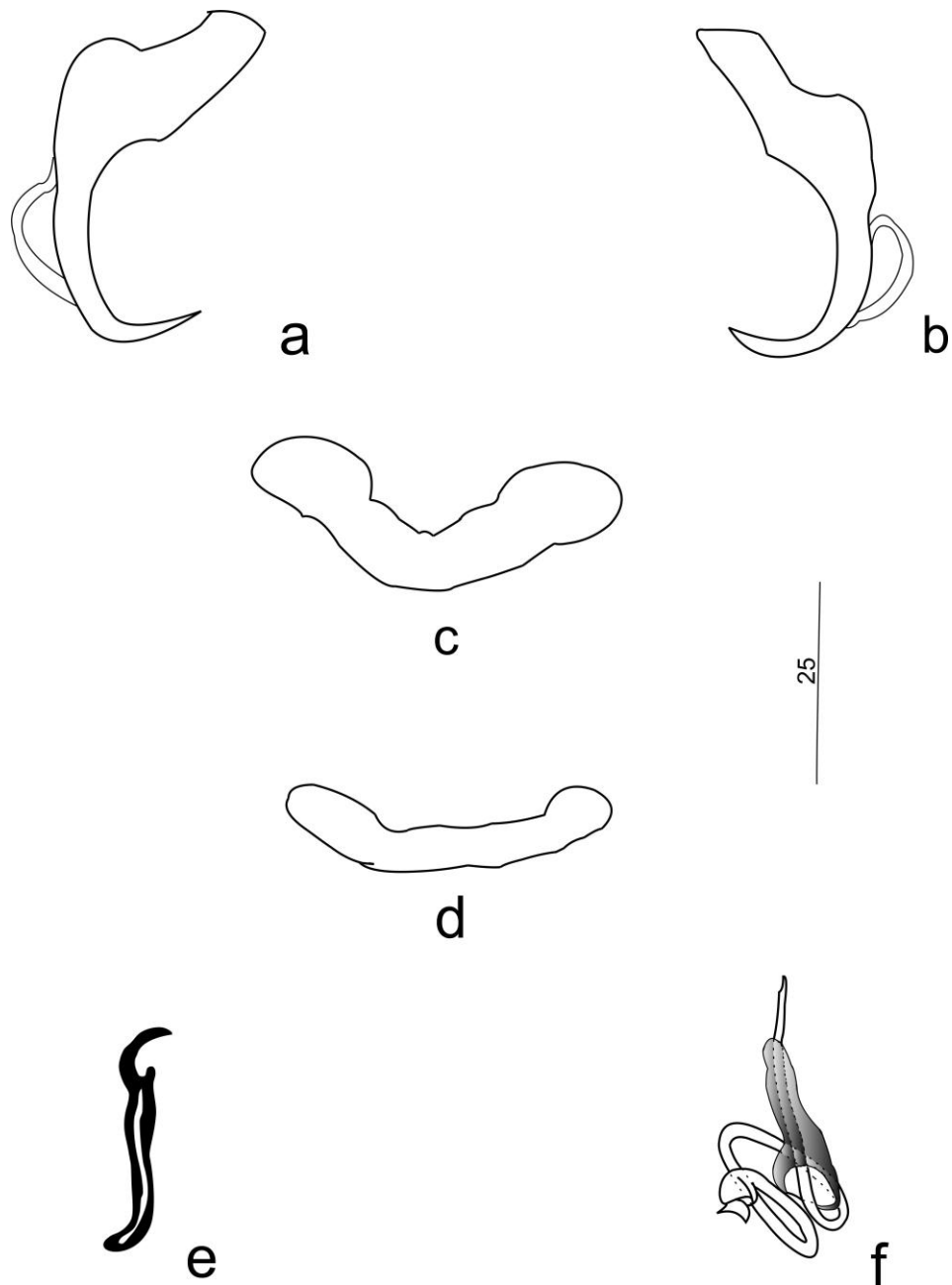


Figura 2: *Urocleidoides malabaricus*; a. âncora ventral; b. âncora dorsal; c. barra ventral; d. barra dorsal; e. esclerito vaginal; f. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

***Urocleidoides cuiabai* Rosim, Mendoza-Franco & Luque (fig. 3)**

Identificação e descrição baseada em cinco espécimes: Corpo fusiforme e robusto 362 (340 - 390 n = 5) comprimento. Diâmetro da faringe 23 (20 - 26 n = 5). Âncoras ventrais com ponta longa e lâmina curvada, raiz interna larga e mais longa que a externa que é pouco desenvolvida 38 (36 - 40 n = 5) comprimento. Âncoras dorsais com ponta alongada e lâmina curvada, raiz interna mais longa que a externa 38 (36 - 40 n = 5) comprimento. Barra ventral reta com as extremidades dilatadas levemente arqueadas anteriormente 54 (52 - 60 n = 5)

comprimento. Barra dorsal levemente curvada na região mediana com as extremidades dilatadas e bifurcadas 40 (38 - 44 n = 5) comprimento. Esclerito vaginal sulcado longitudinalmente com gancho distal 46,8 (44 - 48 n = 5) comprimento. Cirro longo formado por dois ou três anéis, 22 (20 - 26 n = 5) diâmetro do primeiro anel. Peça acessória delicada localizada na região distal do cirro.

Hospedeiro tipo: *Hoplías aff. malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rios Paraná, Baía e Ivinheima.

Comentários: *Urocleidoides cuiabai* distingue-se facilmente das demais espécies deste gênero, por apresentar uma barra dorsal levemente curvada na região médio anterior e com extremidades bifurcadas. Possui ainda um cirro grande em espiral com uma delicada peça acessória localizada na extremidade distal. O esclerito vaginal se assemelha ao de *Urocleidoides naris* Rosim, Mendoza-Franco & Luque. Estes mesmos autores registraram esta espécie nos rios Guandu, Jaguari-Mirim, Cuiabá, Araguaia e Paraná. Este é o primeiro registro desta espécie nos rios Baía e Ivinheima.

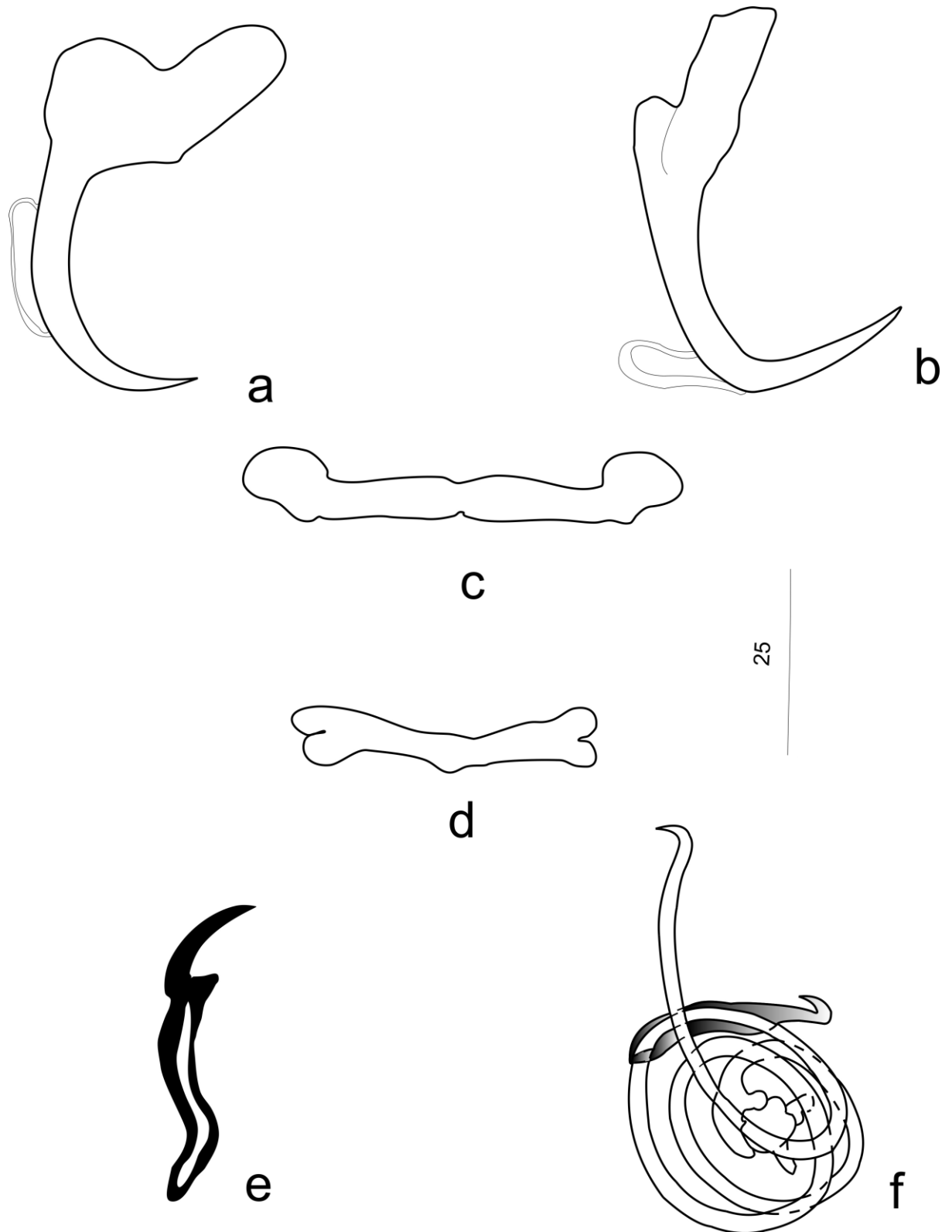


Figura 3. *Urocleidoides cuiabai*; a. âncora ventral; b. âncora dorsal; c. barra ventral; d. barra dorsal; e. esclerito vaginal; f. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

***Urocleidoides brasiliensis* Rosim, Mendoza-Franco & Luque (fig. 4)**

Identificação e descrição baseada em cinco espécimes: Corpo fusiforme 541 (423 - 664 n = 5) comprimento. Diâmetro da faringe 22 (20 - 28 n = 5). Âncoras ventrais com ponta curta e com a lâmina curvada, raiz interna mais larga e alongada que a externa que é pouco desenvolvida, 46,8 (42 - 50 n = 5) comprimento. Âncoras dorsais menores que as ventrais, com ponta longa e com a lâmina curvada, raiz interna longa com a extremidade arredondada e a externa pouco desenvolvida 32 (30 - 34 n = 5) comprimento. Barra ventral com extremidades dilatadas levemente arqueadas anteriormente 53,6 (46 - 60 n = 5) comprimento. Barra dorsal com forma variável levemente curva nas extremidades 51,6 (42 - 64 n = 5) comprimento. Esclerito vaginal levemente sulcado com gancho pouco desenvolvido com projeção subterminal 25 (24 - 29 n = 4) comprimento. Cirro formado por três anéis que se projetam para um canal no interior da peça acessória, 18 (16 - 20 n = 5) diâmetro do primeiro anel do cirro. Peça acessória com um canal por onde o cirro se projeta não articulada com a base do cirro.

Hospedeiro tipo: *Hoplías* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rios Paraná, Baía e Ivinheima.

Comentários: *Urocleidoides brasiliensis* se distingue das demais espécies do gênero por ter âncoras ventrais e dorsais com raízes internas duas vezes maiores que as externas, sendo as âncoras dorsais menores que as ventrais, um pequeno esclerito vaginal, com o corpo do gancho pouco desenvolvido, cirro formado por três anéis em espiral e uma peça acessória não articulada com a base do cirro. Rosim *et al.* (2011) registraram esta espécie nos rios Guandu, Cuiabá, Cristalino e Paraná. Este é o primeiro registro desta espécie nos rios Baía e Ivinheima.



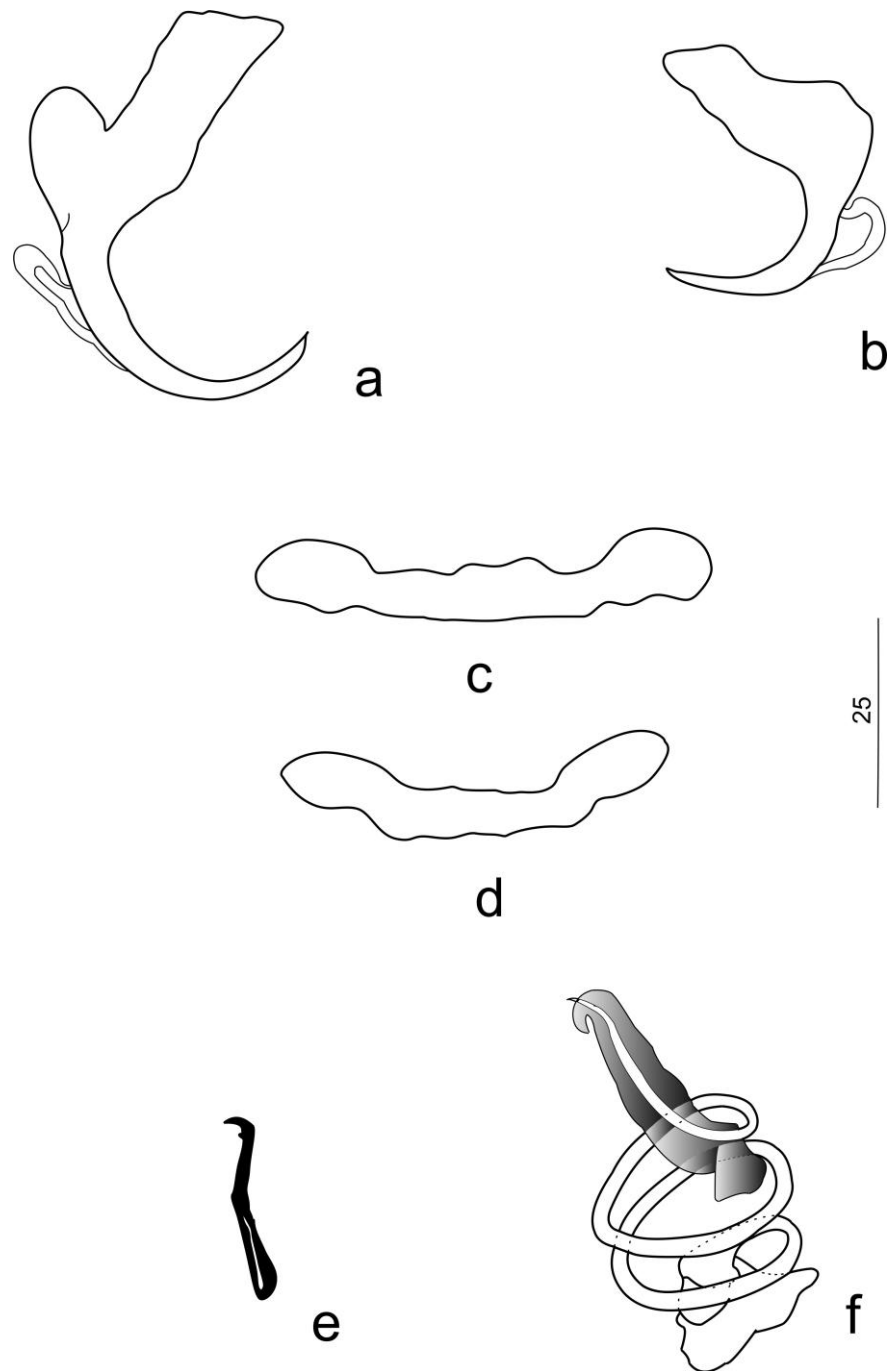


Figura 4: *Urocleidoides brasiliensis*; a. âncora ventral; b. âncora dorsal; c. barra ventral; d. barra dorsal; e. esclerito vaginal; f. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

***Urocleidoides eremitus* Kritsky, Thatcher & Boeger (fig. 5)**

Identificação e descrição baseada em cinco espécimes: Corpo fusiforme 381 (307 - 456 n = 5) comprimento. Diâmetro da faringe 23,6 (22 - 26 n = 5) comprimento. Âncoras ventrais com ponta curta e com a lâmina curvada, raiz interna mais longa que a raiz externa 41,2 (34 - 46 n = 5) comprimento. Âncoras dorsais com ponta moderadamente longa e com a lâmina

curvada, raiz interna longa e a externa pouco desenvolvida 34,8 (30-46 n = 5) comprimento. Barra ventral com extremidades bulbosas levemente arqueadas anteriormente 48 (42 - 52 n = 5) comprimento. Barra dorsal em forma de U com as extremidades direcionadas lateralmente 43,2 (36-46 n = 5) comprimento. Esclerito vaginal com haste flexível sulcada, com gancho distal bem desenvolvido e a porção proximal com um sulco longitudinal 43,8 (36 - 50 n = 5) comprimento. Cirro formado por dois anéis que se projetam para um canal no interior da peça acessória 14 (12 - 16 n = 5) diâmetro do primeiro anel do cirro. Peça acessória flabelada articulada com a base do cirro.

Hospedeiro tipo: *Hoplias* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rios Paraná, Baía e Ivinheima.

Comentários: A presente espécie foi identificada como *Urocleidoides eremitus* por apresentar estruturas esclerotizadas similares com a descrição original feita por Kritsky *et al.* (1986) dando destaque a uma vagina sinistral formada por um tubo curvado, cirro parecido com a descrição original, porém na ilustração original o cirro não é articulado com a peça acessória, diferente do que foi observado nos espécimes estudados. Ainda a presente espécie se assemelha a *Urocleidoides anops* Kritsky por apresentar âncoras com as raízes internas longas, e externas curtas e ponta recurvadas, barras curvadas com extremidades direcionadas lateralmente, porém o cirro e o esclerito vaginal apresentam características distintas. *U. eremitus* foi registrado em *H. aff. malabaricus* primeiramente no lago Janauacá em Manaus no Estado do Amazonas.

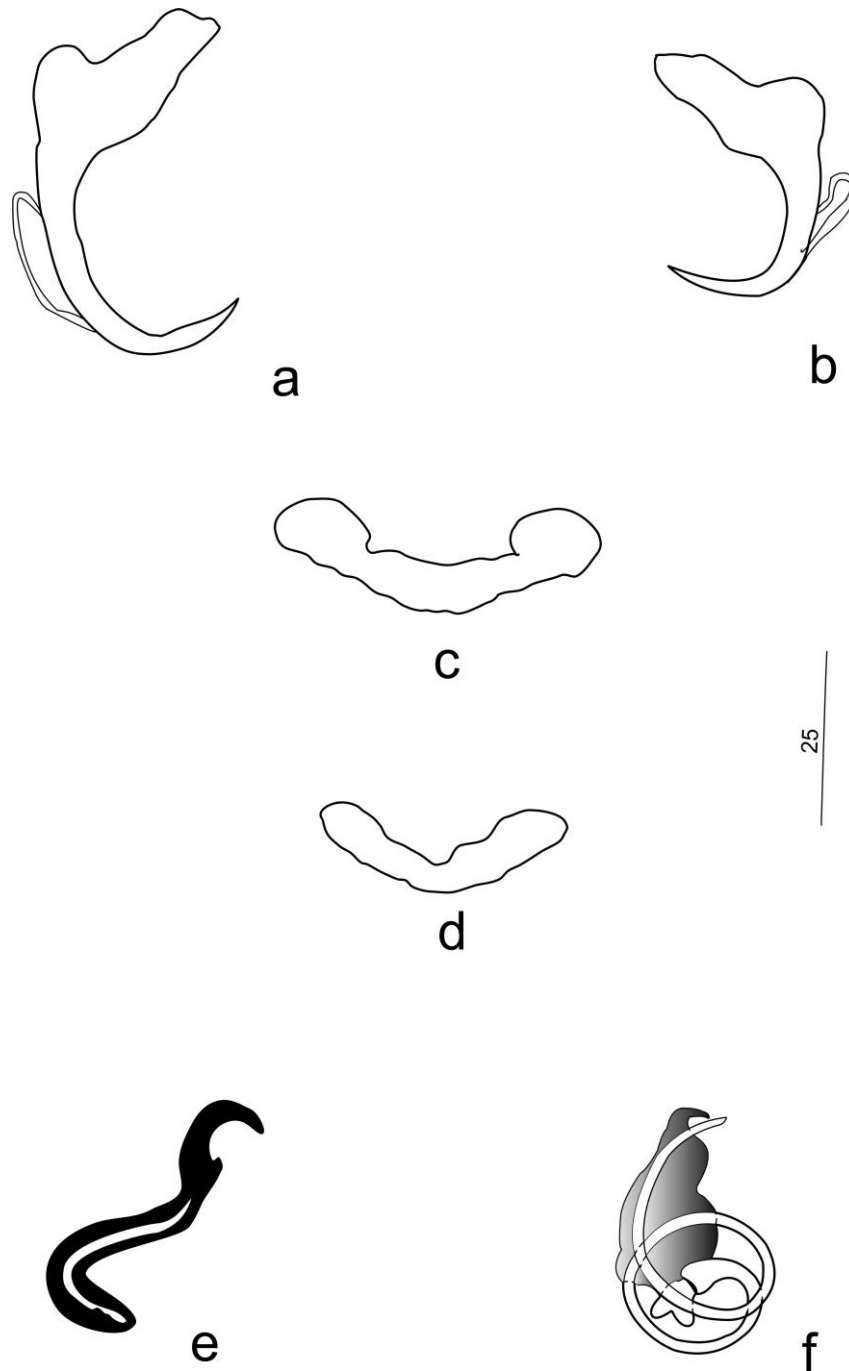


Figura 5. *Urocleidoides eremitus*; a. âncora ventral; b. âncora dorsal; c. barra ventral; d. barra dorsal; e. esclerito vaginal; f. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

***Vancleaveus janauacaensis* Kritsky, Thatcher & Boeger (fig. 6)**

Identificação e descrição baseada em dois espécimes: Corpo robusto e fusiforme 492 (423 - 561 n = 2) comprimento. Diâmetro da faringe (41 n = 1). Âncoras ventrais robustas com lâmina e ponta curta, raiz interna maior que a externa, porém a interna é mais fina que a externa 49 (48 - 50 n = 2) comprimento. Âncoras dorsais com lâmina longa e curvada e ponta

curta, raízes superficiais com uma curva interior conpiscua 45 (42 - 48 n = 2) comprimento. Barra ventral com uma grande projeção posteromedial (74 n = 2) comprimento. Barra dorsal com as extremidades expandidas, uma curta projeção anteromedial 48 (42 - 54 n = 2) comprimento. Cirro formado por 1 1/2 anel com a base com borda sub retangular, a extremidade anterior do cirro é projetada para o interior da peça acessória 31(30 - 32 n = 2) diâmetro do primeiro anel do cirro. Peça acessória distalmente achatada.

Hospedeiro tipo: *Hoplias aff. malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rios Baía e Ivinheima.

Comentários: Esta espécie foi identificada como *Vancleaveus janauacaensis* por ter estruturas esclerotizadas semelhantes com os espécimes da descrição original. Esta espécie foi descrita por Kritsky *et al.* (1986) parasitando brânquias de *Pterodoras granulosus* (Valenciennes) do lago Janauacá no Amazonas.

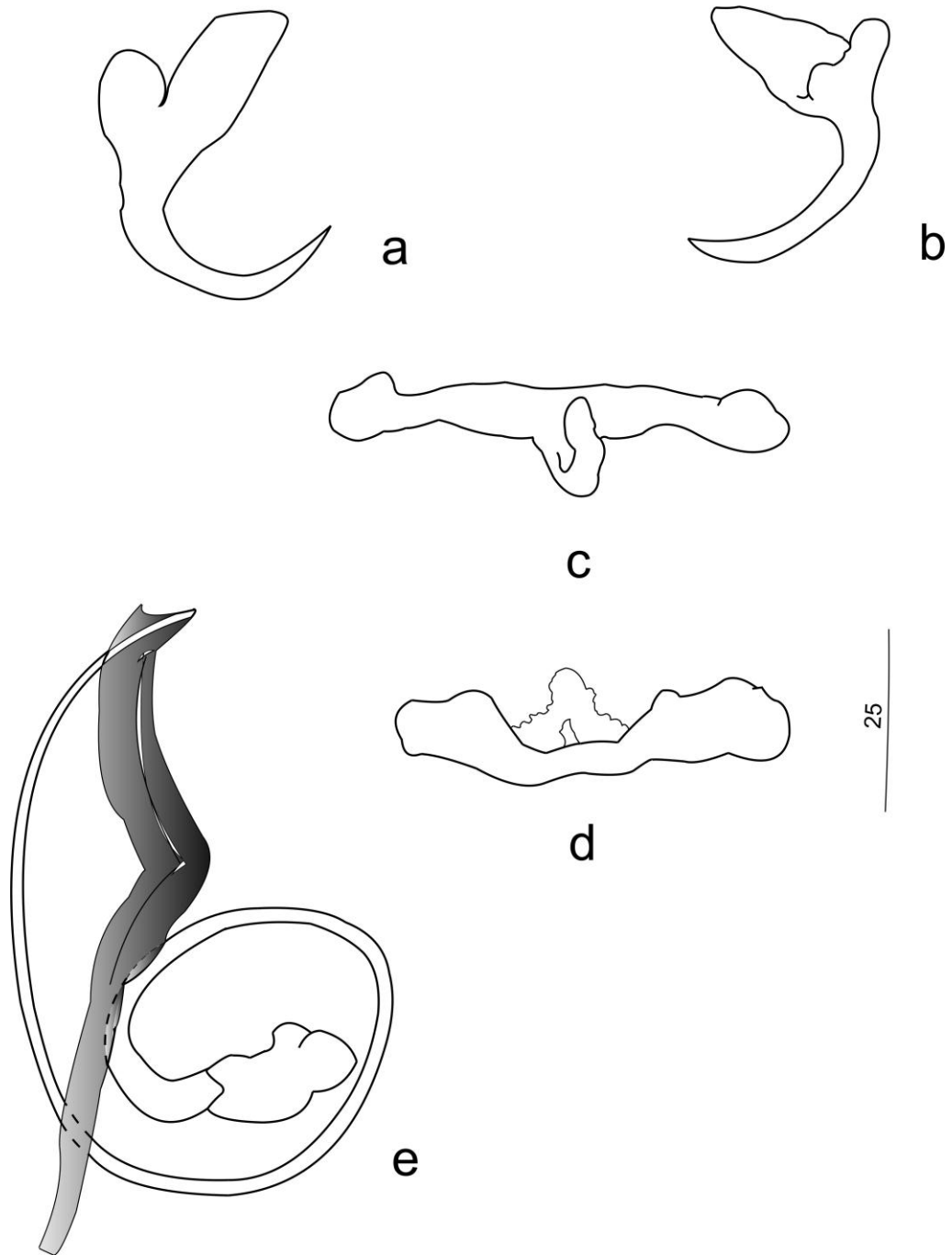


Figura 6: *Vancleaveus janauacaensis*; a. âncora ventral; b. âncora dorsal; c. barra ventral; d. barra dorsal; e. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

***Cosmetocleithrum bulbocirrus* Kritsky, Thatcher & Boeger (fig. 7)**

Identificação e descrição baseada em um espécime: Corpo fusiforme (456,5) comprimento. Âncoras ventrais com ponta longa e lâmina curvada e raízes superficiais curtas (28) comprimento. Âncoras dorsais com ponta longa e lâmina curvada e raízes superficiais curtas (32) comprimento. Barra ventral em forma de V (70) comprimento. Barra dorsal em

com projeções delicadas direcionadas lateralmente (56) comprimento. Cirro formado por dois anéis que se projetam para interior da peça acessória (21) diâmetro do primeiro anel do cirro. Peça acessória com uma haste variável e robusta.

Hospedeiro tipo: *Hoplias* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rio Ivinheima.

Comentários: O único espécime registrado foi identificado, como *Cosmetocleithrum bulbocirrus* por ter estruturas com características semelhantes as da descrição original. Esta espécie foi descrita por Kritsky *et al.* (1986) parasitando brânquias de *Pterodoras granulosus* (Valenciennes) do lago Janauacá no Amazonas.

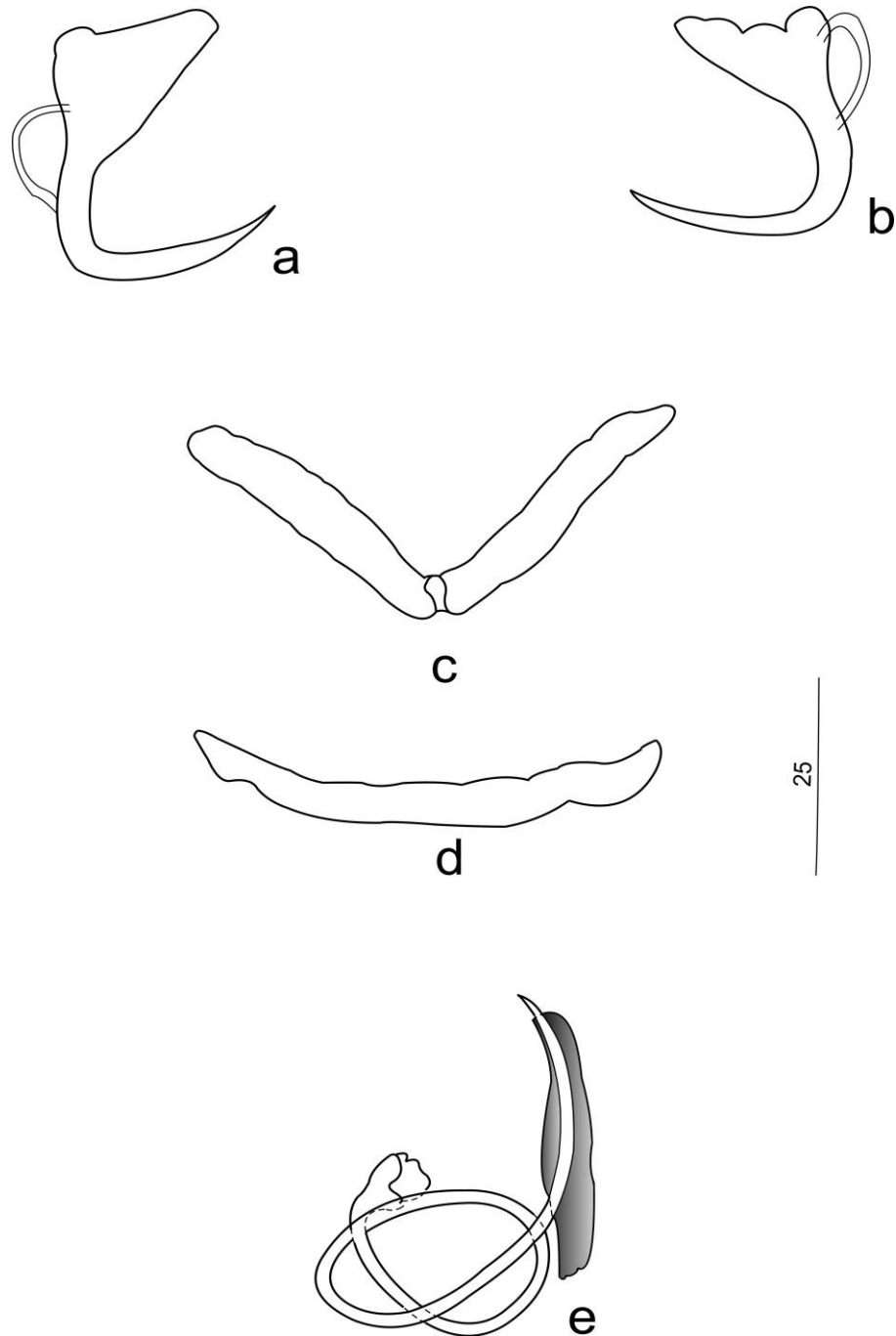


Figura 7. *Cosmetocleithrum bulbocirrus*; a. âncora ventral; b. âncora dorsal; c. barra ventral; d. barra dorsal; e. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

***Anacanthorus* sp. n. (fig. 8)**

Descrição baseada em 20 espécimes: Corpo alongado, robusto e fusiforme com um pedúnculo longo 446 (264 - 713 n = 20) comprimento, 134 (91 - 199 n = 20) largura. Lóbulos cefálicos bem desenvolvidos; três pares de glândulas cefálicas que se projetam lateralmente a faringe. Dois pares de ocelos formados por grânulos circulares; par de ocelos anteriores

menores que os posteriores e podem estar com os grânulos desassociados. Faringe subesférica, 29,6 (23 - 40 n = 20) diâmetro, esôfago curto. Háptor desprovido de âncoras e barras, com sete pares de ganchos de forma e tamanho similares 20 (18 - 21 n = 20) comprimento, corpo do gancho bem desenvolvido e haste expandida proximalmente, comprimento do filamento do gancho  $\frac{1}{2}$  do comprimento da haste. Cirro curto tubular com pequenas ranhuras (dobras) longitudinais, região anterior com uma abertura em forma de um jarro 22 (15 - 25 n = 20) comprimento, 5,6 (5 - 7 n = 20) largura. Ovo grande de forma elíptica, com um pequeno filamento no ápice 97,2 (78 - 114 n = 3) comprimento, 59 (48 - 72 n = 3) largura. Peça acessória e vagina não observada. Vitelárias densas se distribuem ao longo do corpo logo acima do pedúnculo e vão até próximo a região da faringe; Ovócitos grandes e de forma esférica.

Hospedeiro tipo: *Hoplías* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rios Paraná, Baía e Ivinheima.

Comentários: *Anacanthorus* sp. n. se assemelha a *Anacanthorus pelorophalus* Kritsky, Boeger & Van Every e *Anacanthorus euryphallus* Kritsky, Boeger & Van Every, por apresentar um cirro tubular com a região distal mais larga do que a proximal, porém nestas duas espécies o cirro tem um comprimento maior e é observada a peça acessória juntamente ao cirro o que não ocorre na espécie em questão. *Anacanthorus pelorophalus* foi descrito parasitando *Triportheus elongates* no rio Solimões no Amazonas e *A. euryphallus* foi descrito em *Triportheus angulatus* e *T. elongates* também no estado do Amazonas.



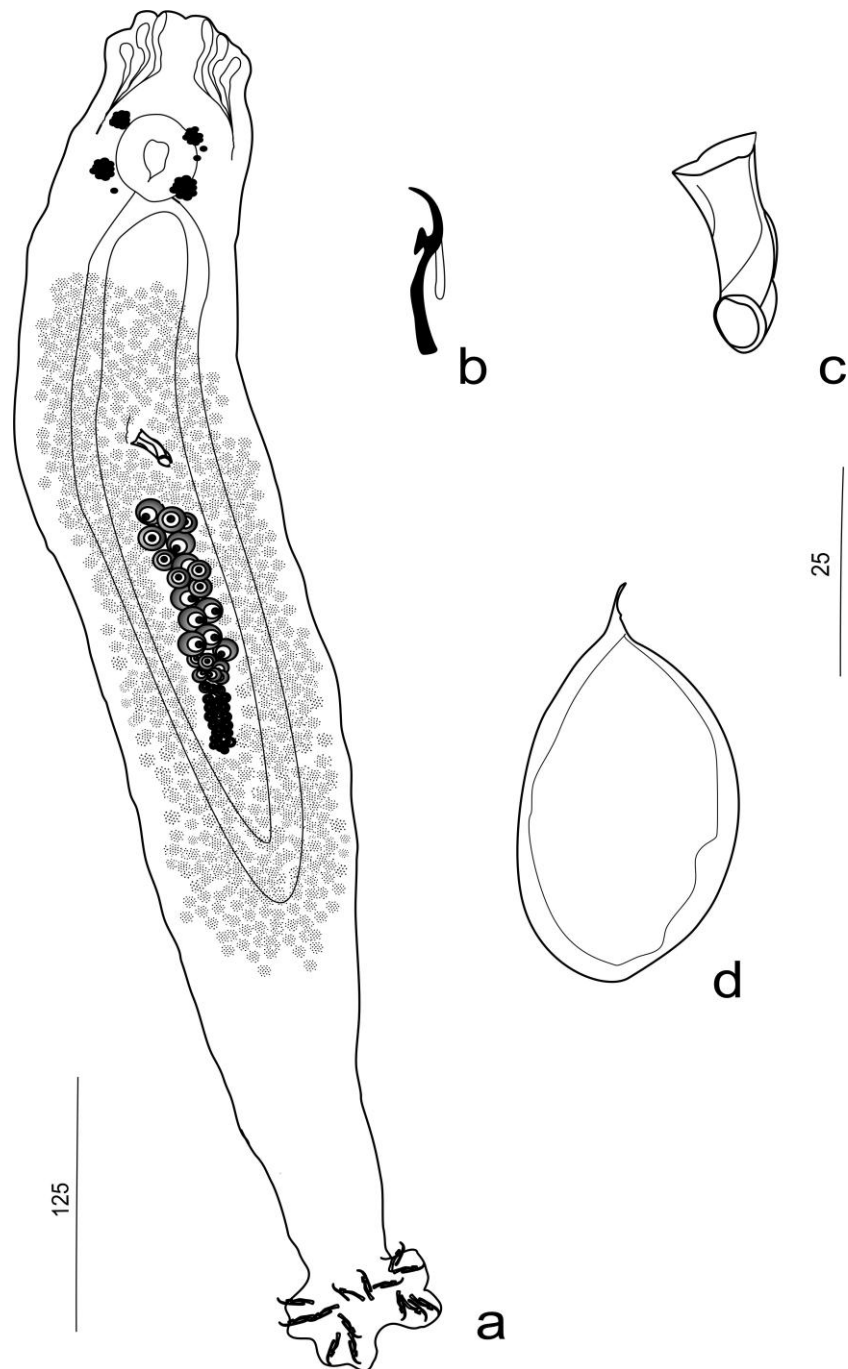


Figura 8. *Anacanthorus* sp. n.; a. corpo vista ventral; b. gancho; c. complexo copulatório masculino; d. ovo. Escala em  $\mu\text{m}$ .

#### **Dactylogyridae Gen. n. sp.**

Descrição baseada em cinco espécimes: Corpo alongado, fusiforme e robusto 656 (620 - 705,5 n = 5) comprimento; Corpo mais largo ao nível mediano do tronco na região das gônadas 194 (144 - 240 n = 5) largura. Fibras musculares bem evidenciadas na região posterior do corpo; pedúnculo longo e lobos cefálicos desenvolvidos, três pares de glândulas

cefálicas que se projetam lateralmente a faringe. Faringe subsférica 46 (32 - 60 n = 5) diâmetro. Esôfago curto; cecos intestinais laterais. Haptor subtrapezoidal. Âncoras ventrais com raiz superficial arredondada com uma estrutura calosa, sendo que a interna é maior que a externa, ponta curta e lâmina curvada 32,8 (26 - 38 n = 5) comprimento. Âncoras dorsais com raiz superficial com uma estrutura calosa, sendo que a interna mais estreita e a externa mais arredondada, ponta curta e lâmina curvada 34,8 (30 - 36 n = 5) comprimento. Barra ventral em forma de bastonete levemente curvada na região medial com extremidades dilatadas 41 (36 - 50 n = 5) comprimento. Barra dorsal em forma de bastonete com as extremidades levemente dilatadas 43 (40 - 50 n = 5) comprimento. Seis pares de ganchos similares na forma, com haste alargada, ponta recurvada e polegar recurvado, filamento do gancho  $\frac{1}{2}$  do comprimento da haste; par 1 de tamanho reduzido. Cirro formada por  $1\frac{1}{2}$  anel que se projeta para interior da peça acessória, base com borda pouco esclerotizada, 31 (27 - 35 n = 3) comprimento; primeiro anel do cirro 11,2 (10 - 12 n = 5) diâmetro. Peça acessória sigmóide com ápice curvado, não articulada com a base do cirro 25 (22 - 28 n = 4) comprimento. Vagina não observada. Ovo grande com forma circular, e com um filamento curto no ápice 62 (60 - 65 n = 3) diâmetro. Vitelaria densa e espalhada por todo tronco, ausente nas regiões de órgãos reprodutivos e confluenta aos cecos intestinais.

Hospedeiro tipo: *Hoplias* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rios Paraná, Baía e Ivinheima.

Comentários: A presente espécie não apresenta características que possibilitem a inclusão em um gênero de Dactylogyridae. Dactylogyridae Gen. n. sp., apresenta estruturas delgadas calosas sobre as raízes das âncoras ventrais, e raiz externa das âncoras dorsais tem um aspecto frágil. Esta mesma espécie foi registrada por Rosim *et al* (2011) em *H. aff. malabaricus* coletadas nos rios Jaguari-Mirim, Paraná, Machado e Cuiabá. Rosim *et al* (2011) depositaram alguns exemplares desta espécie de parasito na coleção helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz. Os espécimes depositados pelos autores foram analisados para comprovar que se trata da mesma espécie estudada no presente trabalho. Este é o primeiro registro desta espécie nos rios Baía e Ivinheima.

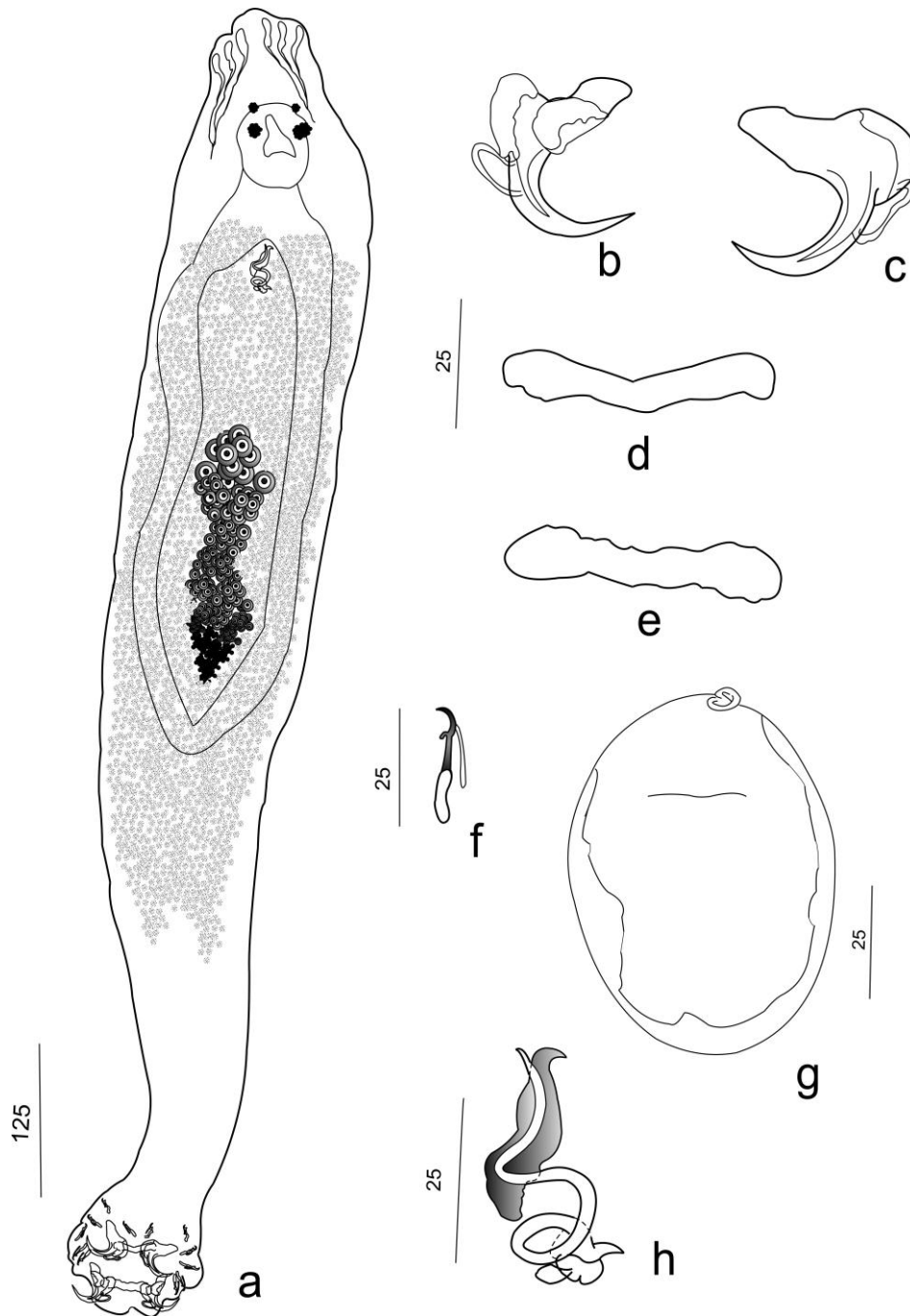


Figura 9. Dactylogyridae Gen. n. sp.; a. corpo vista ventral; b. âncora ventral; c. âncora dorsal; d. barra ventral; e. barra dorsal; f. ganchos; g. ovo; h. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

### **Dactylogyridae Gen. sp. n.**

Descrição baseada em um espécime: Corpo robusto com pedúnculo curto (1162) comprimento, (249) largura. Haptor subsférico. Âncoras ventrais com a base larga semitriangular (46) comprimento. Barra ventral retangular com as extremidades circulares,

com uma pequena protuberância antero medial (52,5) comprimento. Dois bastonetes longos sulcados longitudinalmente com um afileamento na base do ápice, ápice dilatado sulcado lembrando a forma de uma colher, base triangular (180) comprimento. Sete pares de ganchos pequenos próximos as âncoras. Cirro com três anéis e a parte distal em chicote que se projeta para o interior da peça acessória, (16) diâmetro do primeiro anel do cirro. Peça acessória robusta com base larga com ranhuras longitudinais e articulada com a base do cirro. Vagina esclerotizada formada por dois anéis, com abertura semicircular (10) diâmetro do primeiro anel.

Hospedeiro tipo: *Hoplias* aff. *malabaricus*.

Sítio de infestação: brânquias.

Localidade: rio Baía.

Comentários: Dactylogyridae Gen. sp. n. se caracteriza por apresentar as âncoras dorsais modificadas em bastonetes e pela ausência da barra dorsal, característica esta que se assemelha aos espécimes do gênero *Rhinoxenus* Kritsky, Boeger & Thatcher. Porém em *Rhinoxenus* as estruturas modificadas são mais afiladas e não apresentam sulcos longitudinais, ainda Dactylogyridae Gen. sp. n. diferencia-se deste gênero por apresentar sete pares de ganchos minúsculos próximos às âncoras ventrais e o haptor é semiesférico. O complexo copulatório masculino assim como algumas peças que compõem o haptor, se assemelham com o da espécie *Cacatuocotyle paranaensis* Boeger, Domingues & Kritsky, entretanto nesta espécie não são observados os bastonetes.

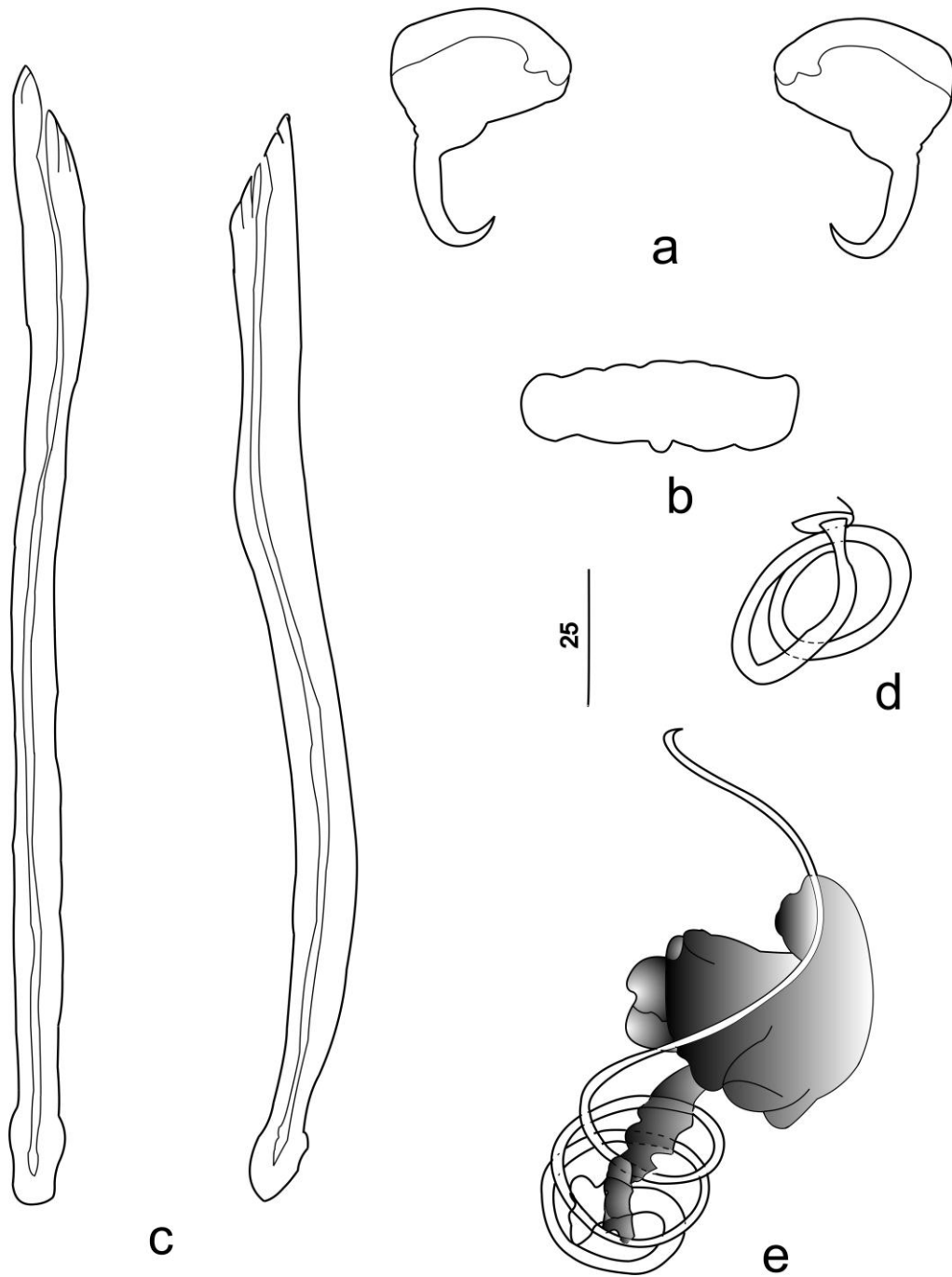


Figura 10. Dactylogyridae Gen. sp. n.; a. âncora ventral; b. barra ventral; c. bastonetes; d. vagina; e. complexo copulatório masculino. Escala em  $\mu\text{m}$ .

## 6. Discussão

*Urocleidoides* Mizelle & Price foi proposto para monogenéticos de peixes dulcícolas, que tem como características: esclerito vaginal sinistral, gônadas sobrepostas, cirro com anéis em sentido horário, âncoras simples e ganchos com hastes alargadas, sendo o primeiro e quinto par reduzidos (Kritsky *et al.* 1986). Com base nas características apresentadas acima este gênero passou por uma revisão realizada por Kritsky *et al.* (1986) e das 30 espécies listadas por Kritsky & Thatcher (1983) apenas oito foram mantidas no gênero (Kritsky *et al.* 1986). Este gênero conta atualmente com um total de 18 espécies, sendo que quatro destas espécies foram descritas recentemente por Rosim *et al.* (2011).

Kritsky *et al.* (1986) fizeram o primeiro registro de *Urocleidoides eremitus* em *Hoplias* aff. *malabaricus* coletados no lago Janauacá em Manaus no Estado do Amazonas, Brasil. Esta mesma espécie de parasito também foi registrada por Pavanelli *et al.* (2004) neste mesmo hospedeiro na planície de inundação do alto rio Paraná. Rosim *et al.* (2011) registraram esta espécie de parasito e descreveram quatro novas espécies, *Urocleidoides malabaricus*, *U. cuiabai* e *U. brasiliensis* parasitando brânquias e *U. naris* parasitando a narina de traíras coletadas em diferentes rios do Brasil. No presente trabalho foram registradas as mesmas espécies de parasitos branquiais encontradas por Rosim *et al.* (2011), fato que evidencia que estes parasitos acompanham a distribuição de seus respectivos hospedeiros.

Segundo uma relação de espécies do gênero *Urocleidoides* apresentada por Eiras *et al.* (2010) estes parasitos não estão relacionados apenas a um grupo de hospedeiros, sendo encontrados em peixes Siluriformes, Characiformes, Gymnotiformes e Cyprinodontiformes. Takemoto *et al.* (2009), discorrendo sobre a diversidade parasitária em peixes da planície de inundação do alto rio Paraná registraram *Urocleidoides* parasitando diferentes espécies de peixes da ordem Characiformes. Kohn & Paiva (2000) também citaram este gênero de parasitos em espécies de peixes dulcícolas Siluriformes na região neotropical. Estes estudos demonstram que este gênero de parasitos não é específico, sendo encontrado em diferentes táxons de peixes. Porém, as espécies estudadas no presente trabalho foram encontradas até o momento, parasitando *H.* aff. *malabaricus*.

*Vancleaveus janauacaensis* e *Cosmetocleithrum bulbocirrus* foram descritas por Kritsky *et al.* (1986) parasitando brânquias do peixe siluriforme *Pterodoras granulosus* coletados no lago Janauacá em Manaus. Eiras *et al.* (2010) também citaram estas duas espécies de parasitos em *P. granulosus*. Até o presente momento não havia nenhum registro de *V. janauacaensis* e *C. bulbocirrus* parasitando brânquias de *Hoplias* aff. *malabaricus*. O fato de *H.* aff.

*malabaricus* e *P. granulatus* serem peixes de ordens diferentes e da alta especificidade dos monogenéticos ao hospedeiro (Rohde 1979), nos leva a supor que a ocorrência destas duas espécies de monogenéticos em traíras trata-se de um processo acidental, o que também justifica a baixa prevalência e intensidade destas duas espécies de parasitos neste hospedeiro. Ainda o registro destas duas espécies de parasitos nas traíras pode se tratar de um processo de especificidade ecológica na qual os parasitos ocorrem em hospedeiros não relacionados filogeneticamente, mas que vivem em um mesmo ambiente (LLEWELLYN, 1982).

Segundo Thatcher (2006) *Anacanthorus* Mizelle & Price não possui barras e âncoras e tem sete pares de ganchos, sendo que três pares são dorsais e quatro ventrais. Atualmente este gênero é representado por 63 espécies descritas para peixes Characiformes principalmente na região amazônica (Pamplona-Basilio *et al.* 2001). Boeger *et al.* (1995) registraram uma espécie de *Anacanthorus* parasitando brânquias de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg) de ambiente artificial no Estado de São Paulo. Espécies de parasitos deste gênero também foram registradas por Takemoto *et al.* (2009) parasitando brânquias de *Salminus brasiliensis* (Cuvier) e *Serrasalmus marginatus* Valenciennes coletados na planície de inundação do alto rio Paraná. Rosim (2010) relata a ocorrência *Anacanthorus* sp. em *Hoplias* aff. *malabaricus* coletados nos rios Cuiabá no Estado do Mato Grosso, Jaguari-Mirim no Estado de São Paulo e rio Guandu no Estado do Rio de Janeiro, porém os autores não chegaram a descrever a espécie. Na planície de inundação do alto rio Paraná até o presente momento não havia registros de espécies de *Anacanthorus* parasitando brânquias de *H. aff. malabaricus*, sendo este o primeiro registro. Como a especificidade dos monogenéticos é alta para seus respectivos hospedeiros e o fato de não termos registros deste gênero de parasito para *H. aff. malabaricus* no local de estudo, e também aliados principalmente às características distintas da espécie estudada, consideramos que *Anacanthorus* deste trabalho é uma espécie nova para a Ciência.

Dactylogyridae Gen. n. sp. não apresentou características em comum com outros gêneros já descritos de dactilogirídeos. Rosim *et al.* (2011) registraram Dactylogyridae Gen. n. sp. em *Hoplias* aff. *malabaricus*, coletados nos rios Machado, Guandu, Cuiabá e Paraná e assim como nós não encontramos estruturas características que possibilitassem a alocação desta espécie em qualquer gênero descrito até o momento e a classificamos como Dactylogyridae gen. sp. Diante das características distintas desta espécie de monogenético propomos a descrição de um novo gênero e espécie para a Ciência.

Dactylogyridae Gen. sp. n. possui as âncoras dorsais modificadas e ausência da barra dorsal assim como as espécies do gênero *Rhinoxenus*, porém estas espécies tem como sítio de

infestação as narinas de Characiformes diferente da nossa espécie que foi encontrada nas brânquias. De acordo com Eiras *et al.* (2010) não há registro de *Rhinoxenus* em *Hoplias* aff. *malabaricus*. Ainda existem algumas diferenças nas peças esclerotizadas do haptor que impossibilita a inclusão de Dactylogyridae Gen. sp. n. no gênero *Rhinoxenus*. Além disso, foi encontrado apenas um espécime deste parasito, o que nos leva a supor que este também seja um registro acidental para este hospedeiro, ou mesmo pode se tratar de especificidade ecológica como citada anteriormente neste trabalho. Sendo assim novos estudos deverão ser realizados para coletar mais espécimes destes parasitos para a posterior descrição da espécie.

Estudos sobre a taxonomia de monogenéticos no Brasil têm sido bastante promissores e têm contribuído consideravelmente para o conhecimento da diversidade de invertebrados, uma vez que constantemente são descritas espécies novas. Neste sentido propomos que novos trabalhos devem ser realizados sobre os parasitos de peixes, visando não somente a descrição de espécies, mas também o entendimento de como estes se relacionam com seus respectivos hospedeiros.

## 7. Referências

- Boeger, W. A., Husak, W. S. & Martins, M. L. (1995). Neotropical Monogenoidea. 25. *Anacanthorus penilabiatus* n. sp. (Dactylogyridae, Anacanthorinae) from *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes, Serrasalminidae) cultivated in the state of São Paulo, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 90(6), 699-701.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2006). *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. EDUEM, Maringá, 2ª ed. Revisada e ampliada, 199 pp.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2010). *Diversidade dos parasitos de peixes de água doce do Brasil*. Clichetec, 333pp.
- Graça, W. J. & Pavanelli, C. S. (2007). *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. EDUEM, Maringá, 241pp.
- Kohn, A. & Paiva, P. M. (2000). Fishes parasitized by Monogenea in South America. In: *Metazoan parasites in the neotropics: A systematic and ecological perspective*. Salgado-Maldonado, G., Aldrete, A. G. & Vidal-Martinez, V. M (Editors). Instituto de Biología – Universidad Nacional Autónoma de México. 1º ed., 310 pp.
- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E. (1983). Neotropical Monogenea. Five new species from the aruana, *Osteoglossum bicirrosom* Vandelli, a freshwater teleost from Brazil, with the



- proposal of *Gonocleithrum* n. gen. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 96, 581-597.
- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E. & Boeger, W. A. (1986). Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 53(1), 1-37.
- Llewellyn, J. (1982). Host-specificity and corresponding evolution in Monogenean flatworms and vertebrates. *Memories de Musée National d'Histoire Naturelle, Serie A Zoologie*, 123, 289-293.
- Luque, J. L. & Poulin, R. (2007). Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, 134, 865–878.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialecki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. (2001). *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. EDUEM, Maringá, Brasil, 2001. 378pp.
- Oyakawa, O. T. (2003). Family Erythrinidae. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Orgs.). *Check record the freshwater fishes of South and Central América*. Edipucrs, Porto Alegre, 709pp.
- Pamplona-Basilio, M. C., Kohn, A. & Feitosa, V.A. (2001). New host record and description of the egg of *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea, Dactylogyridae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96(5), 667- 668.
- Pavanelli, G. C. *et al.* (2004). Ictioparasitologia. In: Universidade Estadual de Maringá. Nupélia/PELD. *A planície de inundação do alto rio Paraná: Site 6 PELD/CNPq – Relatório anual*, Maringá. Disponível em: <http://www.peld.uem.br/Relat2004/pdf/ictioparasitologia2004.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2010.
- Pavanelli, G. C.; Eiras, J. C.; Takemoto, R. M. (2008). *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 3º ed. Maringá: Eduem, 311 p.
- Pazza, R. & Júlio Júnior, H. F. (2003). Occurrence of three sympatric cytotypes of *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain (Brazil). *Cytologia*, Tokyo, 68, 159-163.
- Rohde, K. (1979). A critical evaluation of intrinsic and extrinsic factors responsible for niche restriction in parasites. *The American Naturalist*, 114, 648 – 671.
- Rosim, D. F. (2010). *Biodiversidade das comunidades parasitárias em populações de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil*. Tese de doutoramento. Instituto de veterinária, curso de pós-

graduação em ciências veterinárias, parasitologia veterinária. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 154pp.

- Rosim, D. F., Mendonza–Franco, E. F. & Luque, J. L. (2011). New and previously described species of *Urocleidoides* (Monogenoidea: Dactylogyridae) infecting the gills of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) from Brazil. *The Journal of Parasitology*, 97(3), 406–417.
- Takemoto, R. M., Pavanelli, G. C., Lizama, M. A .P., Lacerda, A. C. F., Yamada, F. H., Moreira, L. H. A., Ceschini, T. L. & Bellay, S. (2009). Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 691-705.
- Thatcher, V. E. (2006). *Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites*. Bulgaria: Pensoft, 2<sup>a</sup> ed., 509 pp.

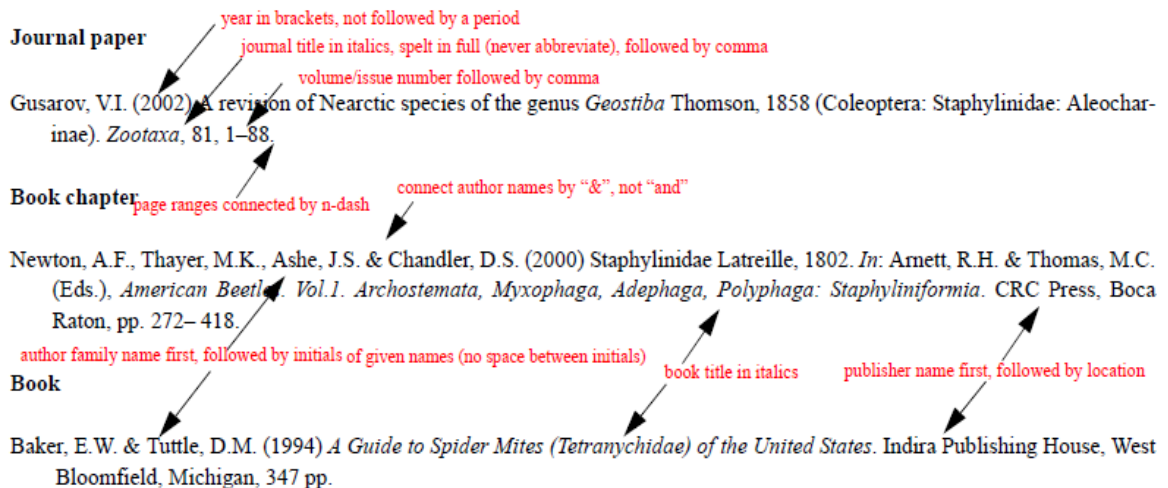
## 8. Anexo I

### Preparing final files for publication in Zootaxa

Please consult the **Information for Authors**: [www.mapress.com/zootaxa/author.html](http://www.mapress.com/zootaxa/author.html). If possible, use the common font **Times New Roman** for the main text and use as **little formatting as possible** (use only **bold** and *italics* where necessary; and indent the paragraphs from the second of each section). Special symbols (e.g. male or female sign) should be avoided because they are likely to be altered when files are converted. You are recommended to code males as m# and females as f#. We can replace them easily. Please provide the following information when submitting the final files to enable us to typeset and index your paper: a) name of corresponding author and email; b) family names of authors and preferred short running title (<60 alphabets); c) number of plates and cited references; and d) high taxon (as in Zootaxa sections) and number of new taxa described in the paper.

#### Specific points to note:

- 1) **Text of the manuscript.** Please save the file containing the text and tables as a ms word or RTF file. Do not double space or use footer/header. Captions of plates/figures should be inserted where you want your figures to be inserted, or listed at the end of the manuscript. Vector diagrams/charts generated in programs such as excel can be embedded in the text file as well.
- 2) **Tables.** Please use the table function in your word processor to build tables so that the cells can be easily re-sized to fit the page by the typesetters. Never use the Tab key to type tables, nor use space bar to adjust space. If you did that, please correct them.
- 3) **Figures.** Please note that the journal has a matter size of 25 cm x 17 cm (printable area of the main text and plates) and is printed on A4 paper. If the final size of your plates is greater than this, please crop extra white areas around plates or reduce it to this size; this will reduce file size. Plates containing only black&white lines/dots are line art works and must be scanned as such (i.e. 1 bit, monochrome line art) at 600 dpi (maximum 1200 dpi). They should be saved in tiff file and LZW compression is recommended to be used to reduce file size for easy sub-mission by e-mail. Plates containing greyscale drawings and photographs should be scanned at 300 dpi and saved in TIFF (use LZW compression) or jpeg at the highest quality. **Please do not modify photographs in the jpeg files; the print quality would be severely altered if you did that. You can modify files in the TIFF file and when completed, convert to high quality jpeg for submission.** If you have colour figures, it is best to group them together in plates, which will save cost.
- 4) **Reference list.** This must be formatted using Zootaxa style (see below for examples of main types of papers): Please note that (1) **journal titles must be written in full (not abbreviated)**; (2) journal titles and volume numbers are followed by a “,”; (3) page ranges are connected by a “n dash”, not a hyphen “-”, which is used to connect two words. For websites, it is important to include the last date when you see that site, as it can be moved or deleted from that address in the future.
- 5) **Submission of files.** Please send final files by e-mail (or ftp) to your subject editor who will then forward files of accepted versions to Zootaxa office. Plates (if many) may be sent directly to Zootaxa office if the subject editor agrees.



#### Internet resources

O'Connor, R.J., Dunn, E., Johnson, D.H., Jones, S.L., Petit, D., Pollock, K., Smith, C.R., Trapp, J.L. & Welling, E. (2000) A programmatic review of the North American Breeding Bird Survey: report of a peer review panel. U.S. Geological Survey Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland. Available from <http://www.mp2-pwrc.usgs.gov/bbs/bbsreview/> (accessed 3 April 2003)

include the last date when you see that site, as it can be moved or deleted from that address in the future

O capítulo 3 foi elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica na revista *Journal of Helminthology*. Normas da revista anexo II.

### **CAPÍTULO 3: Aspectos ecológicos de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos branquiais e seu hospedeiro *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.**

#### **1. Resumo**

Foram analisados 54 espécimes de traíras *Hoplias* aff. *malabaricus* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, entre março de 2010 a março de 2011. Todas as traíras estavam parasitadas por pelo menos uma espécie de Monogenea. As espécies de parasitos com maior ocorrência foram *Urocleidoides cuiabai* (42,08%) e *Urocleidoides eremitus* (20,21 %). A comunidade de ectoparasitos branquiais examinada apresentou um padrão de distribuição agregado. *Urocleidoides cuiabai* foi a espécie dominante na amostra ( $C > 0,25$ ). Os níveis de parasitismo apresentaram correlação positiva e significativa com o comprimento padrão do hospedeiro para as espécies *Urocleidoides malabaricus* e *U. eremitus*. Houve diferenças significativas na abundância de parasitismo entre peixes machos e fêmeas para as espécies de parasitos *Urocleidoides brasiliensis* e *U. cuiabai*. Os estádios de maturação gonadal do hospedeiro não influenciaram nos níveis de parasitismo. Quatro espécies de parasitos apresentaram correlação positiva e significativa entre os níveis de parasitismo e o fator de condição relativo. O rio Ivinheima apresentou maior abundância de parasitismo em relação aos demais subsistemas. O estudo ecológico dos monogenéticos pode proporcionar um maior entendimento da biologia destes parasitos e de seus hospedeiros, do local de coleta, e até mesmo de como o hospedeiro responde a presença destes parasitos. Neste trabalho apresentamos os fatores que foram determinantes nos níveis de parasitismo nesta importante espécie de peixe na planície de inundação do alto rio Paraná.

Palavras-chave: *Hoplias* aff. *malabaricus*, traíras, Monogenea, Ancyrocephalinae, Dactylogyridae, ectoparasitos de peixes, planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil.

**Ecological aspects of Monogenea gill parasites (Platyhelminthes) and its host *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) in the floodplain of the upper Paraná River, Brazil.**

**2. Abstract**

We analyzed 54 specimens of *Hoplias* aff. *malabaricus* collected between March 2010 and March 2011 from the upper Paraná River floodplain. All host were parasitized by at least one specie of Monogenea. The species with higher prevalence of parasites were *Urocleidoides cuiabai* (96.29 %) and *U. malabaricus* (92.59%). The community of gill ectoparasites examined showed an aggregated pattern. *U. cuiabai* was the dominant species in our sample ( $C > 0.25$ ). The parasitism levels showed significant positive correlation with the standard length of the host for the species *Urocleidoides malabaricus* and *U. eremitus*. There were significant differences in the abundance of parasitism between male and female fish to the species of parasites *Urocleidoides brasiliensis* and *U. cuiabai*. The gonad maturation stages of the host did not influence the levels of parasitism. Four species of parasites showed positive and significant correlation with parasitism level and the relative condition factor. The river Ivinheima presented higher abundance of parasitism in relation to other subsystems. The ecological study of monogeneans can provide a greater understanding of the biology of these parasites and their hosts, the collection site, and even how the host responds to the presence of these parasites. This paper presents the factors that were instrumental in the levels of parasitism in this important fish species in the floodplain of the upper Paraná River.

Keywords: *Hoplias* aff. *malabaricus*, “traíras”, Monogenea, Ancyrocephalinae, Dactylogyridae, fish ectoparasites, the upper Paraná river floodplain, Brazil.

### 3. Introdução

Entre as espécies de peixes catalogadas na planície de inundação do alto rio Paraná está *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794). Esta é uma espécie amplamente distribuída nos sistemas hidrográficos da América do Sul e popularmente conhecida como traíra ou lobó (Oyakawa, 2003). São peixes carnívoros de hábitos sedentários e ocorrem em vários tipos de ambientes fluviais e lacustres (Nakatani *et al.*, 2001). Na fase larval estes peixes se alimentam de organismos planctônicos e na fase adulta se alimentam principalmente de outros peixes, com baixa voracidade e com grande resistência a períodos de jejum (Paiva, 1974).

Juntamente com os peixes coletados ao longo dos anos na planície de inundação do alto rio Paraná está à fauna simbiótica, composta por microorganismos e macrorganismos, entre os quais estão principalmente os parasitos, representados por protozoários, helmintos, microcrustáceos, entre outros. Vários trabalhos sobre taxonomia e ecologia de parasitos de peixes já foram realizados na região, e segundo Takemoto *et al.* (2009) foram catalogados 337 espécies de parasitos de peixes entre os anos de 2000 a 2007, sendo que 12 foram espécies novas. Monogenea foi o grupo de parasitos que mais apresentou espécies novas, sendo descritas oito novas espécies.

A ocorrência sazonal de monogenéticos em peixes parece ser influenciada por vários fatores, bióticos e abióticos. Os fatores bióticos, como a idade, o tamanho, sexo o comportamento e hábitos migratórios do hospedeiro podem influenciar a prevalência e intensidade de infecção destes parasitos ao longo do ano. Entre os fatores abióticos aparentemente a temperatura é o que parece ter uma maior influência na distribuição sazonal de monogenéticos (Eiras, 1994). Ainda o ambiente aquático é um veículo que favorece o acesso dos parasitos aos seus hospedeiros. Para os monogenéticos os ambientes lênticos são mais favoráveis à transmissão de parasitoses do que ambientes lóticos (Thatcher, 1981).

As relações parasito/hospedeiro fazem parte de uma complexa rede estrutural nos ecossistemas e, particularmente nos sistemas aquáticos, estas relações constituem indicadores fundamentais da estrutura dessas redes (Silva-Souza *et al.*, 2006). Assim, o estudo de parasitos de peixes permite a obtenção de informações importantes não só a respeito dos hospedeiros, mas também do ambiente em geral (Takemoto *et al.*, 2005 a). Neste trabalho é apresentado um estudo sobre a comunidade componente de monogenéticos branquiais parasitos de *H. aff. malabaricus* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, com o intuito de avaliar a relação do parasitismo com fatores bióticos como o comprimento padrão e

o sexo dos hospedeiros, seus relacionamentos interespecíficos, similaridade e a possível influência do parasitismo no bem estar do hospedeiro.

#### 4. Materiais e Métodos

##### 4.1 Caracterização da área de estudo

A área estudada faz parte da planície de inundação do alto rio Paraná próximo ao município de Porto Rico, Paraná (22°43'S e 53°10'O) onde está localizada a base avançada de pesquisa da Universidade Estadual de Maringá – Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) (Figura 1). Os pontos de amostragem correspondem aos utilizados pelo projeto PELD – CNPq (Projetos Ecológicos de Longa Duração) – Sítio 6.

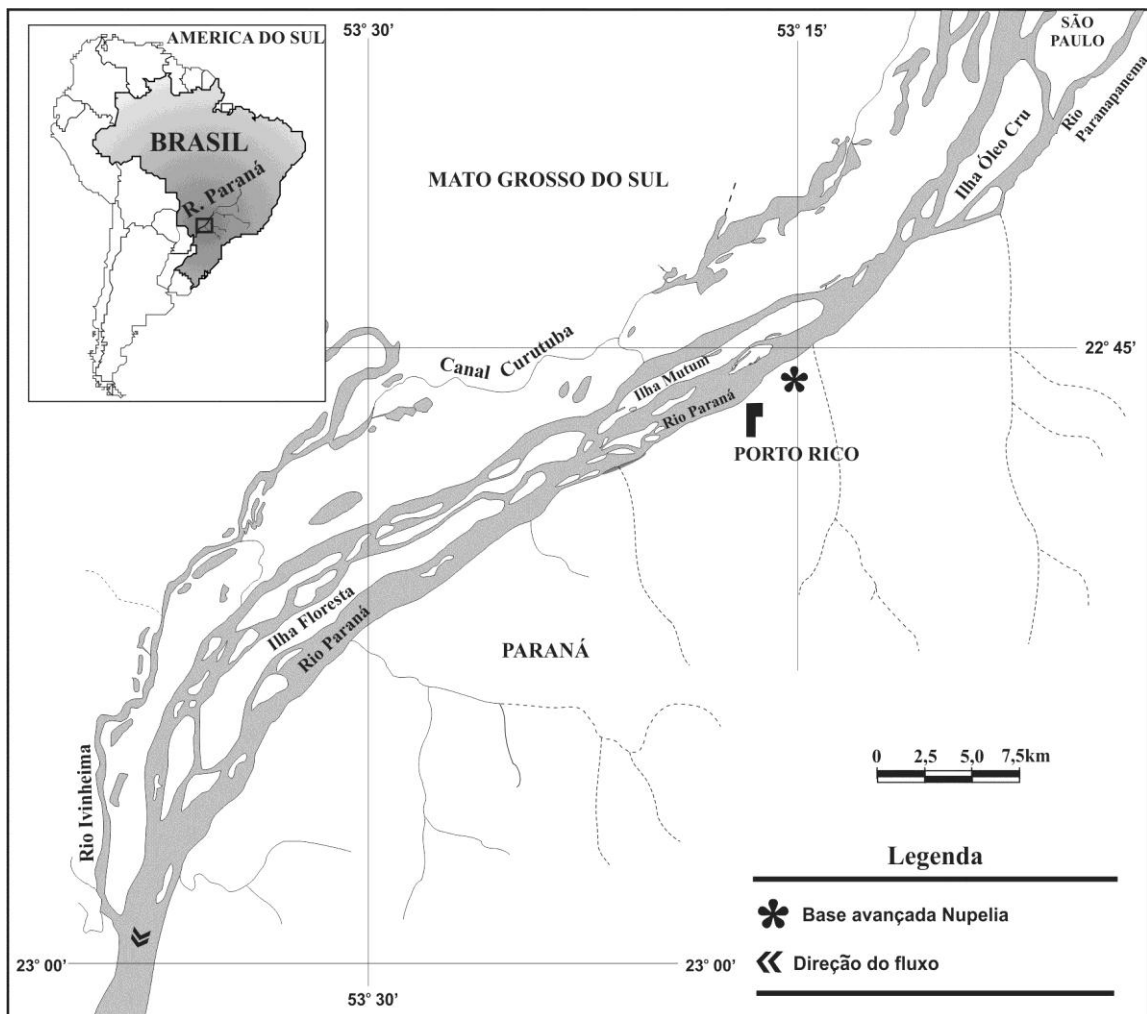


Figura 1. Planície de inundação do alto rio Paraná.

##### 4.2 Coleta dos hospedeiros

Foram coletadas 54 traíras entre o período de março de 2010 a março de 2011 em três subsistemas diferentes da planície de inundação do alto rio Paraná; rios Paraná, Baía e



Ivinheima, por meio de redes de espera de diferentes malhagens. Os peixes coletados foram encaminhados até a Base Avançada de Pesquisa do Nupélia, em seguida foram anestesiados com Benzocaína 10%, posteriormente os peixes foram sacrificados, identificados, enumerados, medidos e pesados, sendo também registrado o sexo, estágio de maturação gonadal, peso total, comprimento total e padrão. Depois as traíras tiveram suas brânquias retiradas e fixadas em solução de formalina a 5%.

#### 4.3 Coleta, fixação, preparação e montagem dos parasitos

As brânquias removidas tiveram seus arcos branquiais individualizados e examinados em placa de Petri com água sob estereomicroscópio para a coleta dos parasitos. Os parasitos foram fixados, preparados e montados conforme Eiras *et al.* (2006).

Para a obtenção do número total de parasitos foi feita a contagem sob estereomicroscópio em placa de Petri. Para a identificação, foram montadas lâminas contendo meio de Hoyer, para a observação sob microscópio óptico (Eiras *et al.*, 2006). Em seguida foram confeccionados desenhos dos parasitos em câmara clara, e feita medidas das peças esclerotizadas e estruturas reprodutivas. A identificação foi feita segundo Kritsky *et al.* (1986), Thatcher (2006) e Rosim *et al.* (2011). As terminologias da ecologia parasitária foram utilizadas segundo Bush *et al.* (1997).

#### 4.4 Análises estatísticas

O índice de diversidade e uniformidade de Brillouin foi utilizado para determinar a diversidade das infracomunidades de ectoparasitos branquiais nos subsistemas Ivinheima, Baía e Paraná (Stone & Pence, 1978). E para determinar se há concentração de dominância foi utilizado o índice Berger – Parker. Este índice expressou a importância proporcional da espécie mais abundante de parasito na amostra (Magurran, 1988).

O índice de dispersão (ID) e o índice de Green (IG) foram utilizados para examinar os padrões de dispersão e agregação das espécies de ectoparasitos. O índice de dispersão foi testado utilizando a estatística  $d$ , sendo a distribuição considerada ao acaso quando  $d < 1,96$ , uniforme quando  $d < -1,96$  e agregada quando  $d > 1,96$ . O grau de agregação foi medido pelo índice de Green, que varia de 0 (ao acaso) a 1 (agregação máxima) (Ludwig & Reynolds, 1988).

O coeficiente de correlação de Pearson “ $r$ ” foi calculado para determinar a correlação entre a prevalência de parasitismo e o comprimento padrão do hospedeiro, com prévia transformação angular dos dados de prevalência e separação das amostras dos hospedeiros em intervalos de classes de comprimento. O coeficiente de correlação “ $r_s$ ” por postos de

Spearman foi utilizado para determinar possíveis correlações entre o comprimento padrão do hospedeiro e a abundância de parasitos, e para verificar correlações das abundâncias dos parasitos com o fator de condição relativo dos hospedeiros (Zar, 1996).

O teste “G” Log-likelihood, com uso da tabela de contingência 2x2, foi utilizado para determinar o efeito do sexo do hospedeiro na prevalência de cada espécie de parasito (Zar, 1996). Já o teste de Mann-Whitney (U) foi utilizado para determinar o efeito do sexo do hospedeiro na abundância de infestação (Siegel, 1975).

O teste “t” Student foi utilizado para determinar se o comprimento padrão dos hospedeiros machos e fêmeas são semelhantes. Este teste também permitiu verificar a possível influência do comprimento do hospedeiro, nos níveis de parasitismo. O teste de Kruskal-Wallis (H) foi utilizado para averiguar se há diferenças significativas na abundância de infestação dos peixes coletados nos diferentes subsistemas. E ainda para verificar se os diferentes estádios de maturação gonadal estão influenciando nos níveis de parasitismo (Zar, 1996). E para verificar qual subsistema estava diferindo dos demais em relação à abundância de parasitismo foi aplicado o teste de Dunn.

O fator de condição relativo (Kn) foi calculado com base no peso e comprimento dos peixes. Os valores numéricos da relação peso-comprimento a e b foram utilizados na estimativa dos valores teoricamente esperados do peso do corpo (We), pela utilização da fórmula  $We = a.Lsb$ . O fator de Condição relativo (Kn) então foi calculado correspondendo ao quociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um dado comprimento, isto é,  $Kn=Wo/We$ , verificando após se ocorre alguma mudança no bem estar do hospedeiro parasitado e não parasitado (LeCren, 1951).

Os estádios de maturação gonadal foram determinados de acordo com Vazzoler *et al.* (1997).

Os testes mencionados anteriormente foram aplicados somente para as espécies de parasitos com prevalência maior que 10%. As análises estatísticas foram realizadas nos programas BioEstat 5.0 e Past.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Estrutura da comunidade parasitária

Foram analisados um total de 54 peixes, e todos estavam parasitados por pelo menos uma espécie de monogenético. O número total de parasitos encontrados foi de 3.640 espécimes, sendo a espécie de maior prevalência *Urocleidoides cuiabai* Rosim, Mendoza-Franco & Luque, 2011 com 96,29 % seguida de *U. malabaricus* Kritsky, Thatcher & Boeger, 1986 com 92,59 %. Os dados obtidos estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1. Número de peixes infestados (NI); Número de parasitos coletados (NP); Prevalência (P%); Intensidade média (IM); Abundância média (AM); Amplitude de parasitismo (AP) dos monogenéticos parasitos branquiais de *Hoplias* aff. *malabaricus* da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011.

<b>Parasito</b>	<b>NI</b>	<b>NP</b>	<b>P</b>	<b>IM</b>	<b>AM</b>	<b>AP</b>
<i>Urocleidoides malabaricus</i>	50	691	92,59	13,82	12,79	1 – 117
<i>Urocleidoides eremitus</i>	35	736	64,81	21,02	13,62	1 – 143
<i>Urocleidoides cuiabai</i>	52	1532	96,29	29,46	28,37	1 – 193
<i>Urocleidoides brasiliensis</i>	37	240	68,51	6,48	4,44	1 – 42
<i>Anacanthorus</i> sp.	30	215	55,55	7,16	3,98	1 – 29
<i>Vancleaveus janauacaensis</i>	2	2	3,7	1	0,037	1 – 2
<i>Cosmetocleithrum bulbocirrus</i>	1	1	1,85	1	0,018	-
Dactylogyridae Gen. n. sp.	26	222	48	8,53	4,11	1 – 47
Dactylogyridae Gen. sp. n.	1	1	1,85	1	0,018	-

Dos 54 peixes analisados 16 estavam parasitados por seis espécies de parasitos e apenas três hospedeiros estavam parasitados por uma espécie (figura 2).

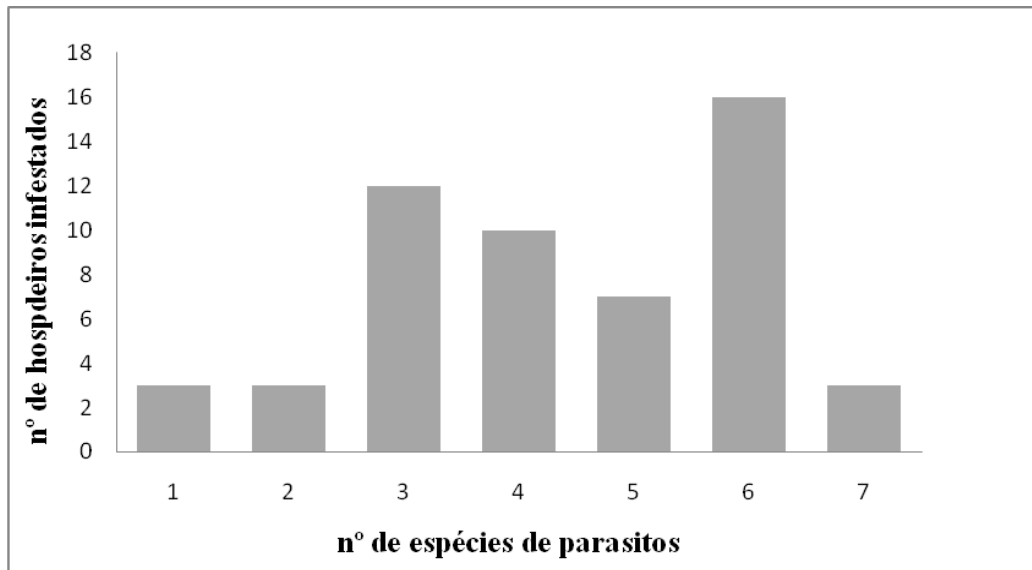


Figura 2. Riqueza de parasitos coletados em *Hoplias* aff. *malabaricus* na planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011.

De acordo com o índice de Berger-Parker houve dominância da espécie *U. cuiabai* (42,08%). A dispersão das espécies de parasitos apresentou-se agregada (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados do índice de dispersão (ID) e índice de agregação de Green (IG) estimado para espécies de monogênicos de *Hoplias* aff. *malabaricus* da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011.

Parasito	ID	D	IG	Distribuição
<i>Urocleidoides malabaricus</i>	17,89	32,99	0,029	Agregada
<i>Urocleidoides eremitus</i>	59,04	70,15	0,076	Agregada
<i>Urocleidoides cuiabai</i>	4,41	75,0	0,044	Agregada
<i>Urocleidoides brasiliensis</i>	12,8	26,58	0,049	Agregada
<i>Anacanthorus</i> sp.	11,61	615,59	0,049	Agregada
Dactylogyridae Gen. n. sp.	16,87	32,04	0,071	Agregada

### 5.2 Comprimento padrão

O comprimento padrão médio dos peixes analisados foi de 24,35 cm (14,7-35,5). *Urocleidoides malabaricus* Rosim, Mendoza-Franco & Luque, 2011 apresentou correlação significativa e positiva entre sua abundância e o comprimento padrão do hospedeiro.

*Urocleidoides eremitus* apresentou correlação significativa e positiva entre o comprimento padrão do hospedeiro com a prevalência (Tabela 3). Não houve correlação significativa entre o comprimento padrão dos hospedeiros com os resultados da diversidade obtidos pelo Índice de Brillouin ( $r_s = -0,1320$   $p > 0,05$ ).

Tabela 3. Valores do coeficiente de correlação “rs” por postos de Spearman correlacionando o comprimento padrão do hospedeiro e a abundância de parasitos, e o coeficiente de correlação de Pearson “r” correlacionando a prevalência de parasitismo e o comprimento padrão de *Hoplias aff. malabaricus* da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011. ( $p$  = nível de significância).

<b>Parasito</b>	<b>Rs</b>	<b>P</b>	<b>r</b>	<b>P</b>
<i>Urocleidoides malabaricus</i>	0,244	0,050*	0,307	0,614
<i>Urocleidoides eremitus</i>	0,012	0,928	0,894	0,040*
<i>Urocleidoides cuiabai</i>	0,188	0,171	-0,000	0,999
<i>Urocleidoides brasiliensis</i>	0,048	0,728	0,720	0,169
<i>Anacanthorus</i> sp.	-0,131	0,343	-0,876	0,051
Dactylogyridae Gen. n. sp.	-0,158	0,251	-0,847	0,070

\*valor significativo

### 5.3 Sexo

Dos 54 peixes analisados 31 eram machos e 23 fêmeas. De acordo com o teste  $t$  não houve diferença significativa no comprimento padrão entre machos e fêmeas ( $t = -0,805$   $p > 0,05$ ).

*Urocleidoides cuiabai* e *U. brasiliensis* Rosim, Mendoza-Franco & Luque, 2011 apresentaram diferença significativa na abundância entre peixes machos e fêmeas. As fêmeas estavam mais parasitadas por estas espécies do que os machos. Não houve diferenças significativas na prevalência de parasitismo entre machos e fêmeas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores do teste “G” Log-likelihood para verificar diferenças entre hospedeiros machos e fêmeas na prevalência de parasitismo e o Teste de Mann-Whitney com aproximação normal “Z” para verificar diferenças entre hospedeiros machos e fêmeas na abundância de parasitismo de *Hoplías* aff. *malabaricus* da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011. ( $p$  = nível de significância).

<b>Parasito</b>	<b>Z</b>	<b>P</b>	<b>G</b>	<b>P</b>
<i>Urocleidoides malabaricus</i>	1,005	0,157	0,578	0,446
<i>Urocleidoides eremitus</i>	1,207	0,113	3,277	0,070
<i>Urocleidoides cuiabai</i>	1,670	0,047*	2,276	0,131
<i>Urocleidoides brasiliensis</i>	1,731	0,041*	0,546	0,459
<i>Anacanthorus</i> sp.	0,096	0,461	0,196	0,657
Dactylogyridae Gen. n. sp.	0,487	0,313	0,260	0,610

\*valor significativo

Os peixes estudados se encontravam em diferentes estádios de maturação gonadal (imaturos, início de maturação, maturação, repouso, semi esgotados, esgotados e recuperação). Ao utilizar o teste de Kruskal-Wallis para verificar a possível influência dos estádios de maturação gonadal nos níveis de parasitismo não encontramos correlação significativa.

#### 5.4 Fator de condição relativo ( $Kn$ )

Quatro das seis espécies de parasitos estudadas tiveram a abundância correlacionada significativamente e positivamente com o Fator de condição relativo (Tabela 5).

Tabela 5. Valores do coeficiente de correlação “rs” por postos de Spearman correlacionando o fator de condição relativo e a abundância de parasitismo de *Hoplias aff. malabaricus* da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011. ( $p$  = nível de significância).

<b>Parasito</b>	<b>rs</b>	<b>P</b>
<i>Urocleidoides malabaricus</i>	0,264	0,0530
<i>Urocleidoides eremitus</i>	0,567	0,0001*
<i>Urocleidoides cuiabai</i>	0,252	0,0650
<i>Urocleidoides brasiliensis</i>	0,475	0,0003*
<i>Anacanthorus</i> sp.	0,353	0,0088*
Dactylogyridae Gen. n. sp.	0,518	0,0001*

\*valor significativo

### 5.5 Subsistemas

O teste de Kruskal-Wallis nos indicou que houve diferença significativa e positiva na abundância de parasitos entre os subsistemas. E de acordo com o teste de Dunn houve diferença entre os rios Baía e Ivinheima para a abundância da espécie *U. cuiabai*, e entre os rios Ivinheima e Paraná para a abundância da espécie *U. brasiliensis*. *Urocleidoides cuiabai* e *U. brasiliensis* foram mais abundantes em peixes coletados no rio Ivinheima (Tabela 6).

Tabela 6. Valores do teste “H” Kruskal Wallis para verificar se há variação significativa na abundância de parasitismo em *Hoplias aff. malabaricus* coletados em diferentes subsistemas da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS, no período de março de 2010 a março de 2011. ( $p$  = nível de significância).

<b>Parasito</b>	<b>H</b>	<b>P</b>
<i>Urocleidoides malabaricus</i>	5,364	0,068
<i>Urocleidoides eremitus</i>	4,025	0,133
<i>Urocleidoides cuiabai</i>	9,587	0,008*
<i>Urocleidoides brasiliensis</i>	11,478	0,003*
<i>Anacanthorus</i> sp. n.	5,537	0,062
Dactylogyridae Gen. n. sp.	5,820	0,054

\*valor significativo

## 6. Discussão

### 6.1 Estrutura da comunidade parasitária

Eiras (1994) afirmou que os fatores bióticos, como a biologia do hospedeiro, seu comportamento e hábitos migratórios, podem interferir na prevalência e intensidade da infestação por monogenéticos ao longo do ano. O fato de todas as traíras estarem parasitadas por monogenéticos, e de terem sido encontradas nove espécies desta Classe de parasitos pode estar relacionado ao comportamento destes hospedeiros, que segundo Graça & Pavanelli (2007) são sedentários, vivendo em ambientes lênticos, como lagoas e canais. Pavanelli *et al.* (2008) mencionaram que ambientes lênticos ou de confinamento favorecem a infestação por parasitos de ciclo direto. Graça & Machado (2007) ao estudarem ciclideos coletados em um lago artificial na cidade de Maringá PR, também observaram que todos os peixes estavam parasitados por pelo menos uma espécie de monogenético, e justificaram esta alta prevalência pelo fato destes peixes se alimentarem no fundo do lago, o que facilitaria a suspensão dos ovos e com isso a infestação por estes parasitos.

Outra possível explicação para a alta prevalência de monogenéticos nas traíras seria a alta densidade populacional desta espécie de peixe nos pontos de coleta, que segundo Júlio Jr. *et al.* (2008) foi uma das espécies de peixes com maior abundância e biomassa nos subsistemas rio Baía e Ivinheima. Takemoto *et al.* (2005 b) ao estudarem a influência da densidade de hospedeiros na diversidade de endoparasitos encontraram correlação significativa da mesma forma que no presente estudo, os monogenéticos possivelmente apresentaram um aumento dos níveis de parasitismo com a alta densidade populacional de peixes, pois este fato facilita a transmissão destes parasitos.

Monogenéticos, quando presentes em pisciculturas, provocam elevadas taxas de mortalidade dos peixes, causando prejuízos consideráveis (Eiras, 1994), porém não há registros de altas mortalidades provocadas por estes parasitos em peixes de ambientes naturais no Brasil (Thatcher, 1981). Isto se dá provavelmente pela dificuldade em comprovar a causa da morte dos peixes e também pelo fato de que indivíduos debilitados por alguma parasitose são facilmente predados.

No presente estudo a distribuição das espécies de monogenéticos mostrou um padrão de agregação o que segundo Abdallah *et al.* (2005) é característico dos sistemas parasitários. Poulin (1998) afirmou que a distribuição de parasitos é decorrente de processos que não são constantes e por esta razão é um acontecimento dinâmico. Vários são os fatores bióticos ou abióticos que podem afetar a distribuição dos parasitos entre os hospedeiros, estes fatores



podem aumentar a agregação ou mesmo produzir uma distribuição mais uniforme. Ainda segundo este mesmo autor, a composição das comunidades de ectoparasitos está fortemente ligada à biologia dos hospedeiros. De acordo com Zuben (1997) o padrão de distribuição agregado age para aumentar a regulação dependente da densidade, da abundância tanto de hospedeiros como de parasitos, além de reduzir o nível de competição entre as espécies de parasitos.

Bagge *et al.* (2005) ao estudarem a agregação de monogenéticos em carpas, observaram que com o aumento da abundância parasitária houve uma diminuição da agregação, e explicaram este resultado afirmando que com uma maior abundância de parasitos diminui a distância entre estes parasitos aumentando as possibilidades de fecundação cruzada entre eles, o que vai de encontro com a hipótese de Rohde (1991).

O índice de Berger – Parker nos indicou que *Urocleidoides cuiabai* foi dominante em relação às demais espécies de parasitos da amostra. Azevedo *et al.* (2007) ao estudarem parasitos de ciclídeos do rio Guandu, observaram que o monogenético *Gussevia* sp. apresentou dominância em quase todos os espécimes de peixes estudados, o que segundo os autores é justificado pelo fato destes peixes terem predileção por ambientes lênticos, o que facilitaria a infestação por este parasito. Como as espécies de monogenéticos encontradas nas traíras têm características biológicas similares e os hospedeiros provêm dos mesmos ambientes, a dominância de *U. cuiabai* no peixe estudado pode-se tratar de uma maior eficiência dessa espécie em colonizar seu hospedeiro ou mesmo por esta espécie apresentar características que faz com que ela seja menos suscetível ao sistema imunológico do hospedeiro. Outra hipótese seria a força competitiva desta espécie e conseqüentemente um nicho ecológico maior do que outras espécies de Monogenea.

## 6.2 Comprimento padrão

Em nosso estudo a abundância de *U. malabaricus* apresentou correlação positiva e significativa com o comprimento padrão do hospedeiro, *U. eremitus* teve sua prevalência também correlacionada com o comprimento padrão do hospedeiro. Lizama *et al.* (2007) ao estudarem, o monogenético do gênero *Mymarothecium* observaram correlação positiva significativa entre a abundância e o comprimento padrão de seus hospedeiros, ou seja, com o aumento do comprimento do peixe houve o aumento da abundância desta espécie de parasito. Entretanto neste mesmo trabalho para outra espécie de monogenético foi encontrada correlação negativa e significativa entre o comprimento e a abundância do monogenético *Anacanthorus penilabiatus*, neste caso os peixes maiores possuíam uma menor abundância

desta espécie de parasito. Lizama *et al.* (2007) justificaram que estas variações nos níveis de parasitismo no estudo realizado por eles se dão possivelmente em virtude das características distintas dos pontos de coleta de seus hospedeiros.

Dogiel (1961) menciona que o comprimento do hospedeiro é um dos fatores mais importantes na variação do tamanho das infrapopulações parasitárias. Isso ocorre provavelmente porque a superfície corporal e cavidade branquial maiores podem abrigar elevado número de parasitos, sendo mais evidente em ectoparasitos com ciclo monoxêno (Rohde, 1993). Luque *et al.* (1996) chamam a atenção para evitar generalizações à respeito da influência do comprimento do hospedeiro sobre a composição qualitativa e quantitativa das infracomunidades de parasitos. O fato de o hospedeiro ter um grande comprimento não implica que ele terá uma concentração maior de parasitos, devido a um maior tempo de exposição às infecções. Ainda, segundo Luque & Chaves (1999) no caso dos ectoparasitos, além do tamanho dos hospedeiros os níveis de parasitismo poderão ser influenciados pelo grau de especialização dos órgãos de fixação dos parasitos e pela disponibilidade das formas infectantes a determinadas faixas da população de hospedeiros.

### 6.3 Sexo

No presente trabalho *U. cuiabai* e *U. brasiliensis* apresentaram diferença significativa na abundância correlacionada ao sexo dos hospedeiros, porém não houve diferenças significativas na prevalência de parasitos entre peixes machos e fêmeas. Luque & Cezar (2004) ao trabalharem com ectoparasitos de peixes marinhos não encontraram relação entre os níveis de parasitismo e o sexo do hospedeiro. Fato este também observado por Graça & Machado (2007).

Resultados similares ao presente estudo foram constatados por Rosim (2010) ao estudar a fauna parasitaria de *H. aff. malabaricus* coletados em diferentes rios do Brasil, observando que as fêmeas estavam mais parasitadas. O fato das fêmeas de *H. aff. malabaricus* apresentarem uma abundância maior de parasitos pode estar relacionado a diferenças de hábitos entre machos e fêmeas. Querol *et al.* (2003) afirmaram que esta espécie de peixe tem cuidado parental e que, após a reprodução, o macho cuida dos ovos, ficando mais próximo do ninho. Esta característica do macho teoricamente o deixaria mais exposto aos monogenéticos, mas não foi o que encontramos em nosso estudo. Sendo assim, o fator que pode ter influenciando na diferença de parasitismo entre machos e fêmeas, é o período reprodutivo, que altera a fisiologia das fêmeas podendo baixar as defesas imunológicas e assim aumentando a suscetibilidade aos parasitos.

#### 6.4 Fator de Condição

Segundo Le Cren (1951), o fator de condição relativo (Kn) é um indicador quantitativo do grau de higidez ou de bem estar dos peixes, refletindo condições alimentares recentes, dado pela relação peso/comprimento do indivíduo. O Kn leva em consideração o peso esperado e o observado, sendo o valor ideal igual a um (1). Variações no Kn podem estar relacionadas a alterações do meio ambiente, falta de alimento ou mesmo pelo parasitismo. Ao correlacionar o Kn dos hospedeiros com a abundância de parasitismo, espera-se que os peixes mais parasitados tenham um Kn menor, o que nem sempre ocorre, pois existem outros fatores que podem influenciar nos níveis de parasitismo.

Yamada *et al.* (2008) encontraram correlação significativa e positiva ao correlacionar o Kn de ciclídeos com a abundância de uma espécie de monogenético. Lizama *et al.* (2007) encontraram relação negativa e significativa ao relacionarem o Kn de *Piaractus mesopotamicus* de piscicultura com os níveis de parasitismo de duas espécies de monogenéticos. Tozato (2011) não encontrou diferenças no Kn de *Corydoras aeneus* parasitados por monogenéticos e não parasitados, e conclui que estes parasitos não influenciaram no bem estar do hospedeiro. O autor ainda afirmou que a comunidade parasitária do peixe estudado apresenta baixa patogenicidade ao hospedeiro nos diferentes ambientes da bacia, indicando a reação adequada dos peixes contra o parasitismo.

No presente estudo foi observado que o Kn de *H. aff malabaricus* teve correlação significativa e positiva com a abundância de parasitismo das espécies *U. eremitus*, *U. brasiliensis*, *Anacanthorus* sp. e Dactylogyridae Gen. n. sp., ou seja, peixes com um Kn maior estavam mais parasitados por estas espécies de parasitos. Cone (1995) afirmou que peixes maiores e com um melhor Kn, podem suportar maiores intensidades de infestação por monogenéticos apesar dos parasitos serem patogênicos. Esta, possivelmente, é a justificativa para a correlação significativa e positiva entre Kn dos peixes estudados e a abundância de parasitismo por monogenéticos.

#### 6.5 Subsistemas

A planície de inundação do alto rio Paraná é formada por uma rede de drenagem que é constituída principalmente pelo rio Paraná, pelos canais secundários e afluentes. Entre os principais afluentes do rio Paraná estão, os rios Ivinheima e Baía (Souza-Filho & Stevaux, 1997). O rio Ivinheima é um importante afluente da margem direita do rio Paraná, e corta uma série de terraços, superfícies geomórficas e várzeas (Fortes *et al.*, 2005). O rio Baía está situado também na margem direita do rio Paraná, este é um canal sinuoso e é considerado um

ambiente lântico devido sua reduzida velocidade da água (Souza-Filho, 2009). Nesta região ocorre um fenômeno que promove o aumento do nível das águas da planície durante o período chuvoso, esta característica é uma das mais importantes forças que atuam sobre a dinâmica biológica regional (Thomaz *et al.*, 2004).

Ao compararmos a abundância de parasitismo entre traíras coletadas nos diferentes subsistemas podemos observar que o rio Ivinheima diferiu significativamente do rio Baía para a espécie de monogenético *U. cuiabai*, e do rio Paraná para a espécie *U. brasiliensis*. Weichman & Janovy Jr. (2000) afirmaram que a distribuição e a abundância dos parasitos no sistema aquático podem ser afetadas pela movimentação dos peixes nos diferentes tributários. Quando os peixes locomovem-se livremente de um local para o outro, ocorre um cruzamento 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.

Cada subsistema estudado é formado por um conjunto de lagoas, ressacos, canais e riachos e cada ambiente deste pode influenciar na ocorrência ou não de ectoparasitos. Nos três subsistemas estudados a maioria dos peixes foram coletados em lagoas, as quais favorecem a infestação por monogenéticos. Outro fator que pode ter influenciado na abundância de parasitismo é a densidade populacional do hospedeiro. Segundo Júlio Jr. *et al.* (2008) *H. aff. malabaricus* vêm sendo registrada desde 2000 entre as três espécies de peixes dominantes em biomassa na planície de inundação. Ainda, de acordo com estes mesmos autores, esta espécie de peixe apresentou dominância na relação espécie/abundância em biomassa das amostragens com redes de arrasto no rio Ivinheima, o que pode também justificar os maiores índices de parasitismo neste subsistema.

O estudo ecológico dos monogenéticos pode nos proporcionar um maior entendimento da biologia destes parasitos e de seus hospedeiros, do local de coleta, e até mesmo de como o hospedeiro responde a presença destes parasitos. Neste trabalho foram apresentados vários fatores que foram determinantes para o parasitismo de monogenéticos em *Hoplias aff. malabaricus* da planície de inundação do alto rio Paraná, porém estamos longe de compreender todos os fatores que influenciaram na relação parasito/hospedeiro. Sendo assim propomos novos estudos ecológicos de parasitos de peixes na região, lembrando que não há um fator isolado favorecendo o parasitismo em peixes, mas sim, um conjunto de fatores bióticos e abióticos, e que as generalizações podem nos levar a interpretações errôneas que prejudicariam os estudos na área de Ictioparasitologia.

## 7. Referências

- Abdallah, V. D., Azevedo, R. K., Luque, J. L. (2005). Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do sairú *Cyphocharax gilbert* (Quoy & Gaimard, 1824) (Characiformes: Curimatidae) do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 14, 4, 154-159.
- Azevedo, R. K., Abdallah, V. D., Luque, J. L. (2007). Ecologia da comunidade de metazoários parasitos do Apaiarí *Astronotus ocellatus* (COPE, 1872) (Perciformes: Cichlidae) do rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 16, 1, 15-20.
- Bagge, A. M., Sasal, P., Valtonen, E. T., Karvonen, A. (2005). Infracommunity level aggregation in the monogenean communities of crucian carp (*Carassius carassius*). *Parasitology*, 131, 367–372.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83, 4, 575-583.
- Cone, D.K. (1995). Monogenea (Phylum Platyhelminthes). pp 575-583. In: Woo, P.T.K. (Ed.). *Fish diseases and disorders: protozoan and metazoan infections*. Wallingford: CABI.
- Dogiel, V. A. (1961). Ecology of the parasites of freshwater fishes. p 1 – 47. In: Dogiel, V.A., Petrushevski, G.K., Polyanski, Y.I. (eds). *Parasitology of fishes*. Leningrad: University.
- Eiras, J.C. (1994). *Elementos de Ictioparasitologia*. 339 pp. Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2006). *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. 199 pp. EDUEM, Maringá, 2ª ed. Revisada e ampliada.
- Fortes, E., Stevaux, J. C., Volkmera, S. (2005). Neotectonics and channel evolution of the Lower Ivinhema River: a right-bank tributary of the upper Paraná River, Brazil. *Geomorphology*, 70, 3-4, p. 325-338.
- Graça, R. J. & Machado, M. H. (2007). Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, 29, 3, 321-326.
- Graça, W. J. & Pavanelli, C. S. (2007). *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. 241pp. EDUEM, Maringá.

- Júlio Jr. H. F. *et al.* (2008). A comunidade de peixes. Relatório anual/PELD, A planície alagável do alto rio Paraná – Sítio 6. 9, 189 – 230. Disponível em: <http://www.peld.uem.br/Relat2008/pdf/Capitulo09.pdf>. acesso 24/01/2012 as 17 hs.
- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E. & Boeger, W. A. (1986). Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 53,1, 1-37.
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition of perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Lizama, M. A. P., Takemoto, R. M., Ranzani-Paiva, M. J. T., Ayroza, L. M. S. & Pavanelli, G. C. (2007). Relação parasito hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 29, 4, 437-445.
- Luque, J. L., Amato, J. F. R. & Takemoto, R. M. (1996). Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian littoral: structure and influence of the size and sex of hosts. *Revista Brasileira de Biologia*, 56, 279-292.
- Luque, J. L. & Cezar, A. D. (2004). Metazoários ectoparasitos do pampo-galhudo, *Trachinotus goodei* Jordan & Evermann, 1896 (Osteichthyes: Carangidae), do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, 26, 1, 19-24.
- Luque, J. L. & Chaves, N. D. (1999). Ecologia da comunidade de metazoários parasitos de *Pomatomus saltator* (Osteichthyes: Pomatomidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 16, 711-723.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical Ecology: a Primer on Methods and Computing*. 337pp. New York: Wiley-Interscience Publications.
- Magurran, A. E. (2008). *Ecological diversity and its measurements*. 2. ed. 199 pp. Nova Jersey: Princeton University Press.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialecki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. (2001). *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. 378pp. EDUEM, Maringá, Brasil.
- Oyakawa, O. T. (2003). Family Erythrinidae. pp. 238-240. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Orgs.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. 709pp. Porto Alegre, *Edipucrs*.

- Paiva, M. P. (1974). *Crescimento, alimentação e reprodução de traíra, Hoplias malabaricus (Bloch), no nordeste brasileiro*. 32pp. Imprensa Universitária da UFC, Fortaleza, Brasil.
- Pavanelli, G. C., Eiras, J. C., Takemoto, R. M.(2008). *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 311 pp. 2º Ed. Maringá: EDUEM.
- Poulin, R. (1998). *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. London: Chapman & Hall.
- Querol, M. V. M., Querol, E., Pessano, E., Azevedo, C. L. O., Tomassoni, D., Brasil, L. & LOPES, P. (2003). Reprodução natural e induzida de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), em tanques experimentais, na região de Uruguaiana, Pampa Brasileiro. *Biodiversidade Pampeana*, PUCRS, Uruguaiana, 1, 46-57.
- Rohde, K. (1991). Intra- and interspecific interactions in low density populations in resource-rich habitats. *Oikos* 60, 91–104.
- Rohde, K. (1993). *Ecology of Marine Parasites: An introduction to Marine Parasitology*. Wallingford, 2º ed., Cab International.
- Rosim, D. F.(2010). *Biodiversidade das comunidades parasitárias em populações de Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) provenientes de quatro regiões hidrográficas do Brasil*. 154pp. Tese de doutoramento. Instituto de veterinária, curso de pós-graduação em ciências veterinárias, parasitologia veterinária. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.
- Rosim, D. F., Mendonza – Franco, E. F., Luque, J. L. (2011). New and previously described species of *Urocleidoides* (Monogenoidea: Dactylogyridae) infecting the gills of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) from Brazil. *The Journal of Parasitology*, 97, 3, 406–417.
- Silva-Souza, A. T., Shibatta, O. A., Matsumura-Tundisi, T., Tundisi, J. G., Dupas, F. A. (2006). Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. p. 373-386. In: Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M.; Galli, C. S. *Eutrofização na América do Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*.
- Siegel, S. (1975). *Estatística não paramétrica (para as ciências do comportamento)*. 350pp. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.
- Souza-Filho, E. E. & Stevaux, J. C. (1997). Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. p. 3-46. In: Vazzoler, A. E. A. de M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: ED. EDUEM: Nupélia.

- Souza Filho, E. E. (2009). Evaluation of the Upper Paraná River discharge controlled by reservoirs. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology*, 69, 2, 707-717.
- Stone, J.E. & Pence, D.B. (1978). Ecology of helminth parasitism in the bobcat from West Texas. *Journal of Parasitology*, 64, 2, p. 295-302.
- Takemoto, R. M., Pavanelli, G. C., Lizama, M. A .P., Lacerda, A. C. F., Yamada, F. H., Moreira, L. H. A., Ceschini, T. L. & Bellay, S. (2009). Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 691-705.
- Takemoto, R. M., Lizama, M. A., Guidelli, G. M., Pavanelli, G. C., Moreira, S. T., Ito, K. F., Lacerda, A. C. F. & Bellay, S.(2005 a). Fauna parasitária de peixes em reservatórios. 269-280 p. In: Rodrigues, L., Thomaz, S. M., Agostinho, A. A. & Gomes, L. C. *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos : RiMa. 333p.
- Takemoto, R. M., Pavanelli, G. C., Lizama, M. A. P., Luque, J. L & Poulin, L. (2005 b). Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the upper Parana´ River, Brazil. *Journal of Helminthology* 79, 75–84.
- Thatcher, V. E.(1981). Patologia dos peixes da Amazônia Brasileira. 1. Aspectos Gerais. *Acta Amazônica*, 11, 1, 125-140.
- Thatcher, V.E.(2006). *Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites*. 509 p.
- Thomaz, S. M., Pagioro, T. A., Bini, L. M., Roberto M. C., Rocha R. R. A. (2004). Limnology of the upper Paraná floodplain habitats: patterns of spatio-temporal variations and influence of the water levels. 37- 42 p. In: Agostinho, A. A., Rodrigues, L., Gomes, L. C., Thomaz, S. M., Miranda L. E. (eds.). *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain*. LTeR – site 6 (PeLd sítio 6). editora Universidade estadual de Maringá, Maringá, PR.
- Tozato, H. C.(2011). Influência do parasitismo na condição de *Corydoras aeneus* (Gill, 1858) (Osteichthyes: Siluriformes) da bacia do ribeirão do Feijão, São Carlos, SP. *Revista científica eletrônica de Medicina Veterinária*, Garça/SP, 16.
- Vazzoler, A. E. A. de M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (1997). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: ED. EDUEM: Nupélia. 460 p.
- Weichman, M. A. & Janovy, J. (2000). Parasite community structure in *Pimephales promelas* (Pisces: Cyprinidae) from two converging streams. *Journal of Parasitology*, 86, 3, 654-656.



- Yamada, F. H.; Takemoto, R. M.; Pavanelli, G. C. (2008). Relação entre o fator de condição relativo (Kn) e abundância de ectoparasitos de branquias, em duas espécies de ciclídeos da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 30, 2, 213-217.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. 662 pp 3<sup>a</sup> Ed. Prentice-Hall Inc.: Upper Saddle River, New Jersey.
- Zuben, C.J.V. (1997). Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Revista de Saúde Pública*, 31, 5, 523-530.

## 8. Anexo II

## Journal of Helminthology

*Journal of Helminthology* provides an international vehicle for the publication of original papers and review articles on all aspects of pure and applied helminthology. The journal publishes papers on helminth parasites of environmental health, medical or veterinary importance. Research papers on helminths in wildlife hosts including plant and insect parasites will also be welcome. Taxonomic contributions will be acceptable if they contribute to the systematics of a group, particularly those studies that employ biochemical or molecular biological techniques.

### Page format

The Journal is printed in a two-column format (column width of 80mm) with a text area of 170x225mm.

### Text

Papers should be single column with double line spacing and ample margins (at least 1.5cm) on each side in a clear, legible font. Italics should be used for taxonomic nomenclature and bold for headings. Standard abbreviations (e.g. fig. and figs.) and metric units must be used. Use British rather than American spellings. Use 'z' rather than 's' spellings in words with 'ize'. A short title should be provided as a running head.

### Abstract

Each paper must commence with an accurate, informative abstract in one paragraph without reference to text or figures that is complete in itself. It should not exceed 250 words.

### Tables

Tables should be reduced to the simplest form and present only essential data. They should be submitted on separate pages at the end of the article, or, preferably, as separate files. Captions should be typed on a separate sheet. The use of vertical rules should be avoided.

### Line drawings

These should be sharp and clear and lettering and lines should be of sufficient thickness and quality to allow for reduction. Computer generated figures and graphs should not contain grey tints or complicated hatching. All figures should be uploaded as separate files or a zip file in a format suitable for printing.

### Half-tone photographs

Black and white half-tone photographs are acceptable where they are a real contribution to the text.

#### **Voucher specimens**

The deposition of voucher specimens should be considered where appropriate.

#### **References**

References must be based on the name and year system, provide full journal titles and conform to the following styles:

##### **Journal**

**Molloy, S., Holland, C. & O'Regan, M.** (1995) Population biology of *Pomphorhynchus laevis* in brown trout from two lakes in the west of Ireland.

*Journal of Helminthology* 69, 229-235.

##### **Book**

**Bailey, N.T.J.** (1995) *Statistical methods in biology*. 3rd edn. 255 pp. Cambridge, Cambridge University Press.

##### **Chapter in a book**

**Sanderson, C. J.** (1993) Cytokines active in eosinophils. pp. 274-284 in Makino, S. & Fukuda, T. (Eds) *Eosinophils: biological and clinical aspects*. Boca Raton, CRC Press.

Citation of authors in the text should appear in the form: Polaszek (1996) or (Polaszek, 1996). Authors should be cited in chronological order as (Blackman *et al.*, 1994; Roberts & Kumar, 1995).

#### **Ethics**

The authors must demonstrate the experimental procedures employed conform to the accepted principles of animal welfare in experimental science. The principles defined and explained in the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes and its appendix and/or the National Research Council Guide for the Care and Use of Laboratory Animals should be followed. If experimental methodology raises particular ethical or welfare concerns then the Editor will take additional guidance from Animals (Scientific Procedures) Act 1986, when making decisions. The Editor's decision with regard to ethics will be final.

#### **Proofs**

Authors will receive a PDF file of page proofs by email.

#### **Offprints**

If you wish to purchase paper offprints of your article, complete the offprint order form and return with your corrected proof. Orders must be received before the issue has gone to press. Authors will receive a PDF of their article via email.

**Copyright**

Authors will be supplied with a copyright form which must be completed and returned to the Publisher. Papers are accepted on the understanding that the work has been submitted exclusively to the Journal and has not previously been published elsewhere unless otherwise stated.

**Disposal of material**

Once published, all copies of the manuscript, correspondence and artwork will be held for 6 months before disposal. Authors must contact the Editor if they wish to have material returned.

**Manuscript Submission**

To facilitate rapid reviewing, communications for peer review will be electronic and you will need to supply a current e-mail address when registering to use the system.

Please submit an electronic version, preferably in Microsoft Word or other standard word processing programme to: <http://www.editorialmanager.com/joh>.

When submitting your manuscript you will need to supply:

- Manuscript file to include title, authors, correspondence details, abstract (250 words), main text, references and captions for tables and figures. Tables and figures should be provided as separate files and numbered as they appear in the text. For large files these can be uploaded as zip files.
- Covering letter, stating that the manuscript is an original contribution that has not been published elsewhere in substantially the same form, that it is not currently under consideration elsewhere, and that permission has been obtained for any copyrighted material used.
- Authority to publish form; please send a hard copy of the signed copyright form to the Production Editor, Journal of Helminthology, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Shaftesbury Road, Cambridge CB2 8RU.

Revised 12/12/2006