

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Biologia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PARASITOLOGIA

**LINCOLN LIMA CORRÊA**

**AVALIAÇÃO DE METAZOÁRIOS PARASITOS DE *Hoplias  
malabaricus* (BLOCH, 1794) (PISCES: ERYTHRINIDAE)  
COMO POTENCIAIS INDICADORES DE QUALIDADE  
AMBIENTAL**

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARLENE TIDUKO UETA

Campinas

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Instituto de Biologia  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PARASITOLOGIA



LINCOLN LIMA CORRÊA

**AVALIAÇÃO DE METAZOÁRIOS PARASITOS DE *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (PISCES: ERYTHRINIDAE) COMO POTENCIAIS INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL**

Tese apresentada ao Instituto de Biologia, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), como requisito para obtenção do título de Mestre em Parasitologia.

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato (a) LINCOLN LIMA CORRÊA  
Marlene Paulos Ueta  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARLENE TIDUKO UETA

Campinas  
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

C817a

Corrêa, Lincoln Lima

Avaliação de metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) como potenciais indicadores de qualidade ambiental / Lincoln Lima Corrêa. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientadora: Marlene Tiduko Ueta.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Testes hematológicos. 2. Monogenea. 3. Metazoário. 4. Lagoas. 5. *Hoplias malabaricus*. I. Ueta, Marlene Tiduko. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

(rcdt/ib)

**Título em inglês:** Assessment metazoan parasites of *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) as potential indicators of environmental quality.

**Palavras-chave em inglês:** Hematological tests; Momogenea; Metazoans; Ponds; *Hoplias malabaricus*.

**Área de concentração:** Parasitologia.

**Titulação:** Mestre em Parasitologia.

**Banca examinadora:** Marlene Tiduko Ueta, Luiz Eduardo Roland Tavares, Edson Aparecido Adriano.

**Data da defesa:** 21/01/2009.

**Programa de Pós-Graduação:** Parasitologia.

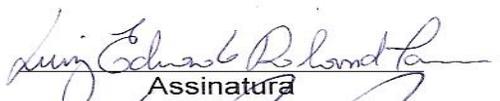
Campinas, 21 de Janeiro de 2010.

BANCA EXAMINADORA:

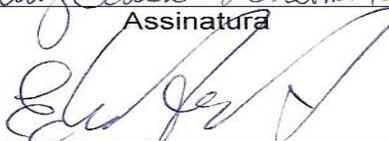
Profa. Dra. Marlene Tiduko Ueta (Orientadora)

  
Assinatura

Prof. Dr. Luiz Eduardo Roland Tavares

  
Assinatura

Prof. Dr. Edson Aparecido Adriano

  
Assinatura

Profa. Dra. Maria José Ranzani Paiva

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Profa. Dra. Silmara Marques Allegretti

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Aos meus pais José Arnaldo Corrêa e Maria José Lima Corrêa, a minha filha Marianna Figueira Corrêa e a Maura Cristiane Figueira, por terem me dado apoio até hoje.

## Agradecimentos

À Profa. Dra. Marlene Tiduko Ueta pela orientação, apoio, presença constante e paciência inigualável comigo e seus orientandos.

Agradeço também ao Dr. Rubens Riscalá Madi pela amizade, orientação e iniciação a parasitologia de peixes, pelo auxílio estatístico e acompanhamento em todas as etapas desse trabalho.

Agradeço ao grupo de Parasitos de Peixe, Maria Isabel Müller, Julia Pereira Molina, Ermelindo Barreto, Luis Fernando Moreno de Lima, pela paciência e descontração, que transformaram as coletas agradáveis.

Foram de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho as participações de João Batista Alves de Oliveira e Ivo Gonçalves Pereira, no apoio em campo e laboratório e da Dra. Patrícia Jacqueline Thyssen no auxílio estatístico.

Agradeço a dedicação dos funcionários do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais – CEPTA, vinculado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, em especial ao Dr. Paulo Sérgio Ceccarelli e aos auxiliares de pesquisa Ricardo Afonso Torres de Oliveira, Donizetti Aparecido Ribeiro e João Caetano Santos Neto pelo apoio técnico.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS .....	viii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO .....	1
JUSTIFICATIVA .....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
1. Características de <i>H. malabaricus</i> .....	3
2. Metazoários parasitos de <i>H. malabaricus</i> .....	4
2.1 Subclasse Digenea .....	4
2.2 Classe Monogenea .....	5
2.3 Classe Cestoda .....	6
2.4 Filo Nematoda .....	7
2.5 Filo Acanthocephala .....	8
2.6 Subfilo Crustacea.....	9
2.7 Classe Copepoda .....	9
3. Uso de parasitos de peixes como indicador ambiental .....	10
3.1 Parasitos de peixes que são usados como indicadores ambientais .....	11
4. Parâmetros hematológicos de peixe usados como indicadores ambientais .....	12
OBJETIVOS .....	14
Objetivo Geral .....	14
Objetivos Específicos .....	14
MATERIAL E MÉTODOS .....	15
Áreas de estudo .....	15
Coletas.....	17
RESULTADOS.....	17

Haematological parameters associated with the monogeneans of the <i>Hoplias malabaricus</i> and evaluation of its potential as an environmental indicator .....	18
SUMMARY .....	18
INTRODUCTION.....	19
MATERIALS AND METHODS.....	21
RESULTS .....	22
DISCUSSION.....	24
CONCLUSION .....	26
ACKNOWLEDGMENTS.....	26
BIBLIOGRAPHY .....	27
Estudo dos Metazoários parasitos de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) e avaliação destes como potenciais indicadores ambientais .....	39
RESUMO .....	39
ABSTRACT .....	40
INTRODUÇÃO .....	41
MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS.....	45
DISCUSSÃO .....	50
CONCLUSÃO .....	53
AGRADECIMENTOS .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
CONCLUSÃO .....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

### METODOLOGIA

<b>FIGURA 1.</b> Exemplar de <i>Hoplias malabaricus</i> coletado na lagoa II do CEPTA.....	15
<b>FIGURA 2.</b> Localização geográfica de Pirassununga no Estado de São Paulo.....	16
<b>FIGURA 3.</b> Fotos das Lagoas: (1) Imagem de satélite (2) Lagoa I (3) Lagoa II.....	16

### Haematological parameters associated with the monogeneans of the *Hoplias malabaricus* and its potential as an environmental indicator.

<b>Table 1</b> - Amplitude, average and standard deviation of erythrogram count of <i>Hoplias malabaricus</i> collected from the ponds, in the period from February 2008 to March 2009.....	36
<b>Table 2</b> - Correlation between environmental parameters and red blood cells of the <i>Hoplias malabaricus</i> collected from the ponds, in the period from February 2008 to March 2009.....	37
<b>Table 3</b> - Correlation (r) of blood cells in relation to the Mean Corpuscular Volume, Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration Mean and Corpuscular Hemoglobin Concentration in <i>Hoplias malabaricus</i> collected from the ponds, in the period from February 2008 to March 2009.....	38

### Metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) e seu potencial como indicador ambiental

<b>FIGURA 1.</b> Intensidade média de infecção de <i>Contracaecum</i> sp. e Monogenea durante os meses de Coleta.....	46
<b>TABELA 1.</b> Intensidade média dos metazoários de <i>Hoplias malabaricus</i> das Lagoas I e II durante o período de coleta de Fevereiro de 2008 a Março de 2009.....	45
<b>TABELA 2.</b> Dados referentes à correlação valor de (r) dos parâmetros abióticos dos metazoários, da biometria de <i>Hoplias malabaricus</i> oriundos das lagoas do CEPTA/ICMBio no período de fevereiro de 2008 a março de 2009.....	47
<b>TABELA 3.</b> Metazoários de <i>Hoplias malabaricus</i> , prevalência, intensidade de infecção e abundância média das lagoas estudadas no período de fevereiro de 2008 a março de 2009.....	48

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo a associação entre os índices hematológicos de *Hoplias malabaricus* (traíra), o parasitismo por monogeneas e outras espécies de metazoários e os fatores ambientais. O estudo ocorreu nas lagoas do CEPTA/ICMBio, localizada no município de Pirassununga, SP (21°55'55"S e 47°22'37"W), no período de fevereiro de 2008 a março de 2009 em 187 traíras. Verificou-se que os parâmetros sanguíneos não sofreram alterações significativas em relação ao estágio de maturação, sexo, período de coleta e intensidade de infecção de monogeneas. Porém, os peixes apresentaram valores significativamente positivos para biometria peso/comprimento ( $r=0,89$  e  $p<0,0001$ ) e os parâmetros ambientais pH/temperatura ( $r=0,71$  e  $p<0,0001$ ). Verificou-se que os monogeneas não atuaram como indicador ambiental nas lagoas, porém os parâmetros hematológicos revelaram uma maior sensibilidade ao ambiente. Em relação à análise dos outros metazoários, verificou-se uma diferença significativa em relação ao estágio de maturação e intensidade de infecção na Lagoa I ( $p=0,002$ ) e na Lagoa II não houve diferença. Houve correlação significativa entre peso do peixe e intensidade de infecção na Lagoa I ( $r=0,50$ ;  $p<0,001$ ) e entre comprimento e a intensidade de infecção dos metazoários ( $r=0,42$ ;  $p<0,001$ ). Contudo, a intensidade média de parasita diferiu significativamente entre as lagoas estudadas. Os metazoários presentes em *H. malabaricus* também não atuaram como indicador ambiental.

**Palavras-chave:** Parâmetros hematológicos, monogeneas, metazoários, lagoas e *Hoplias malabaricus*.

## ABSTRACT

This study aimed at the association between blood indexes of *Hoplias malabaricus* (betrayed), the parasitism by monogeneans and other metazoan species and environmental factors. The study took place in ponds CEPTA / ICMBio, located in the city of Pirassununga, SP (21 ° 55'55 "S and 47 ° 22'37" W), from February 2008 to March 2009 in 187 traíras. It was found that the blood parameters did not change significantly in relation to the stage of maturation, sex, time of collection and intensity of infection of monogeneans. But the fish had significantly positive for biometrics weight / length ( $r = 0.89$  and  $p < 0.0001$ ) and the environmental parameter pH and temperature ( $r = 0.71$  and  $p < 0.0001$ ). It was found that the monogeneans not acted as an environmental indicator in the lakes , but the haematological parameters showed a greater sensitivity to the environment. On the analysis of the Metazoa, there was a significant difference in the stage of ripeness and intensity of infection in the Lake I ( $p = 0.002$ ) and in Lake II there was no difference. There was significant correlation between weight of fish and intensity of infection in the Lake I ( $r = 0.50$ ,  $p < 0.001$ ) and between length and intensity of infection of metazoan ( $r = 0.42$ ,  $p < 0.001$ ). However, the mean intensity of parasites differed significantly between the lakes studied. The metazoan present in *H. malabaricus* also did not act as an environmental indicator.

**Keywords:** Hematological parameters, monogeneans, metazoan, ponds and *Hoplias malabaricus*.

## INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento econômico/social dos continentes, nota-se que os recursos hídricos superficiais estão sendo deteriorados, devido às múltiplas atividades humanas que se desenvolvem com grande intensidade nas bacias hidrográficas (TUNDISI,1999). Verifica-se que uma das causas da rápida deterioração dos corpos d'água é o aumento populacional da espécie humana, acompanhado de expansão das atividades industriais e agrícolas. Os ecossistemas aquáticos estão sendo utilizados, de alguma forma, como reservatórios temporários ou finais de uma grande variedade de poluentes. Desta forma, a poluição do ambiente aquático provocada, direta ou indiretamente, pelo homem, através de substâncias orgânicas e inorgânicas, pode gerar: I) prejuízo aos seres vivos, II) perigo a saúde humana, III) efeitos negativos as atividades aquáticas (pesca, lazer) e IV) prejuízo a qualidade da água com respeito ao uso na agricultura, indústria e outras atividades econômicas (MEYBECK & HELMER, 1992).

Uma das atividades, de grande importância econômica, implementada pelo homem é o uso do meio aquático para criação de peixes, quer para consumo quer para recreação. *H. malabaricus* é espécie de ampla distribuição geográfica nas Américas do Sul e Central, ocorrendo da Costa Rica até a Argentina, na maioria das bacias hidrográficas (OYAKAWA, 2003). Caracteriza-se como uma espécie tolerante a baixas concentrações de oxigênio dissolvido e habitante de águas lânticas, pouco profundas e com vegetação aquática abundante (TAPHORN, 1992; SHIBATTA *et al.*, 2002). Considerada uma espécie carnívora, de estratégia emboscadora e essencialmente piscívora na fase adulta (HAHN *et al.*, 1997a), complementa sua dieta com insetos, crustáceos e outros invertebrados (HAHN *et al.*,1997b).

Para MARTINS (1998), os parasitos de peixes respondem a determinados tipos de poluentes. Portanto, o número de parasitos diminui ou aumenta de acordo com o tipo de poluição existente. Na eutrofização da água ocorre um aumento do número de plantas e outros organismos aquáticos que atuam como hospedeiros intermediários, entre os quais moluscos e copépodes. Os peixes que abrigam determinados parasitos externamente/superfície do corpo podem atuar como segundo hospedeiro intermediário, e as aves que se alimentam de peixe, como hospedeiro definitivo.

Estudos sobre helmintos de *H. malabaricus* restringem-se a abordagens qualitativas e quantitativas de nematódeos (TRAVASSOS *et al.*, 1928; REGO & EIRAS, 1998, MORAVEC, 1998; RAMALLO, 1997; MARTINS *et al.*, 2004), acantocéfalos (ROSIM *et al.*, 2005) e monogeneas (AGARWAL & KRITSKY, 1998). Outros trabalhos focaram o potencial zoonótico representado pelas larvas de *Eustrongylides ignotus* (Jaegerskiold, 1909) e *Contracaecum multipapillatum* (Drasche, 1882), nematódeos que utilizam *H. malabaricus* como hospedeiro intermediário (BARROS *et al.*, 2004). Muller *et al.*,(2004), ao estudarem traíras provenientes do Estado de São Paulo, verificaram larvas de *Contracaecum* sp. no fígado e nos cecos pilóricos e larvas de *Eustrongylides* sp. na musculatura e na cavidade corporal, mas, Martins *et al.* (2004), ao examinaram traíras provenientes do Estado do Maranhão, observaram apenas larvas de *Contracaecum* sp.

Alguns parasitos de peixes podem ser utilizados como indicadores da qualidade e saúde ambiental, notadamente aqueles que exigem hospedeiro intermediário. Por fazerem parte de uma complexa cadeia de relações, utilizando hospedeiros intermediários e paratênicos, geralmente pequenos e delicados, estes parasitos apresentam variações em seus níveis populacionais conforme o tipo de poluente, refletindo em alterações do parasitismo em peixes (MÖLLER, 1987a).

As alterações ambientais, principalmente as que resultam das variações hidrológicas, podem interferir na presença ou ausência e na intensidade de determinadas espécies de parasitos afetando a fisiologia dos peixes. Portanto, o objetivo deste trabalho é obter informações sobre os metazoários parasitos de *H.*

*malabaricus*, o ambiente aquático em que estão inseridos e sobre os parâmetros hematológicos destes peixes.

## **JUSTIFICATIVA**

Pelo pequeno número de trabalhos, no Brasil, sobre parasitos de peixes como indicadores ambientais, o presente estudo se propõe correlacionar os metazoários parasitos de *H. malabaricus* com parâmetros ambientais e biológicos/hematológicos de peixes.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1. Características de *H. malabaricus***

SANTOS (1981) relata a traíra (Characiformes, Erythrinidae) como um peixe com o corpo cilíndrico com ligeira compressão lateral. A coloração varia do negro na parte dorsal, ao pardacento na lateral que vai clareando até o ventre perfeitamente branco, notam-se manchas escuras e irregulares pelo corpo. Pode alcançar até 50 centímetros de comprimento. A cabeça é achatada e a boca larga com maxilar inferior saliente. Possuem dentes fortes, principalmente os quatro incisivos. As nadadeiras são reforçadas por raios flexíveis, sendo a caudal arredondada. Secreta grande quantidade de muco por todo o corpo, muco este que transuda através dos numerosos poros que estão localizados sob as escamas, notando-se que os da linha lateral expelem maior quantidade dele; assim a traíra é conhecida como o peixe de escamas mais lisas de nossos rios.

A traíra é uma espécie com ampla distribuição geográfica, que abrange todas as bacias hidrográficas da América do Sul, apresentando diferentes áreas de endemismo. Se os critérios para o sucesso de uma espécie for abundância e distribuição ampla, *H. malabaricus* pode ser considerada bem sucedida devido a sua grande plasticidade ecológica (HENSLEY & MOODY, 1975).

Durante a fase inicial de desenvolvimento são onívoras, alimentando-se de microcrustáceos, algas e insetos aquáticos. Na fase adulta tornam-se

essencialmente carnívoras, alimentando-se preferencialmente de peixes de pequeno porte como os lambaris (*Astyanax* spp.). É considerada uma espécie predadora de hábito noturno, que se alimenta através de emboscada (ALMEIDA & HAHN, 1999).

A traíra pode sobreviver em ambientes pouco oxigenados, o que explica a grande capacidade de dispersão e ajuste (FERNANDES *et al.*, 1993; SUNDIN *et al.*, 1999) além de apresentar grande resistência aos períodos de privação de alimento (RIOS, 2001; RIOS *et al.*, 2002). No entanto, poucas informações sobre respostas metabólicas envolvidas neste processo são encontradas na literatura (RIOS, 2001; RIOS *et al.*, 2002).

Em relação à biologia reprodutiva de *H. malabaricus*, MARQUEZ *et al.*, (2001) descreveram a construção de ninhos na água, com vegetações submersas e um cuidado parental com os filhotes por parte do macho. Os ninhos são construídos em pequenas depressões de 20 cm de profundidade, onde a fêmea deposita os ovos, o macho os fertiliza, e cuida por alguns dias até que eclosão e dispersão de alevinos pela vegetação.

## **2. Metazoários parasitos de *H. malabaricus***

### **2.1 Subclasse Digenea**

A patogenia dos digenéticos em peixes é bem mais pronunciada nas infecções por metacercárias do que por adultos, pois estas podem encistar em qualquer tecido ou órgão, com exceção das cartilagens e ossos, debilitando o hospedeiro (THATCHER, 1991). Metacercárias também podem se instalar nas partes externas do peixe e ao redor de algumas destas metacercárias, observam-se depósitos de melanina, dando um aspecto enegrecido, razão pela qual a enfermidade é conhecida como “blackspot disease”, doença dos pontos negros. Os peixes quando estão altamente infectados, apresentam um aspecto desagradável, não crescem e perdem o valor comercial (PAVANELLI *et al.*, 2002).

Weiblen & Brandão (1992) relataram o encontro, pela primeira vez, de *Dendrorchis* sp. parasitando *H. malabaricus* da região de Santa Maria (RS). Os

mesmos autores relataram, ainda, o encontro muito frequente de metacercárias de *Tylodelphi* sp na bexiga natatória da traíra.

Outro relato pioneiro de uma espécie de trematódeo digenético em traíra, na região sudeste do Brasil, foi feita por Kohn & Fernandes (1987), que encontraram *Pseudosellacotyla lutzi* em exemplares coletados entre 1927 e 1985 no rio Mogi-Guaçu. Paraguassu & Luque (2007) relataram metacercárias de *Ithyoclinostomum dimorphum* em traíras provenientes do Reservatório de Lajes no Estado do Rio de Janeiro e Kohn *et al.* (2007) observaram traíras parasitadas por *Prosthenhystera* sp. e *Pseudallacanthochasmus grandispinis* também no Estado do Rio de Janeiro. Takemoto *et al.* (2009) relataram *Prosthenhystera* sp, *Thomotrema overstreeti*, *Pseudosellacotyla lutzi* e metacercárias de outras 7 espécies de Digenea..

## 2.2 Classe Monogenea

Os monogêneas são parasitos hermafroditas, com ciclo de vida monoxênico, tendo a maioria das espécies a reprodução ovípara. Estímulos como turbulência, temperatura, fotoperíodo e presença de produtos de excreção do hospedeiro induzem, em muitas espécies, a eclosão dos ovos (EIRAS, 1994). A estrutura mais característica dos monogêneas é o órgão posterior de fixação, o haptor (THATCHER & NETO, 1994).

Na maioria dos casos, a seleção natural resulta em organismos que causam um mínimo de prejuízo ao hospedeiro. As epizootias são o resultado de uma ruptura no relacionamento equilibrado do hospedeiro com o parasito, criada por condições artificiais (EIRAS, 2000). O principal sinal clínico provocado por monogêneas é a intensa produção de muco nas brânquias e superfície corporal dos peixes (PAVANELLI *et al.*, 2002). É importante destacar que a patogenicidade não é comum e a morte do hospedeiro não favorece a transmissão do parasito.

Onaka (2009) relatou que, na fauna tropical, cada espécie de peixe possui cerca de cinco espécies de monogêneas. Como no Brasil a fauna de peixes é representada por mais de 2.000 espécies, é possível imaginar cerca de 10.000

diferentes espécies destes parasitos. Segundo Pavanelli *et al.* (2002) cerca de 250 espécies são conhecidas. As monogêneas parasitos de peixes de água doce pertencem principalmente a duas grandes famílias: Gyrodactylidae e Dactylogyridae. Todos os dactilogirídeos são ovíparos e relativamente pequenos, podendo ser encontrados nas narinas e mais raramente no ducto excretor. O ovo depositado na água eclode e libera uma larva chamada oncomiracídeo que nada ativamente a procura de um novo hospedeiro. Os girodactilídeos se reproduzem pelo processo de poliembrionia seqüencial, são vivíparos e, portanto, não passam pela fase de oncomiracídeo (EIRAS, 1994).

Ceccarelli *et al.* (1990), em levantamento sobre a ocorrência sazonal de parasitos no CEPTA/ICMBio, Pirassununga, SP, constataram a ocorrência de Dactylogyridae nas espécies cultivadas, sendo a sua maior incidência nos meses de Março a Abril, mas não sendo os principais causadores das enfermidades.

Em estudo recente, Kohn *et al.* (2007) observaram as espécies de monogênea *Gyrodactylus trairae* na superfície do corpo e *Urocleidoides eremitus* nas brânquias de *H. malabaricus*.

### **2.3 Classe Cestoda**

Parasitos da ordem Proteocephalidea infectam principalmente peixes, mas algumas espécies podem ser encontradas em anfíbios, répteis e mamíferos. Parasitos desta ordem apresentam, em geral, o escólex com quatro ventosas musculares em forma de copa (THATCHER, 1991).

Os adultos são encontrados no intestino de peixes e as larvas podem ser vistas na cavidade visceral e órgãos em geral. O ciclo evolutivo das tênias de peixes é complexo, quase sempre envolve mais de dois hospedeiros. O primeiro hospedeiro intermediário é sempre um microcrustáceo e o definitivo pode ser representado por peixes, aves e mamíferos, inclusive o homem (PAVANELLI *et al.*, 2002).

De acordo com Onaka (2009), os peixes suportam bem o parasitismo, principalmente pelos cestodas adultos. Deve-se considerar ainda a possibilidade

de os parasitos causarem oclusão da luz intestinal devido à alta intensidade de infecção, muitas vezes, fatais para o hospedeiro.

As larvas são encontradas nos peixes quando estes atuam como hospedeiros intermediários ou paratênicos. São chamadas de plerocercóides e quando se encontram alojadas no intestino dos peixes podem provocar hemorragia temporária, seguida de alguma reação inflamatória. Em alguns casos pode ocorrer reação, não específica, por parte dos hospedeiros determinando a encapsulação da larva na própria parede intestinal, podendo diminuir a capacidade de absorção de nutrientes (PAVANELLI *et al.*, 2002). Rego *et al.* (1999), reportaram *Nomimoscolex matogrossensis* e *Proteocephalus regoi* no intestino de traíras.

## 2.4 Filo Nematoda

Em peixes os nematódeos adultos vivem no trato digestivo ou nas cavidades corpóreas. Dos quatro estádios larvais, o primeiro é livre na água e os demais são parasitos, na musculatura (VARGAS, 1998).

Os danos causados por nematódeos em peixes variam muito, dependendo da espécie, do órgão invadido e do número (THATCHER & NETO, 1994). Algumas espécies, como os anisaquídeos, são importantes em saúde pública, podendo determinar zoonoses. Se ingeridos pelo homem poderão provocar sintomas merecedores de cuidados médicos.

Em levantamento da fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Pavanelli *et al.* (1997), afirmaram que, quanto ao número de espécies e tamanho das infrapopulações, os nematodas aparecem em segundo lugar, após os cestodas.

Fábio (1982), relatou traíras parasitadas na região de Campos (RJ) com as seguintes espécies de nematodas: *Heliconema izecksohni*, *Paraseuratum soaresi* e *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*. Kohn & Fernandes (1987), observaram *Amplichaecum* sp. e *Spirocamallanus iheringi*, parasitando traíras coletadas no município de Pirassununga-SP. Weiblen & Brandão (1992)

registraram as espécies *Guyanema baudi* e *Spirocamallanus hilari*, respectivamente, pela primeira vez no Brasil e pela primeira vez em *H. malabaricus*. Estes mesmos autores destacaram, ainda, a frequência muito grande de larvas de *Contracaecum*. Madi & Silva (2005) registraram o parasitismo por larvas L3 de *Contracaecum* sp. tipo 2 em três espécies de peixes exclusivamente piscívoros em fase adulta, no reservatório de Jaguari no Estado de São Paulo. Takemoto et al. (2009) encontraram em *H. malabaricus*, adultos de *Paracapillaria piscicola*, *Procamallanus (Procamallanus) peraccuratus*, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*, *Goezia spinulosa* e larvas de *Eustrongylides ignotus*, *Contracaecum* sp e *Porrocaecum* sp.

## 2.5 Filo Acanthocephala

Os acantocéfalos são helmintos cilíndricos, dotados de probóscide retrátil, com ganchos, utilizados para fixar-se na parede do intestino do hospedeiro (THATCHER, 1991). São parasitos freqüentes de peixes e pelo menos uma espécie pode parasitar peixes e anfíbios (EIRAS, 1994). O ciclo de vida envolve um artrópode como hospedeiro intermediário e um vertebrado como hospedeiro definitivo.

Segundo Eiras (1994), é relativamente freqüente a existência de hospedeiros paratêncios que, por vezes, são ecologicamente indispensáveis, sendo que peixes podem desempenhar esse papel no ciclo de vida dos acantocéfalos.

Traíras provenientes da Amazônia brasileira estavam parasitadas por acantocéfalo das espécies *Grasilientis variabilis* e *Quadrigyrus brasiliensis* (THATCHER, 2006). Travassos et al. (1928), relataram pela primeira vez no sudeste do Brasil, município de Pirassununga SP, traíras parasitadas por acantocéfalo da espécie *Neoechinorhynchus variabilis*. Rosim et al. (2005), relataram pela primeira vez a espécie *Q. machadoi* parasitando traíras no Estado de São Paulo, registro confirmado em 2009 por Takemoto et al.. Santos et al.

(2008) registraram também, além das espécies referidas acima, infecção de *H. malabaricus* por *Q. torquatus*, *N.(N.) macronucleatus*, *N.(N.) paraguayensis*.

## 2.6 Subfilo Crustacea

O número de espécies é elevado e sob o ponto de vista econômico, o parasitismo por crustáceos é relevante, pois pode ser causa direta de mortalidades elevadas de alevinos e adultos nas pisciculturas. Podem, também, ser vetores de doenças de etiologia vírica e, presumivelmente, hospedeiros definitivos de hemoparasitos de peixes. Este fato é tanto mais grave quanto é certo que os surtos epizooticos são difíceis de erradicar, especialmente para certas espécies (EIRAS, 1994).

Os crustáceos podem ser prejudiciais aos peixes apenas pela sua presença, devido à pressão causada nos tecidos do hospedeiro. A fixação também causa danos mecânicos de extensão variável, a alimentação, à custa dos hospedeiros, causa danos que podem ser locais ou generalizados, dependendo do tipo de ação espoliativa do parasita (EIRAS, 1994).

## 2.7 Classe Copepoda

Os copépodes têm um desenvolvimento pós-embrionário que passa geralmente por três fases: náuplio, copepodito e adulto (EIRAS, 1994). Em peixes os parasitos da classe Copepoda são encontrados nas câmaras branquiais e tegumento, podendo também se localizar nas narinas e cavidade bucal. As formas parasitárias podem ser constituídas pelos adultos e algumas formas larvais, podendo estar fixas através de órgãos de fixação mais ou menos elaborados, ou ter alguma capacidade de se movimentar na superfície corpórea do hospedeiro. A sua presença é mais ou menos visível devido ao tamanho que podem atingir, ou à presença de sacos ovígeros, cuja cor contrasta freqüentemente com a do tegumento do hospedeiro, o que permite observação a olho nu (EIRAS *et al.*, 2000).

Segundo Onaka (2009), entre os copépodos, os ergasilídeos são freqüentes parasitos de brânquias, embora se encontrem também fixos nas paredes da câmara branquial ou, mais raramente, na superfície do corpo. O gênero mais freqüente e conhecido é *Ergasilus*, cosmopolita, presente em hospedeiros muito variados, quer de origem marinha, quer dulcícola. A principal particularidade destes copépodos é a pronunciada modificação do segundo par de antenas em fortes ganchos que lhes permitem a fixação ao hospedeiro.

Os machos do gênero *Ergasilus* são planctônicos, sem qualquer associação com os peixes. As fêmeas passam grande parte da vida no estado livre, tornando-se parasitos depois da cópula (EIRAS, 1994).

Eiras (1994) relatou reduções de peso, taxa de crescimento, bem como diminuição do conteúdo lipídico total do hospedeiro, o que indica a mobilização das reservas lipídicas decorrente do parasitismo por *Ergasilus*.

Alves *et al.* (2000) observaram traíras da região de Piraí no estado de Rio de Janeiro sendo parasitados por *Ergasilus* sp.

Luque & Tavares (2007) registraram presença de *Bedsylernaea collaris*, *Lernaea cyprinacea*, *L. devastatrix*, *Pindapixara tarira*, *Gamidactylus hoplius*, *E. iheringi* e uma espécie outra espécie de *Ergasilus*.

### **3. Uso de parasitos de peixes como indicador ambiental**

Fatores naturais abióticos como temperatura, oxigênio, salinidade e concentração de íons de hidrogênio são conhecidos por influenciar a ocorrência temporal e espacial de parasitos e em particular helmintos de peixe (CHUBB, 1979, 1980). Diversos pesquisadores utilizaram parasitos de peixes como marcadores biológicos para avaliar as populações e ao mesmo tempo avaliar a importância de parasitos como organismos sensíveis para monitorar uma série de fatores ambientais, incluindo o estresse devido à poluição (MACKENZIE *et al.*, 1995; LAFFERTY, 1997).

Parasitos de peixes são igualmente eficientes monitores dos estados fisiológico e imunológico dos peixes hospedeiros. Embora os peixes e invertebrados tenham sido usados extensivamente em ensaios de toxicidade

padrão, Kennedy (1997) argumentou que as relações entre os ambientes, peixes e seus parasitos não fornece uma opção fácil para o monitoramento ambiental, e também sugeriu que os parasitos e hospedeiros aquáticos e, em particular, os peixes não oferecem vantagens claras sobre a utilização de organismos de vida livre como indicadores de poluição.

Contudo, conforme é mostrado a seguir, diversas publicações vem evidenciando que parasitos de peixes podem fornecer importantes informações a respeito da saúde ambiental, embora estudos ao nível das comunidades de parasitos de peixes relacionadas aos impactos da poluição, têm sido ainda pouco analisados nos ecossistemas de água doce (VALTONEN *et al.*, 1997; LANDSBERG *et al.*, 1998; HALMETOJA *et al.*, 2000; GALLI *et al.*, 2001; HERNANDEZ *et al.* 2007).

### **3.1 Parasitos de peixes que são usados como indicadores ambientais**

A literatura tem fornecido evidências de que os parasitos são bons indicadores de contaminação ambiental (MACKENZIE *et al.*, 1995; WILLIAMS & MACKENZIE, 2003; SURES, 2004; MARCOGLIESE, 2005) uma vez que geralmente a transmissão de algumas espécies de parasita é alterada em ambientes poluídos (MACKENZIE *et al.*, 1995, WILLIAMS & MACKENZIE, 2003). Os ectoparasitos de peixes em contato direto com a água poluída, podem muito bem refletir qualquer efeito negativo direto de um poluente sobre a sua reprodução e sobrevivência (KHAN & THULIN, 1991) ou as suas populações, que por sua vez alteram o padrão de resposta imunológica do hospedeiro (MACKENZIE *et al.*, 1995; MACKENZIE, 1999; MOLES & WADE, 2001; KHAN, 2003).

Por outro lado, a transmissão de endoparasitos com ciclos de vida mais complexos, pode ser regulada através de efeitos da poluição em ambos os estágios de vida, quer nos hospedeiros intermediários quer nos definitivos (POULIN, 1992; MARCOGLIESE & CONE, 1997; MACKENZIE, 1999; MARCOGLIESE, 2005). Além disso, as respostas para o aumento de poluição

pode se refletir nas alterações da cadeia alimentar local. Assim os efeitos de substâncias tóxicas podem afetar diretamente a comunidade de parasitos ou os diferentes componentes da cadeia alimentar (MARCOGLIESE, 2005).

Alguns metazoários são utilizados como indicadores ambientais. Morley *et al.* (2006), mostraram variações das concentrações de cádmio (Cd) e zinco (Zn) em miracídios de *Schistosoma mansoni*. Estudo recente de Madi & Ueta (2009) evidenciou o papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* como indicador de qualidade ambiental.

Os representantes do Filo Acanthocephala são bons indicadores para avaliação e acúmulo de metais pesados. Um exemplo disso é o estudo feito por Sures (2007), que avaliou a concentração de cádmio em *Pomphorhynchus levis* e no músculo do hospedeiro *Leuciscus cephalus*, mostrando maior concentração do metal no parasito.

Vale ressaltar também, que o mercúrio (Hg) e outros metais pesados podem ter um efeito sobre a transmissão do parasita e as relações parasita-hospedeiro em meios aquáticos (MORLEY *et al.* 2003, 2006; PIETROCK & MARCOGLIESE, 2003). Embora a transmissão do parasita seja negativamente afetada pela presença de mercúrio, peixes parasitados e crustáceos de vida livre, podem acumular menos mercúrio do que humanos, possivelmente devido à presença dos parasitos, que podem, de alguma forma, proteger os hospedeiros do estresse de contaminantes (BERGEY *et al.*, 2002).

#### **4. Parâmetros hematológicos de peixe usados como indicadores ambientais**

O sangue reflete alterações físicas e químicas que ocorrem no organismo e, portanto, informações detalhadas podem ser obtidas pelo metabolismo e estado fisiológico dos peixes nos diferentes grupos de idade e oriundos de diferentes habitats. Além disso, convém notar que índices hematológicos refletem a sensibilidade a vários fatores ambientais e a produtos químicos (LEBEDEVA *et al.*, 1998; VOSYLIENĖ, 1999a, b).

Estudos têm mostrado que quando a qualidade da água é afetada por substâncias tóxicas, quaisquer alterações fisiológicas serão refletidas nos valores de um ou mais dos parâmetros hematológicos (VAN VUREN, 1986). A contagem de glóbulos vermelhos é um índice estável e os peixes mantêm o número de hemácias dentro dos limites por vários mecanismos fisiológicos de compensação. Os parâmetros hematológicos são importantes indicadores de mudanças no plano interno e/ou externo dos animais. Nos peixes, a exposição a poluentes químicos podem induzir aumento ou diminuição de níveis hematológicos (WILSON & TAYLOR, 1993). As alterações dependem das espécies de peixes, da idade, do ciclo da maturidade sexual e de doenças (RANZANI *et al.*, 2000).

Estudos hematológicos de peixes referentes a efeitos nutricionais (REHULKA, 2000) e doenças infecciosas e poluentes (REHULKA, 2002a) mostraram que os níveis de eritrócitos em peixes é um importante e confiável indicador de várias fontes de estresse do ambiente (RANZANI-PAIVA *et al.*, 2000).

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Investigar a influência das alterações do meio aquático na população de parasitos de *H. malabaricus* e avaliar o potencial dos parasitos como bio-indicadores.

### Objetivos Específicos

- Monitorar mensalmente, os parâmetros ambientais em duas lagoas do CEPTA/ICMBio;
- Verificar a presença e variação de população de metazoários parasitos de *H. malabaricus* ao longo do ano;
- Correlacionar parâmetros ambientais e as infrapopulações de parasitos dos peixes;
- Analisar os parâmetros hematológicos, relacionando-os aos descritores parasitológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos exemplares de *H. malabaricus* (Figura 1) foram realizadas mensalmente por um período de um ano, contando com apoio técnico do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais–CEPTA, sediado no município de Pirassununga, SP, e vinculado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade–ICMBio.



Figura 1: Exemplar de *Hoplias malabaricus* coletado no CEPTA/ICMBio durante o período de estudo (foto:Lincoln L. Corrêa).

### Áreas de estudo

O estudo ocorreu em duas lagoas do CEPTA/ICMBio, localizadas no município de Pirassununga, SP ( $21^{\circ}55'55''\text{S}$  e  $47^{\circ}22'37''\text{W}$ ) (Figura 2). As lagoas foram denominadas Lagoa I e Lagoa II. A Lagoa II possui nascente localizada externamente à área de estudo. A Lagoa I tem nascente própria e se comunica com a Lagoa II. (Figura 3).

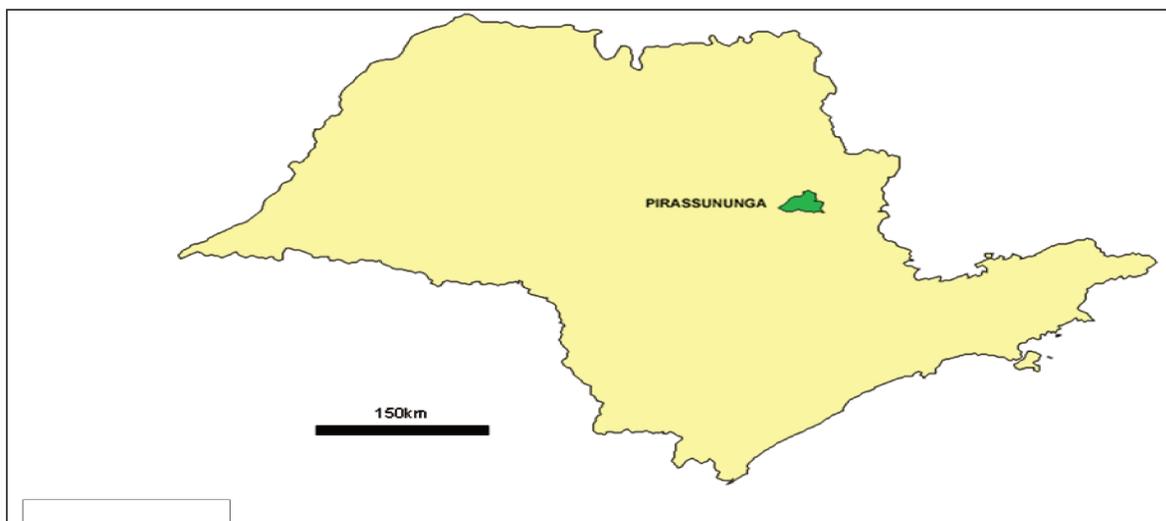


Figura 2: Localização de Pirassununga no contexto do estado de São Paulo.

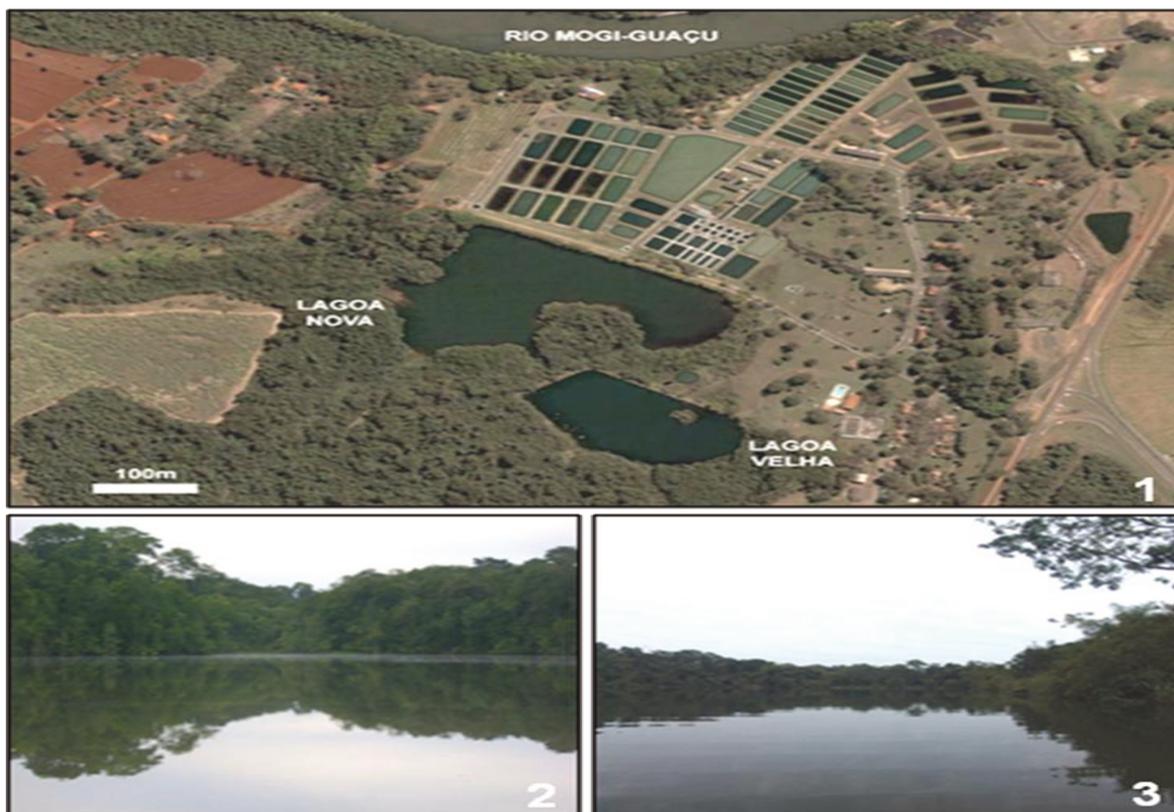


Figura 3: Fotos das lagoas e suas localizações no CEPTA/ICMBio. 1) Imagem de Satélite da área do CEPTA/ICMBio destacando a localização das duas lagoas (Lagoa Nova- I) e (Lagoa Velha- II) (Imagem <http://google.earth.com> modificado por Rubens R. Madi); 2) Foto da margem da Lagoa I ; 3) Foto da margem da Lagoa II (fotos: Lincoln L. Corrêa).

## Coletas

Os peixes foram coletados, mensalmente, de fevereiro de 2008 a março de 2009, por meio de redes de espera em vários pontos das lagoas, alternadamente entre as duas lagoas.

Em todas as coletas foram analisados os fatores abióticos como o pH, temperatura, Total de Solutos Dissolvidos (TDS) e condutibilidade, medidos através de aparelho multisensor.

Os exemplares de *H. malabaricus* foram pesados e medidos (comprimento total).

A coleta e processamento dos metazoários encontrados, coleta de sangue e técnicas hematológicas, assim como os cálculos dos descritores quantitativos do parasitismo e as análises estatísticas estão apresentados com detalhes nos capítulos seguintes.

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética na Experimentação Animal CEEA/UNICAMP, Protocolo nº 1477-1.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos foram divididos em dois capítulos:

Capítulo 1: Haematological parameters associated with the monogeneans of the *Hoplias malabaricus* and its potential as an environmental indicator. (submetido a publicação na revista "Fish and Fisheries")

Capítulo 2: Estudo de Metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) e avaliação destes como potenciais indicadores ambientais.

# Haematological parameters associated with the monogeneans of the *Hoplias malabaricus* and evaluation of its potential as an environmental indicator

Lincoln Lima Corrêa<sup>1</sup>, Rubens Riscalda Madi<sup>1</sup>, Paulo Sérgio Ceccarelli<sup>2</sup> & Marlene Tiduko Ueta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Biology, IB, Unicamp. Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, s/n, CP:6109, CEP:13083-970, Campinas-SP, Brazil. Tel: 055-19-8202-0386. E-mail: lincorre@gmail.com and lincorre@hotmail.com

## SUMMARY

Haematological indices are described in *Hoplias malabaricus*, which were collected from breeding ponds, associated with the parasitism by monogeneans. The haematological parameters studied include: erythrocyte count (Er), microhematocrit (Hct), hemoglobin (Hb), mean cell volume (MCV), mean cell hemoglobin (MCH) and mean cell hemoglobin concentration (MCHC). There were no significant changes in blood parameters in relation to the stage of maturation, sex, time of collection of fish and parasitism by monogeneans. However, the fish showed a correlation between weight / length ( $r = 0.89$  and  $p < 0.0001$ ), pH / temperature ( $r = 0.71$  and  $p < 0.0001$ ). The correlations between MCV and Hct with temperature were, respectively,  $r = -0.52$ ,  $p < 0.0001$  and  $r = -0.48$ ,  $p < 0.0001$ . There was no correlation between infection by monogeneans and haematological

---

<sup>1</sup> Department of Animal Biology, IB, Unicamp. Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, s/n, CP:6109, CEP:13083-970, Campinas-SP, Brazil.

<sup>2</sup> CEPTA/ICMBio - Center of Research and Training in Aquaculture / National Center for Research and Conservation of Fish Continental - Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation – Rod. SP 201, km 6,5, CP 64, CEP 13630-970, Pirassununga-SP, Brazil.

parameters, nor between monogeneans and environmental factors, thus the inability to highlight the role of these parasites as environmental indicators under the conditions and during the period of study.

**Key words:** Fish hematology, *Hoplias malabaricus*, monogeneans, ponds.

## INTRODUCTION

Studies on the haematological parameters of fish are important because they can provide relevant information regarding their physiological capacity Viljoen & Vuren (1991), Ballarin et al. (2004), Wells et al. (2005), thus becoming a useful tool in the evaluation of their immune system Ballarin et al. (2004), Tavares-Dias & Moraes (2004), Tavares-Dias & Moraes (2007). Hematocrit values, hemoglobin concentration and size of red blood cells are important indicators of the capability to transport oxygen Graham et al. (1985), Tavares-Dias & Moraes (2004), Wells et al. (2005), of the oxygen withdrawal from water and of oxygen delivery to tissues.

Therefore, being an indicator of ability to transport oxygen, the hematological parameters are among the most important indicators of fish health and also on its immune situation and are important indicators of the internal and / or external changes in the physiology of the animals Ranzani-Paiva et al. (2000). Studies have shown that any physiological changes due to water quality, may be affected or not by polluting substances, will have a consequence on the values of one or more hematological parameters Van Vuren (1986).

Haematological changes in breeding fishes from Brazil have been reported in *Cyprinus carpio* Ranzani-Paiva et al. (1987) and *Piaractus mesopotamicus* Tavares-Dias et al. (1999a) infected with *Argulus* sp.; *Mugil platanus* infected with *Trypanosoma* sp, Hemogregarines, *Trichodina*, Monogenea, copepods and Hirudinea Ranzani-Paiva et al. (1997); *Piaractus mesopotamicus* and *Leporinus macrocephalus* infected with Monogenoidea, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Piscinoodinium pillulare* and *Lernaea cyprinacea* Tavares-Dias et al. (1999b) trocou para a?and *Oreochromis niloticus* infected with *Ichthyophthirius multifiliis* Tavares-Dias et al. (2002).

Several studies have provided evidence that the presence of parasites is a good indicator of environmental change Mackenzie et al. (1995), Williams & Mackenzie (2003), Sures (2004), Marcogliese (2005). In fish, ectoparasites, such as the monogeneans, may reflect any changes of the environment in their reproduction, survival Khan & Thulin (1991) and population size Mackenzie et al. (1995), Mackenzie (1999), Moles & Wade (2001), Khan (2003).

*Hoplias malabaricus*, fish species belonging to the family Erythrinidae, is widely distributed in South America, except in the Trans-Andean region and the rivers of Patagonia Nakatani et al. (2001). This species is clearly carnivorous, feeding mainly on fish when adults. It lives in lentic water environments and is very resistant to low levels of dissolved oxygen Silvano et al. (2001).

This study aims to analyze the haematological parameters of the *H. malabaricus*, relating the epidemiological indices of monogeneans infestation and the environmental factors of ponds.

## MATERIALS AND METHODS

Seventy-six specimens of *H. malabaricus* (Bloch, 1794) were caught with gillnets in two ponds of CEPTA (Center of Research and Training in Aquaculture /ICM BIO), located in the municipality of Pirassununga, SP (21°55'55"S and 47°22'37" W). One of the ponds has its source located outside the study area. The other was designed in 1983 to provide for the first, has its own source and communicates with the first pond. Due to this communication, the two ponds were considered a single collection of water. The fishes were collected monthly from February 2008 to March 2009, alternating between the two ponds.

The abiotic factors of water such as pH, temperature, TDS (Total Dissolved Solids) and conductivity were analyzed as measured by the multi-sensor device.

Later the fishes were sacrificed, weighed and measured and then 3ml of blood/fish were collected from the tail vein with a syringe containing sodium citrate 3.8%. Finally, the gills were removed and placed in vials with formol solution 1:4,000 for one hour, being frequently agitated. The collected monogeneans were fixed in 5% formol, and then mounted in Grey & Wess or Hoyer medium in order to reveal the soft tissues and the sclerotized structures Putz & Hoffman (1963), Kritsky et al. (1995), Eiras et al. (2000).

Blood samples were used to measure the concentration of hemoglobin through the Collier method Collier (1944), and to measure hematocrit levels according to Goldenfarb et al. (1971). The erythrocyte count (Er) was performed with the indirect method Dacie & Lewis (2007). The hemoglobin concentration (Hb) was determined by the method of cyanmethaemoglobin and microhematocrit (Hct)

by centrifugation of whole blood (5 min/12.000 rpm). The erythrocyte indices and mean corpuscular volume - MCV ( $\text{Hct} / \text{Er} \times 10$ ), mean corpuscular hemoglobin - MCH ( $\text{Hb} / \text{Er} \times 10$ ) and mean corpuscular hemoglobin concentration - MCHC ( $\text{Hb} / \text{Hct} \times 100$ ) were calculated according to Dacie & Lewis (2007).

The leukocytes and blood cells of defense was determined in blood smears stained with May-Grunwald-Giemsa, according to the methods described by Rosenfeld (1947) and Dacie & Lewis (2007), respectively.

The values of prevalence, mean intensity and abundance of parasites were calculated according to Bush et al. (1997).

To calculate the relationship between intensity of infestation, sex and stage of sexual maturity and hematological parameters of fish, was used the Pearson Correlation Coefficients. The data were logarithimized, for the analysis of variance, and Duncan's Multiple Range Test, was applied through the PROC GLM procedure. The statistical analyzes were performed with the SAS software (SAS Inc., 1996).

The study was in accordance with the Ethics Committee in Animal Experimentation CEEA/ UNICAMP, Protocol n<sup>o</sup>1477-1.

## **RESULTS**

The prevalence of monogeneans (P) in 76 fish was 97.36%, the mean intensity (I) was  $3.17 \pm 0.39$  and the average abundance was  $3.07 \pm 0.69$ .

During the period of collect, the water temperature ranged between 19.1 and  $28.7^{\circ} \text{C}$  ( $25.4 \pm 2.9^{\circ} \text{C}$ ), the pH from 7,2 to 9.4 ( $8.8 \pm 0.7$ ), the conductivity from 9,3

to 40,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $20,0 \pm 10,7 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) and TDS from 4.5 to 11.0 mg/l ( $8.0 \pm 2.6 \text{ mg/l}$ ). The Pearson correlation coefficient showed a positive correlation between pH and temperature ( $r = 0.71$ ;  $p < 0.0001$ ), while the conductivity was negatively correlated with pH and temperature ( $r = -0.71$ ;  $p < 0.0001$  and  $r = -0.89$ ;  $p < 0.0001$  respectively). The TDS also showed negative correlation with pH and temperature ( $r = -0.46$ ;  $p < 0.0001$  and  $r = -0.54$ ;  $p < 0.0001$  respectively).

The length of the seventy-six fish analyzed ranged from 16 to 38.5 cm ( $25.9 \pm 5.4 \text{ cm}$ ) and their weight, from 45 to 640g ( $228.1 \pm 140.4 \text{ g}$ ). The Pearson correlation coefficient determined a positive correlation between length / weight ( $r = 0.89$ ;  $p < 0.0001$ ). There was no significant correlation between the fish biometry and water parameters, or with the frequency of monogeneans.

The erythrocyte of the *H. malabaricus* coming from the ponds is described in Table 1.

According to Pearson's correlation coefficient, there was no relationship between the fish erythrocyte/biometrics or the monogeneans erythrocyte/frequency, but red blood cell count was correlated with some environmental factors (Table-2).

Analyzing only the blood cells of the *H. malabaricus*, especially the erythrocyte, a negative relationship between blood cells erythrocyte/leukocyte ( $r = 0.78$ ;  $p < 0.0001$ ) and erythrocyte/thrombocyte ( $r = -0.48$ ;  $p < 0.0001$ ) could be observed. There was no correlation between erythrocyte and hematocrit, but there was a positive correlation between hematocrit and mean corpuscular volume Hct/MCV ( $r = 0.93$ ;  $p < 0.0001$ ) and negative correlation between hematocrit and mean corpuscular hemoglobin concentration Hct/MCHC ( $r = -0.80$ ;  $p < 0.0001$ ). There

was no correlation between the number of red blood cells in relation to hemoglobin concentration, nor in relation to the concentration of corpuscular hemoglobin (Table 3).

## DISCUSSION

The *H. malabaricus* is tolerant to low concentrations of dissolved oxygen and inhabitant of lentic, shallow waters with abundant aquatic vegetation Taphorn (1992), Shibatta et al. (2002). Therefore, one can assume that the environment the fish inhabits can be the determiner of the parasites that co-inhabit it.

Monogeneans as indicators of environmental changes have been cited by Mackenzie *et al.* (1995), who claimed that the low level of pollution can have effects on some ectoparasites by increasing their reproduction and consequently the population of such parasites.

In this work, despite the high prevalence of infection, correlation between monogeneans and environmental parameters was not observed, preventing the characterization of these ectoparasites as environmental indicators in the studied ponds. Nonetheless, a recent study described by Madi & Ueta (2009) demonstrated the role of the Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasite of the *Geophagus brasiliensis*, as an environmental indicator in two separate reservoirs of plants. However, these authors reported mean intensity values greater than registered in this study.

Many parasites can live in the host without causing it any damage Thatcher (1981). In the present study, apparently the ectoparasitism by monogeneans did

not alter the haematological parameters of the *H. malabaricus*. This is probably due to a balance between parasite and host, balance which, according to what is known, can be modified by any changes in water quality and/or sudden changes in temperature Ranzani-Paiva et al (1997). The current result was similar to the results obtained by Ranzani-Paiva et al (1997) with the study of *Mugil platanus* parasitized by monogeneans and also those obtained by Kurovskaya & Osadchaya (1993) when studying *Cyprinus carpio* parasitized by *Ichthyophthirius* gill. On the other hand, other authors have reported significant parameters changes in the erythrocyte of *C. carpio* infested with monogeneans Hines & Spira (1974), Ranzani-Paiva et al. (1987), Pavanelli & Santos (1991).

Studies show that the hematological parameters such as Hct, MCV and MCH, point to changes in relation to the water quality Van Vuren (1986), especially those related to temperature, TDS and conductivity. In this study, the number of erythrocyte had significant correlation with conductivity (Table 2), the result reinforces that the theory of these cells are an important and reliable indicator of several sources of environmental stress Ranzani-Paiva et al. (2000).

The function of thrombocytes in fishes is still controversial Lopes et al. (1997). These cells, whose role in blood coagulation is well described, are found in birds, reptiles, amphibians and also in fishes. Although they do not belong to the family of the leukocyte cell, their participation in inflammatory exudates and their phagocytic activity has been discussed and their role in the organic defense has been indicated in several animal species Grecchi et al. (1980), Dias & Sinhorini (1991), (1992), Matushima & Mariano (1996). Hence, leukocytes and thrombocytes have been included in a single block, designated as blood cells of organic defense

Tavares-Dias et al. (1998a,1998b,1998c,1998d). In this work, there was evidence of negative correlation between blood cells erythrocyte/leukocyte and erythrocyte/thrombocyte. Other work report that the mean number of total thrombocytes in teleosts of freshwater may vary between 2,000 and 68,400  $\mu\text{L}$  of blood Ueda et al. (1997), but in the *H. malabaricus* it ranged from 28,200 to 76,000  $\mu\text{L}$  of blood Camargo et al. (1986). What we can be observed, is that the thrombocytes in this study ranged from 2,960 to 56,840  $\mu\text{L}$  of blood and are in agreement with other literature when correlated with TDS (Table 2) but not with infection by monogeneans, suggesting equilibrium in the interaction host-parasite.

## **CONCLUSION**

The results of this study display that despite the high prevalence of monogeneans there were no changes in hematological parameters in *H. malabaricus*, enabling the assumption that there is a balance between the monogeneans, fish and the environment. It was possible to notice that hematological parameters are tools of great susceptibility to environmental changes. In this study there was no evidence of monogeneans as environmental indicators.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

We appreciate the dedication of the staff of the National Center for Research and Conservation of Continental Fishes (CEPTA/ICMBio)

## BIBLIOGRAPHY

BALLARIN, L.; DALL'ORO, M.; BERTOTTO, D.; LIBERTINI, A.; FRANCESCON, A.; BARBARO, A. (2004). Haematological parameters in *Umbrina cirrosa* (Teleostei, Sciaenidae): a comparison between diploid and triploid specimens. *Comp. Biochem. Physiol. A*, **v.138**: 45-51 p.

BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.(1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *J. Parasitol.*, **v.83**: 575-583p.

CAMARGO, F.T.; COSTA,J.R.V.; SOUZA-CRUZ, A.C.; ROCHA W.; VIGNOLI, V.V.(1986). Estudo das séries hematológicas da traíra *Hoplias malabaricus* (Pisces-Teleostea). *Ver. Esc. Fam. Odont.*, **v.9**:63-69 p.

COLLIER, H.B.(1944). The standardization of blood haemoglobin determinations. *Can. Med. Ass. J.*, **v.50**:550-552 p.

DACIE, J.V.;LEWIS, S.M. (2007). *Practical haematology*. London: Churchill Livingstone. 556p.

DIAS, J.L.C.; SINHORINI, I.L.(1991). Qualitative evaluation of the inflammatory response modulated by temperature in tadpoles of *Rana catesbeiana*. *Ciênc. Cultura.*, **v 43**:304- 306 p.

DIAS, J.L.C.; SINHORINI, I.L.(1992). Aspectos ultra-estruturais de células inflamatórias de girinos de *Rana catesbeiana* (rã touro- gigante). *Ciênc. Cultura.*, **v.44**(Sup.):730-740 p.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.(2000). *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Editora Universidade Estadual de Maringá. 173p.

GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIOUS, E.(1971). Reproducibility in the haematology laboratory: the microhematocrit determination. *Amer. J. Clin. Path.*,**v.56** :35-39p.

GRAHAM, M.S.; HAEDRICH, R.L.; FLETCHER, G.L.(1985). Hematology of three deep-sea fishes: A reflection of low metabolic rates. *Comp. Biochem. Physiol. A*, **v.80**: 79-84 p.

GRECCHI, R.; SALIBA, A.M.; MARIANO, M.(1980). Morphological changes, surface receptors and phagocytic potencial of fowl mononuclear phagocytes and trombocytes *in vivo* and *in vitro*. *J. Pathol.*, **v. 130**:23-31 p.

HINES, R.S.; SPIRA, D.T.(1974).Ichthiophthiriasis in the mirror carp *Cyprinus carpio* (L). IV. Physiological disfunction. *J. Fish Biol.*, **v.6**:365-371 p.

KHAN, R.A.; THULIN, J.(1991). Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Adv. Parasitol.*, **v.30**: 201–238 p.

KHAN, R.A.(2003). Health of flatfish from localities in Placentia Bay, Newfoundland, contaminated with petroleum and PCBs. *Arch. Environm. Contamin. Toxicol.*, **v.44**: 485–492 p.

KRITSKY, D. C.; BOERGER, W. A.; POPAZOGLO, F.(1995). Neotropical Monogenoidea. 22. Variation in *Scleroductus* species (Gyrodactylidea, Gyrodactylidae) from Siluriform fishes of southeastern Brazil. *J. Helminthol. Soc.* **v. 62**, (1): 53-56 p.

KUROSVSKAYA, L.N.; OSADCHAYA, S.A.(1993). The influence of *Ichthyophthirius multifiliis* on underyearling carp, *Cyprinus carpio*. *J. Ichthyol.*, **v.33** (4):81-92 p.

LOPES, R.; SALA, M.A.; PAULA-LOPES, T.; OGASAWARA, T.M.C.; WATANABE, L.S.; SEMPRINI, M.(1997). Estudo hematológico de peixes brasileiros. XXXVII. As células sangüíneas do carapeba *Diapterus rhombeus* (Valenciennes 1830) (Pisces, Gerridae), do Município de Iguapé-SP, Brasil. *Rev. Esc. Farm. Odontol.*, **v.19**:27-32 p.

MACKENZIE, K., WILLIAMS, H. H., WILLIAMS, B., MCVICAR, A. H. & SIDDALL, R. (1995). Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Adv. Parasitol.*, **v.35**: 85–144p.

MACKENZIE, K., (1999). Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Mar. Pollut. Bull.*, **v.38**: 955–959 p.

MADI, R.R; UETA, M.T. (2009). O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. *Rev. Bras.Parasitol. Vet.*, **v.18** (2): 38-41 p.

MARCOGLIESE, D.J., (2005). Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *Int. J. Parasitol.*, **v 35**:705–716 p.

MATUSHIMA, E.R.; MARIANO, M.(1996). Kinetics of the inflammatory reaction induced by carrageenin in the swimbladder of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia). *Braz. J. Vet. Anim. Sci.*, **v. 33** (1):5-10 p.

MOLES, A., WADE, T.L., 2001. Parasitism and phagocytic function among sand lance *Ammodytes hexapterus* Pallas exposed to crude oil-laden sediments. *Bul. Environm. Contamin. Toxicol.*, **v. 66**:528–535 p.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. AND PAVANELLI, C. S.(2001). Ordem

Characiformes. In: *Ovos e Larvas de Peixes de Água Doce: Desenvolvimento e Manual de Identificação*. Maringá: UEM: 73-220p.

PAVANELLI, G.C.; SANTOS, M.H.M.(1991). Proteocefalídeos parasitos de peixes, em especial Pimelodídeos, do Rio Paraná. *Rev. Unimar.*, **v.13** (2):163-175 p.

PUTZ, R. E.; HOFFMAN, G. L.(1963). Two new *Gyrodactylus* (Trematoda, Monogenea) from cyprinid fishes with synopsis of those found on North American fishes. *J. Parasitol.*, **v. 49**, (4): 559 p.

RANZANI-PAIVA, M.J.; ISHIKAWA, C.M.; PORTELLA, M.C.I.(1987). Hematologia da carpa comum *Cyprinus carpio*, infestada por *Argulus* sp. e após um tratamento com fosfato de 0,0- dimetil-oxi-2,2,2,-tricloroetilo (Neguvon). *Bol. Inst. Pesca.*, **v.14**: 83-92 p.

RANZANI-PAIVA, M.J.; ISHIKAWA, C.M.; CAMPOS, B.E.S.(1997). Haematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil platanus* Günther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, **v.14**:329-339 p.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; ISHIKAWA, C.M.; EIRAS, A.A.; FELIZARDO, N.N. (2000). Haematological analysis of *Chara*, *Pseudoplatystoma fasciatum* in captivity. Aqua 2000. Responsible aquaculture in the new millennium. Nice, France. May 2-6 2000. *Europ. Aquac. Soc. Special Pub.* **v. 28**:590 p.

ROSENFELD, G. (1947). Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica. Nova combinação dos componentes do May-Grünwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. *Mem. Inst. Butantan*, v. **20**: 329-334p.

SAS Institute Incorporation., (1996). *SAS User's Guide: Statistics*. Release 6.12. North Caroline, Cary, 1098 p.

SHIBATTA, O.A.; ORSI, M.L.; BENNEMANN, S.T.; SILVASOUZA, A.T. (2002). Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J.A. (Ed.) *A bacia do rio Tibagi*. Londrina: EDUEL:403-423 p.

SILVANO, R. A. M; OYAKAWA, O. T.; AMARAL, B. D. AND BEGOSSI, A. (2001), *Peixes do alto rio Juruá (Amazônia, Brasil)*. São Paulo: Universidade de São Paulo, Imprensa Oficial do Estado de Paulo: 304 p.

SURES, B., (2004). Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends Parasitol.* v.**20**:170–177 p.

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

TAVARES-DIAS, M.; RODRIGUES, C.A.P.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. (1998a). Efeitos da ictiofitiríase branquial e da saprolegniose sobre parâmetros hematológicos de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 5, 1998, Maringá. Anais.Maringá: *Abrapoa*,:36 p.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E.F.S.; SANDRIM.(1998b), A. Características hematológicas do tambaqui (*Colossoma macropomum*) Cuvier, 1818 (Osteichthyes: Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. I. Série Eritrocitária. *Rev. Bras. Biol.*, v. **58** (2):197-202.p

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.(1998c). Características hematológicas de teleósteos brasileiros. V. Parâmetros do híbrido Tambacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*) (Osteichthyes: Characidae).In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. *Anais: ABRAq.*,. 303 p.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; KRONKA, S.N.(1998d). Efeitos da argulose e do tratamento com Triclorfon 500 sobre parâmetros hematológicos em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 22, 1998, Recife. *Anais: SBZ.* 22 p.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; KRONKA, S.N. (1999a). Evaluation of the haematological parameters in *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes:

Characidae) with *Argulus* sp (Crustacea, Branchiura) infestation and treatment with organophosphate. *Rev. Bras. Zool.*, **v.16**, 553- 555 p.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S.H.C.; MARTINS, M.L. (1999b). Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Varáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). *Acta Scient.*, **v.21**, 337-342 p.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. (2002). Haematological changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) with gill ichthyophthiriasis and saprolegniosis. *Bol. Inst. Pesca*, **v.28**, 1-9p.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. (2004). Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto, São Paulo: Villimpress:144 p.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.(2007). Leukocyte and thrombocyte reference values for channel catfish (*Ictalurus punctatus* Raf.), with an assessment of morphological, cytochemical, and ultrastructural features. *Vet. Clin. Pathol.*,**v. 36**:49-54 p.

THATCHER, V.E.(1981). Patologia de peixes da Amazônia brasileira. Aspectos gerais. *Acta Amazôn.*, **v.11** (1):125-140 p.

UEDA, I.K.; EGAMI, M.I.; SASSO, W.S.; MATUSHIMA, E.R. (1997). Estudos hematológicos em *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichilidae, Teleostei)- Parte I. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v. **34**:270-275 p.

VAN VUREN, J.H.J. (1986). The effects of toxicants on the haematology of *Labeo umbratus* (Teleostei; cyprinidae). *Comp. Biochem. Physiol.* **83C**: 155-159 p.

VILJOEN, B.C.S.; VUREN, J.H.J. (1991). Physical characteristics of the blood plasma of blood *Labeo ruddi* and *Labeo rosae* (Pisces: Cyprinidae). *Comp. Biochem. Physiol. A*, v. **100**:873-875 p.

WELLS, R.M.G.; BALDWIN, J.; SEYMOUR, R.S.; CHRISTIAN, K.; BRITAIN, T. (2005). Red blood cell function and haematology in two tropical freshwater fishes from Australia. *Comp. Biochem. Physiol. A*, v. **141**:87-93 p.

WILLIAMS, H.H., MACKENZIE, K. (2003). Marine parasites as pollution indicators: an update. *Parasitol.*, v. **126**:S27-S41.

WILSON, R.W.; TAYLOR, E.W. (1993). The physiological responses of freshwater rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, during acute exposure. *J. Comp. Physiol.*, **163b**:38-47 p. seria J. Comp. Biochem. Physiol.?

**Table 1** - Amplitude, average and standard deviation of erythrogram count of *Hoplias malabaricus* collected from the ponds, in the period from February 2008 to March 2009

<b>Erythrogram</b>	<b>Amplitude</b>	<b>Average</b>	<b>Standard Deviation</b>
<b>Hct (%)</b>	8-75	29.61	± 13.44
<b>Er (10<sup>6</sup>µL)</b>	1.57-3.23	2.65	± 0.39
<b>Lk (µL)</b>	6,460-74,400	32,953	± 16,894
<b>Tb (µL)</b>	2,960-56,840	15,633	± 10,961
<b>Hb (g/dL)</b>	2.14-2.73	2.32	± 0.09
<b>MCV (fl)</b>	28.99-388.60	116.78	± 64.94
<b>MHC (pg)</b>	6.85-14.74	8.99	± 1.67
<b>MCHC (%)</b>	2.99-31.98	9.33	± 4.16

Hct = Hematocrit; Er = Erythrocyte; Lk = Leukocyte; Tb = thrombocytes; Hb = hemoglobin, MCV = Mean Corpuscular Volume, MCH = Mean Corpuscular Hemoglobin, MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration.

**Table 2** - Correlation between environmental parameters and red blood cells of the *Hoplias malabaricus* collected from the ponds, in the period from February 2008 to March 2009.

<b>Erythrogram</b>	<b>pH</b>	<b>Temperature</b>	<b>TDS</b>	<b>Conductivity</b>
<b>Hct (%)</b>	0.19	0.48**	0.45*	0.50*
<b>Er (10<sup>6</sup>µL)</b>	0.24	0.36	0.34	0.44**
<b>Lk (µL)</b>	0.10	0.20	0.06	0.21
<b>Tb (µL)</b>	0.10	0.26	0.49*	0.37
<b>Hb (g/dL)</b>	0.07	0.08	0.11	0.01
<b>MCV (fl)</b>	0.24	0.52**	0.47*	0.55*
<b>MCH (pg)</b>	0.26	0.40	0.33	0.43*
<b>MCHC (%)</b>	0.17	0.32	0.37	0.39

Hct = Hematocrit; Er = Erythrocyte; Lk = Leukocyte; Tb = thrombocytes; Hb = hemoglobin, MCV = Mean Corpuscular Volume, MCH = Mean Corpuscular Hemoglobin, MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration.

(\*) Positive correlation ( $p < 0.0001$ ), (\*\*) negative correlation  $p < 0.0001$ .

**Table 3** - Correlation (r) of blood cells in relation to the Mean Corpuscular Volume, Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration Mean and Corpuscular Hemoglobin Concentration in *Hoplias malabaricus* collected from the ponds, in the period from February 2008 to March 2009.

<b>Erythrogram</b>	<b>Er (<math>10^6 \mu\text{L}</math>)</b>	<b>Lc (<math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>Tb (<math>\mu\text{L}</math>)</b>
<b>Hb (g/dL)</b>	0.08	0.04	0.12
<b>MCV (fl)</b>	0.53**	0.32	0.41
<b>MCH (pg)</b>	0.95**	0.72*	0.42
<b>MCHC (%)</b>	0.12	0.03	0.21

Er = Erythrocyte; Lk = Leukocyte; Tb = thrombocytes; Hb = hemoglobin, MCV = Mean Corpuscular Volume, MCH = Mean Corpuscular Hemoglobin, MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration.

( ) No correlation; (\*) positive correlation ( $p < 0.0001$ ), (\*\*) negative correlation  $p < 0.0001$ .

# **Estudo dos Metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces: Erythrinidae) e avaliação destes como potenciais indicadores ambientais<sup>3</sup>**

Lincoln Lima Corrêa<sup>1</sup>, Rubens Riscala Madi<sup>4</sup>, Paulo Sérgio Ceccarelli<sup>5</sup> & Marlene Tiduko Ueta<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Parasitologia, IB, Unicamp. Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, s/n, CP:6109, CEP:13083-970, Campinas-SP. Tel: (19) 8202-0386. E-mail: lincorre@gmail.com e lincorre@hotmail.com

## **RESUMO**

O objetivo desse estudo foi realizar levantamento das espécies de metazoários de *Hoplias malabaricus* (traíras) oriundos de lagoas, bem como investigar a interação destes com os fatores ambientais. O estudo foi realizado com 187 traíras oriundas de duas lagoas do CEPTA/ICMBio, localizado no município de Pirassununga, SP (21°55'55"S e 47°22'37"W), no período de fevereiro de 2008 a março de 2009. Pelo teste de Duncan não foi observado diferença significativa em relação ao sexo dos peixes e intensidade de infecção de parasitos entre as lagoas. Porém, verificou-se uma diferença significativa em relação ao estágio de maturação sexual dos peixes e intensidade de infecção na Lagoa I ( $p=0,002$ ), mas não na

---

<sup>3</sup> O trabalho está redigido nos moldes da Revista *Fish and Fisheries*.

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Animal, IB, Unicamp. Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, s/n, CP:6109, CEP:13083-970, Campinas-SP.

<sup>5</sup> Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais (CEPTA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Rod. SP 201, Km 6.5, Caixa Postal 64, CEP 13630-970, Pirassununga, SP, Brasil.

Lagoa II. Houve também na Lagoa I correlação significativa do peso e comprimento dos peixes em relação à intensidade de infecção ( $r=0,50$ ;  $p<0,0001$  e  $r=0,42$ ;  $p<0,0001$  respectivamente). Na Lagoa II a correlação também foi significativa para os mesmos parâmetros respectivamente ( $r=0,405$ ;  $p<0,001$ ) e ( $r=0,385$ ;  $p<0,001$ ). Contudo, a intensidade média de parasita diferiu significativamente entre as lagoas estudadas. Porém não houve confirmação de que as comunidades de metazoários parasitos possam ser utilizadas como indicadores ambientais, provavelmente pelo curto período de observação.

**Palavras-chave:** ictioparasitos, metazoários, bioindicador ambiental, Monogenea, Brasil.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to survey the species of metazoan of *Hoplias malabaricus* (traíras) come from lakes, and to investigate the interaction of these with environmental factors. The study was conducted with 187 traíras collected in two ponds CEPTA / ICMBio, located in the city of Pirassununga, SP ( $21^{\circ} 55'55''$  S and  $47^{\circ} 22'37''$  W), from February 2008 to March 2009. Duncan's test was no significant difference in relation to sex of fish and intensity of infection of parasites among ponds. However, there was a significant difference in the stage of sexual maturation of fish and intensity of infection in the Lake I ( $p = 0.002$ ), but not in the Lake II. There was also Lagoon I significant correlation between weight and length

of fish in the intensity of infection ( $r = 0.50$ ,  $p < 0.0001$  and  $r = 0.42$ ,  $p < 0.0001$  respectively). In Pond II the correlation was also significant for the same parameters, respectively ( $r = 0.405$ ,  $p < 0.001$ ) and ( $r = 0.385$ ,  $p < 0.001$ ). However, the mean intensity of parasites differed significantly between the lakes studied. But there was no confirmation that the communities of metazoan parasites can be used as environmental indicators, probably for a short period of observation.

**Keywords:** fish parasites, metazoan, environmental bioindicator, Monogenea, Brazil.

## INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos têm fornecido evidências de que os parasitos de peixes são bons indicadores de alteração ambiental (MACKENZIE *et al.*, 1995; WILLIAMS & MACKENZIE, 2003; SURES, 2004; MARCOGLIESE, 2005), principalmente porque a transmissão de parasitos pode estar alterada em ambientes poluídos (MACKENZIE *et al.*, 1995, LAFFERTY, 1997, VALTONEN *et al.* 1997, WILLIAMS & MACKENZIE, 2003). Os ectoparasitos, pelo contato direto com o ambiente, podem sofrer efeito de poluentes, alterando a reprodução, e sobrevivência (KHAN & THULIN, 1991) afetando o tamanho das populações (MACKENZIE *et al.*, 1995; MACKENZIE, 1999; MOLES & WADE, 2001; KHAN, 2003).

Segundo Overstreet (1997) parasitos monoxênicos são ricos em abundância e prevalência, e quando as condições ambientais são alteradas

drasticamente, podem aumentar em número, em resposta a uma diminuição da resposta imune do hospedeiro.

Endoparasitos, por outro lado, são geralmente heteroxênicos e podem ser mais protegidos das alterações ambientais, mas proporcionam uma reação imediata a menor concentração de poluentes. Com isso, a poluição geralmente afeta endoparasitos pela eliminação ou redução dos potenciais hospedeiros intermediários. Neste contexto os trematódeos digenéticos são considerados parasitos indicadores, por requererem dois ou mais hospedeiros para completar o ciclo (POULIN, 1992; MARCOGLIESE & CONE, 1997; MACKENZIE, 1999; MARCOGLIESE, 2005).

Estudos mostraram que as prevalências de digenéticos declinam com a degradação do meio aquático (ROBSON & WILLIAMS 1970 POHLEY 1976). Cort *et al.* (1960) foram os primeiros a fazer tal comparação, afirmando que a diversidade de larvas de digenéticos e a riqueza de espécies declinaram em lagos de Michigan em um período de 20 anos. Eles também observaram um aumento considerável das áreas antropizadas e uma redução nas populações de aves, durante esse tempo de estudo.

No entanto, análises ao nível de comunidades de parasitos relacionadas aos impactos ambientais raramente tem sido realizadas nos ecossistemas de água doce (VALTONEN *et al.*, 1997; LANDSBERG *et al.*, 1998; HALMETOJA *et al.*, 2000; GALLI *et al.*, 2001; HERNANDEZ *et al.* 2007).

Este trabalho tem como objetivo, associar a análise de fatores ambientais e o parasitismo de *Hoplais malabaricus*, como possível bioindicador ambiental.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Cento e oitenta e sete exemplares de *H. malabaricus* (Bloch, 1794), foram capturados com rede de espera em duas lagoas do CEPTA/ICMBio, localizadas no município de Pirassununga, SP (21°55'55"S e 47°22'37"W). As lagoas foram denominadas Lagoa I e Lagoa II. A Lagoa II possui nascente localizada externamente à área de estudo, e a Lagoa I foi idealizada para alimentar os tanques de outra área, tem nascente própria e se comunica com a Lagoa II. Os peixes foram coletados, mensalmente de fevereiro de 2008 a março de 2009, alternadamente entre as duas lagoas.

Em todas as coletas foram analisados os fatores abióticos como o pH, temperatura, TDS (Total de Solutos Dissolvidos) e condutibilidade, medidos através de aparelho multisensor.

Após serem identificados e tomados os dados biométricos dos peixes, as brânquias foram retiradas e colocadas em frasco com formalina 1:4000 para posterior coleta dos ectoparasitos. Os helmintos de narinas foram coletados com a lavagem destas com formalina 1:4000. Para a coleta dos endoparasitos, os peixes foram eviscerados, através de uma incisão longitudinal sobre a linha mediano-ventral das nadadeiras peitorais até o ânus, examinando a cavidade abdominal, sistema digestório e órgãos anexos, bexiga natatória, sistema excretor, gônadas, coração, musculatura e também os globos oculares. Os parasitos encontrados foram coletados, separados e tratados conforme procedimentos de fixação e conservação apropriados para cada Filo/Classe.

Os helmintos foram preparados conforme AMATO *et al.* (1991). A identificação dos parasitos foi feita seguindo: YAMAGUTI (1958, 1959, 1961); TRAVASSOS *et al.*(1969); WOODLAND (1933 a,b,c, 1934 a,b,c, 1935 a); FREZE (1965) e REGO & PAVANELLI (1992).

As Monogenea foram preparadas com meios de montagem Grey & Wess ou Hoyer, para evidenciar os tecidos moles e destacar as estruturas esclerotizadas respectivamente. Os Digenea e Cestoda foram corados pelo carmim clorídrico de Langeron ou hematoxilina de Delafield, clarificados e montados em lâminas permanentes com Bálsamo do Canadá.

Os valores de prevalência, intensidade, intensidade média, abundância parasitária média e dominância média relativa foram calculados de acordo com BUSH *et al.*, (1997).

Foram calculadas as relações entre a intensidade média de infecção, sexo e estágio de maturidade sexual dos peixes, os dados foram logaritizados quando necessário, feitas análises de variância e aplicado o teste de comparações múltiplas de médias de Duncan e o teste de correlação linear de Pearson relacionando a prevalência, a intensidade média de infecção, os parâmetros biológicos do hospedeiro (peso, comprimento e estágio de maturação) e os parâmetros ambientais calculados conforme MARGOLIS *et al.* (1982).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (SAS Inc.,1996). Os testes não paramétricos foram realizados com auxílio do programa BioStat 4.0 (AYRES *et al.*,2006).

## RESULTADOS

Dos 187 peixes analisados, 90 foram da Lagoa I sendo 40 fêmeas e 50 machos, e 97 da Lagoa II, com 49 fêmeas e 48 machos. Em relação às traíras coletadas na Lagoa I a média do peso foi de  $204 \pm 135$ g e o comprimento  $24 \pm 5,4$ cm. Enquanto que na Lagoa II a média do peso dos peixes foi de  $250,1 \pm 129,8$ g e o comprimento  $27 \pm 4,7$ cm.

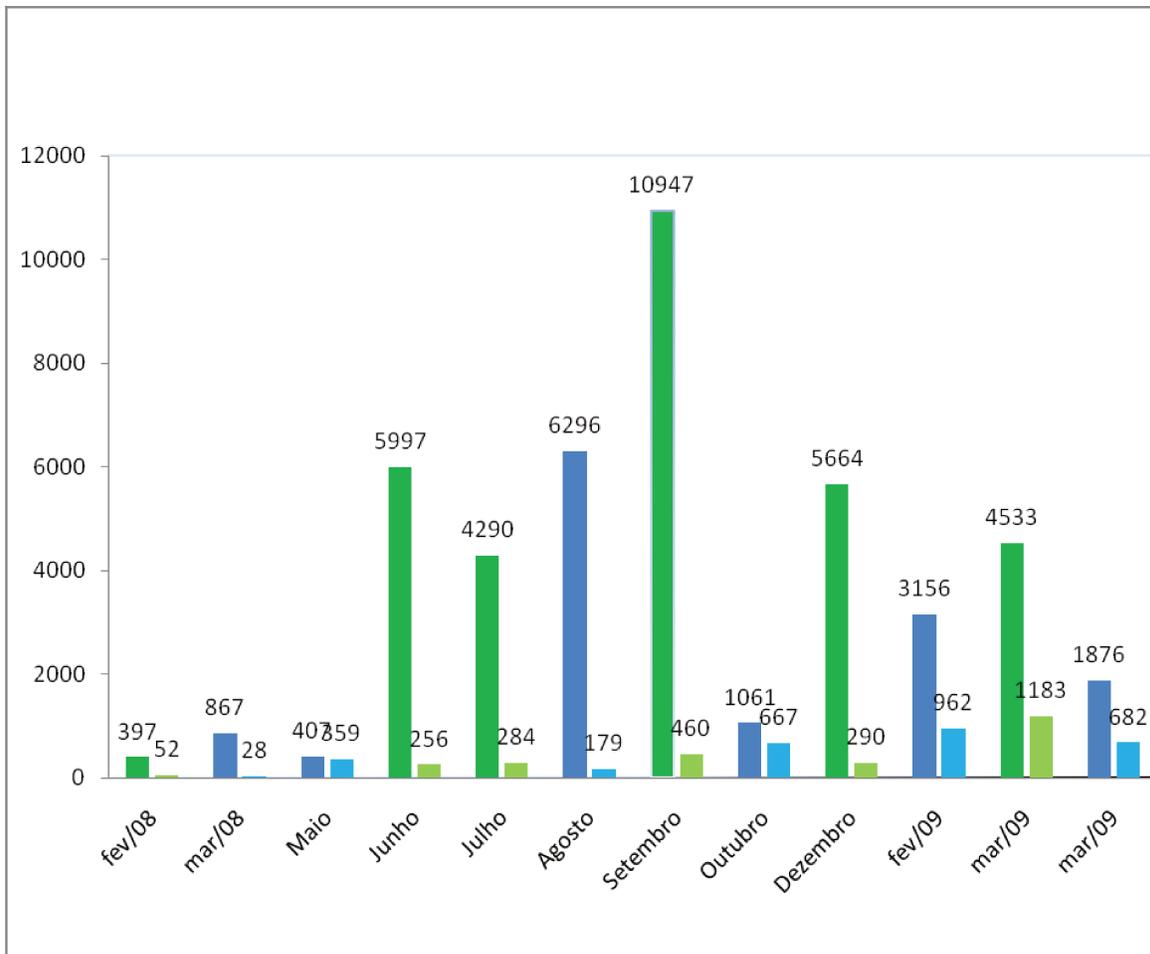
Todos os peixes analisados estavam parasitados com pelo menos duas espécies diferentes de metazoários. A Tabela 1, expressa a intensidade média de infecção nas duas lagoas.

**Tabela 1:** Intensidade média dos metazoários de *Hoplias malabaricus* das Lagoas I e II durante o período de coleta de Fevereiro de 2008 a Março de 2009.

Metazoários	Lagoa I	Lagoa II
<i>Contracaecum</i> sp. †	31828	13663
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> †	18	8
Monogenea*** Θ	2525	2977
<i>Eustrongylides</i> sp. †	82	5
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Θ	4	5
<i>Goezia</i> sp.	8	0
Digenea (metacercária) † <sup>1</sup>	3	0

† larvas, †<sup>1</sup> metacercária na superfície do corpo não identificada, Θ adultos e \*\*\* Classe Monogenea (espécies não identificadas).

A prevalência e a intensidade de infecção variaram ao longo do período de coleta, sendo que, as monogeneas e os *Contracaecum* sp. foram os mais prevalentes e com maior número de espécimes (Figura 1).



**Figura 1** : Intensidade média de infecção de *Contracaecum* sp. e Monogenea durante os meses de Coleta

Em relação ao *Contracaecum* sp., espécie mais frequente, a prevalência, intensidade média, abundância média e dominância média relativa, na Lagoa I, foram respectivamente  $p=100\%$ ;  $i=497,5$  larvas/peixe e  $dr=0,95$  em Setembro e Dezembro de 2008  $p=100\%$ ;  $i=404,5$  larvas/peixe e  $dr=0,87$ . Em Março de 2009 os valores foram  $p=100\%$ ;  $i=391,5$  larvas/peixe e  $dr=0,82$ .

Na Lagoa II em Agosto de 2008 os valores foram  $p=100\%$ ;  $i=647,8$  larvas/peixe e  $dr=0,97$ , em Fevereiro 2009  $p=100\%$ ;  $i=100,8$  larvas/peixe e  $dr=0,77$  e em Março de 2009  $p=100\%$ ;  $i=207,5$  larvas/peixe e  $dr=0,73$ .

Os valores dos parâmetros ambientais descrevem uma diferença discreta entre as lagoas, sendo que na Lagoa I, a média do pH foi  $8,8 \pm 0,7$ , da temperatura  $24,9 \pm 2,7^{\circ} \text{C}$ , TDS  $8,2 \pm 2,7 \text{ mg/l}$  e condutibilidade  $21,1 \pm 11,2$ . Na Lagoa II a média do pH foi  $8,5 \pm 1,3$ , da temperatura  $26,2 \pm 2,6^{\circ} \text{C}$ , TDS  $9,6 \pm 6,3 \text{ mg/l}$  e condutibilidade  $21,7 \pm 18,9$ .

A correlação entre os valores ambientais encontrados na Lagoa I apresentaram uma relação positiva entre a TDS/condutibilidade ( $r=0,79$ ;  $p<0,0001$ ) e entre a temperatura/pH ( $r=0,59$ ;  $p<0,001$ ). Enquanto que ficou evidenciada uma relação negativa entre pH/condutibilidade ( $r=-0,68$ ;  $p<0,0001$ ), temperatura/condutibilidade ( $r=-0,86$ ;  $p<0,0001$ ), pH/TDS ( $r=-0,44$ ;  $p<0,0001$ ), temperatura/TDS ( $r=-0,44$ ;  $p<0,0001$ ).

Na Lagoa II a relação positiva ocorreu com pH/condutibilidade ( $r=0,51$ ;  $p<0,0001$ ) e TDS/condutibilidade ( $r=0,88$ ;  $p<0,0001$ ). E uma relação negativa temperatura/pH ( $r=-0,40$ ;  $p<0,0001$ ), temperatura/TDS ( $r=-0,38$ ;  $p<0,0001$ ) e temperatura/condutibilidade ( $r=-0,69$ ;  $p<0,0001$ ).

Os parâmetros ambientais foram medidos e correlacionados com a intensidade média dos parasitos encontrados e com peso/comprimento dos peixes coletados em cada lagoa, sendo que essas variáveis estão apresentadas na (Tabela 2). Na Tabela 2, está descrito também, as relações entre a biometria dos peixes coletados com a intensidade de infecção dos metazoários de *H. malabaricus*.

**Tabela 2-** Dados referentes à correlação valor de (r) dos parâmetros abióticos, dos metazoários, da biometria de *Hoplias malabaricus* das lagoas durante o período de fevereiro de 2008 a março de 2009.

Metazoários	Parâmetros Ambientais				Biometria dos peixes	
	pH	Temperatura ° C	TDS mg/l	Condutibilidade µS	Peso (g)	Comp (cm)
<b>LI</b>						
<i>Contraecum</i> sp. †	0,43*	-0,56**	0,66*	0,56*	0,46*	0,36
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> †	-0,04	0,04	0,20	0,06	0,14	0,16
Monogenea*** Θ	0,00	-0,23	0,00	0,10	0,32	0,31
<i>Eustrongylides</i> sp. †	-0,11	-0,14	0,17	0,15	0,01	0,01
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Θ	0,11	0,01	0,11	0,00	-0,02	-0,02
<i>Goezia</i> sp.	0,08	0,01	0,08	0,00	0,06	0,08
Digenea (metacercária) † <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-
<b>LII</b>						
<i>Contraecum</i> sp. †	0,39*	-0,46**	-0,03	0,28	0,37	0,33
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> †	0,12	0,07	-0,13	-0,13	0,02	0,08
Monogenea*** Θ	0,23	0,14	-0,22	-0,24	0,36	0,44*
<i>Eustrongylides</i> sp. †	-0,04	-0,35**	0,01	0,21	0,18	0,14
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Θ	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	0,16	0,12
<i>Goezia</i> sp.	-	-	-	-	-	-
Digenea (metacercária) † <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-

LI= Lagoa I, LII= Lagoa II, † larvas, †<sup>1</sup> metacercária na superfície do corpo não identificada, Θ adultos, ( ) valores que não ocorreram correlação, \* correlação positiva ( $p < 0,0001$ ), \*\* correlação negativa ( $p < 0,0001$ ) e \*\*\* Classe Monogenea (espécies não identificadas).

Não houve relação entre intensidade parasitária média e o sexo dos peixes em nenhuma das lagoas, entretanto houve uma relação entre a intensidade parasitária média e o estágio c de maturação na Lagoa I ( $p=0,002$ ).

As sete espécies de metazoários encontrados em traíras nas duas lagoas estão descritas na Tabela 3, discriminando estágio evolutivo, intensidade de infecção (médias e desvio padrão), prevalência e abundância de cada espécie.

**Tabela 3.** Metazoários parasitos de *Hoplias malabaricus*, prevalência, intensidade de infecção e abundância média das duas lagoas estudadas no período de fevereiro de 2008 a março de 2009.

Parasitos	LII			LI		
	P (%)	I	A	P (%)	I	A
<i>Contracaecum</i> sp. †	95,8	146,9±201,9	140,8	100	357,2±382,1	353,6
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> †	3	1,3±0,7	0,08	9,4	1,3±0,7	0,2
<i>Monogenea</i> *** ⊖	89,6	32,2±32,5	31,6	84,4	33,2±35,1	31,5
<i>Eustrongylides</i> sp. †	3	2±0,8	0,08	15,5	3,2±3,4	0,9
<i>Procamallanus</i> ( <i>Spirocamallanus</i> ) <i>hilarii</i> ⊖	2	2±1,4	0,04	3,3	1,3±0,5	0,04
<i>Goezia</i> sp.	-	-	-	1,1	8	0,08
<i>Digenea</i> (metacercária) † <sup>1</sup>	-	-	-	1,1	0,01±0,10	0,03

P-prevalência, I- intensidade e A- abundância média, † larvas, †<sup>1</sup> Digenea metacercária de superfície, ⊖ adulto e (±) desvio padrão. LII- Lagoa II; LI- Lagoa I e e \*\*\* Monogeneas não identificadas

## DISCUSSÃO

*H. malabaricus* foi escolhida para este trabalho devido ser esta uma espécie adaptada a viver em ambientes diversos, ou seja, tem grande plasticidade ecológica sendo apta a sobreviver em ambientes pouco oxigenados (FERNANDES *et al.*, 1993; SUNDIN *et al.*, 1999), além de apresentar grande resistência aos períodos de privação de alimento (RIOS, 2001; RIOS *et al.*, 2002).

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que, dentre os metozoários, os endoparasitos são os principais componentes da comunidade parasitária, com maior número de nematodeos. Em *H. malabaricus* os estágios larvais de digenéticos e a presença de larvas de nematódeos têm sido registrados com maior freqüência (MACHADO *et al.*, 1996; GUIDELLI *et al.*, 2003). Em relação aos nematódeos, observa-se que a maioria dos registros ocorreu por larvas de *Contracaecum* sp. (Anisakidae) (MACHADO *et al.*, 1996; GUIDELLI *et al.*, 2003; MARTINS *et al.*, 2003; MADI & SILVA, 2005). Este parasito na fase adulta é encontrado, preferencialmente, em aves piscívoras (VICENTE *et al.*, 1995). A alta prevalência de *Contracaecum* sp. observada neste trabalho pode ser devido a presença de aves, pois foram vistas diversas espécies freqüentando as lagoas como Garça branca (*Casmerodius alba*), Amazoneta (*Amazonetta brasiliensis*), Socó grande (*Ardea cocoi*), Martins pescador pequeno (*Choroceryle americana*), Martins pescador grande (*Ceryle torquatus*), Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), Biguatinga (*Anhinga anhinga*) e Garça branca pequena (*Egretta thula*).

Diferentes espécies de peixes podem atuar como hospedeiros intermediários, paratênicos ou como definitivo. Quando atuam como hospedeiro

paratênico, os peixes adquirem o parasito pela predação de outros peixes menores, que por sua vez se infectam ingerindo copépodes, moluscos gastrópodos ou diretamente os invertebrados e ainda a própria larva de *Contracaecum* no seu estágio de vida livre (MADI & SILVA, 2005). Madi e Silva (2005) registraram larvas de *Contracaecum* sp. (L3) em *Geophagus brasiliensis* e ressaltaram que este peixe faz parte da dieta alimentar de *H. malabaricus* no reservatório de Jaguari, assim como observado por Santos *et al.* (2003) no Reservatório de Lajes. Estes relatos corroboram os resultados de Paraguassu *et al.* (2005) e os deste estudo, onde se observa intensidade de infecção alta por larvas de *Contracaecum* sp. em *H. malabaricus*, devido provavelmente à predação de peixes menores, caracterizando infecção cumulativa. (Tabela 2). No entanto, os dados de Paraguassu *et al.*, (2005), relatando prevalência de 14% de *Contracaecum* sp., diferem deste trabalho, onde *H. malabaricus* da Lagoa II apresentou valores de prevalência de 95,8% e na Lagoa I, a prevalência de 100%.

A intensidade parasitária de larvas de *Contracaecum* sp. em traíras foi alta, semelhante ao observado no trabalho de Weiblem & Brandão, (1992) que registraram larvas de *Contracaecum* sp como a espécie mais freqüente em águas da Região de Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul.

A intensidade alta de larvas de *Contracaecum* sp./peixe nas coletas realizadas em setembro e outubro, meses onde predominaram peixes em estágio C de desenvolvimento sexual, pode ser devida a maior frequência de alimentação, motivada pelas necessidades reprodutivas. Este período reprodutivo coincide com

o relatado por Araujo-Lima & Bittencurt (2001) para *H. malabaricus* da Amazônia Central.

A correlação dos parâmetros ambientais em relação aos monogeneas não foi significativa, mesmo com uma prevalência alta de 89,6% na Lagoa II e 84,4% na Lagoa I. Isso provavelmente se deve a um equilíbrio entre a presença de monogeneas, os peixes e o meio ambiente, o qual pode ser modificado por alterações na qualidade da água e/ou por mudanças bruscas de temperatura (RANZANI-PAIVA *et al.*, 1997).

A presença de determinados parasitos, como alguns nematódeos, parece estar relacionada mais à teia alimentar do que propriamente à especificidade dos parasitos (MADI & SILVA, 2005). O hábito alimentar da traíra varia paralelamente às alterações ontogenéticas, sendo que nas primeiras fases de vida, a alimentação consiste de plâncton, posteriormente de insetos e mais tarde, na fase adulta, predominantemente ictiófaga (MADI & SILVA, 2005).

A influência da poluição sobre os endoparasitos acompanha os níveis tróficos, sendo que a dinâmica de um menor nível trófico afeta a dos níveis subsequentes. Assim, a alta prevalência e abundância de espécies de parasitos pode indicar, presumivelmente, um ambiente saudável, sugerindo que os hospedeiros intermediários e definitivos estão presentes (OVERSTREET, 1997).

Neste estudo, os resultados divergiram dos realizados por Machado *et al.* (1996) e Guidelli *et al.* (2003) com peixes provenientes do rio Paraná, e pode ser considerado como reflexo das características e/ou das condições ambientais. Porém, corrobora com o estudo realizado por Carney & Dick (2000), onde se observou baixa diversidade parasitária em lagos. Assim, pode-se concluir que,

embora com baixa diversidade parasitária, os resultados aqui encontrados refletem o tipo de ambiente (lagoas), e não alterações resultantes de influência antrópica, e ainda, sugerindo um equilíbrio na interação parasito-hospedeiro.

Todavia, estudos de maior duração serão necessários para compreensão das associações entre as comunidades de parasitos e os aspectos bióticos e abióticos do ambiente, para que se possa confirmar ou não, a possibilidade de utilização de metazoários de *H. malabaricus* como indicadores ambientais.

## **CONCLUSÃO**

No presente estudo, *Monogenea* e as diferentes espécies de endoparasitos, não atuaram como indicadores ambientais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a dedicação dos funcionários do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais – CEPTA/ICMBio.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMATO, J. F. R.; BOEGER, W. A.; AMATO, S. B. (1991). *Protocolos para laboratório - coleta e processamento de parasitos do pescado*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Imprensa Universitária, 81 p.

ARAUJO-LIMA, C.A.R.M; BITTENCURT, M.M. (2001). A reprodução e o início de vida de *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae; Characiformes) na Amazônia Central. *ACTA Amazônica.*, v **31**, n.4: 693-697p.

AYRES, M.; AYRES Jr.,M.; AYRES, D.L & SANTOS, A.S. (2006). *BioEstat 4.0. Aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq, Belém, Xii+272 p.

BUSH, A.O., LAFFERTY, K.D., LOTZ, J.M. and SHOSTAK, A.W. (1997). *Parasitology meet ecology on its own terms: Margolis et al. revisited*. *Journal of Parasitology.*, v **83**: 575-583 p.

CARNEY, J.P.; DICK, T.A. (2000). Helminth communities of yellow perch (*Perca flavescens* (Mitchill)): determinants of pattern. *Canadian Journal of Zoology*, v. **78**: 538-555 p.

CORT, W. W., K. L. HUSSEY, AND D. J. AMEEL. (1960). Seasonal fluctuations in larval trematode infections in *Stagnicola emarginata angulata* from Phragmites flats on Douglas Lake. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington.*, v **27**:11–12p.

FREZE, V. I., SKRJABIN, K. I.(1965). Principles of cestodology: *Proteocephalata cestodes of fishes, amphibians and reptiles*. Translate from russian Israel Program of Scientific Translations, Moscow: [S.n.], v. **5**: 538 p.

GALLI P, CROSA G, MARINIELLO L, ORTIS M, D'AMELIO S.(2001). Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*. **v 452**:173–179 p.

GUIDELLI, G.M., ISAAC, A., TAKEMOTO, R.M.;PAVANELLI, G.C.(2003). Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the Baía River, upper Paraná river floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*., **v. 63**, n. 2: 261-268 p.

HALMETOJA, A., VALTONEN, E. T. & KOSKENNIEMI, E.(2000). Perch (*Perca fluviatilis* L.) parasites reflect ecosystem conditions: a comparison of a natural lake and two artificial reservoirs in Finland. *International Journal for Parasitology*. **v 30**: 1437–1444 p.

HERNANDEZ, A.D., BUNNELL, J.F., SUKHDEO, M.V.K.,(2007). Composition and diversity patterns in metazoan parasite communities and anthropogenic disturbance in stream ecosystems. *Parasitology*. **v 134**: 91–102 p.

KENNEDY, C.R. (1993). The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in a small stream: long-term changes in richness and structure. *Parasitology*, **v. 107**, n. 1:71-78 p.

KHAN, R.A.;THULIN, J.(1991). Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology*. **v 30**: 201–238 p.

KHAN,R.A.(2003). Health of flatfish from localities in Placentia Bay, Newfoundland, contaminated with petroleum and PCBs. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. **v 44**: 485–492 p

LAFFERTY, K. D. (1997). Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impact on the environment? *Parasitology Today*. **v 13**: 251–255 p.

LANDSBERG, J. H., BLAKESLEY, B. A., REESE, R. O., MCRAE, G. & FORSTCHEN, P. R. (1998). Parasites of fish as indicators of environmental stress. *Environmental Monitoring and Assessment* . **v 51**: 211–232 p.

MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M.(1996) Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná river.*Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.*, **v. 91**, n. 4: 441- 448 p.

MACKENZIE, K., WILLIAMS, H. H., WILLIAMS, B., MCVICAR, A. H. & SIDDALL, R. (1995). Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in Parasitology*. **v 35**: 85–144 p.

MACKENZIE, K. (1999). Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Marine Pollution Bulletin*. **v 38**: 955–959 p.

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

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

MARCOGLIESE, D.J. (2005). Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International Journal of Parasitology*. **v 35**: 705–716 p.

MARGOLIS, L.; ESCH, G. W.; HOLMES, J. C.; KURIS, A. M.; SCHAD, G. A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*. **v 68**: 131-133 p.

MARTINS, M.L.; SANTOS, R.S.; KAZUYUKI, T.; MARENGONI, N.G.; FUJIMOTO, R.Y. (2003). Infection and susceptibility of three fish species from the Paraná River, Presidente Epitácio, State of São Paulo, Brazil, to *Contracaecum* sp. Larvae (Nematoda: Anisakidae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences.*, **v. 25**, n. 1: 73-78 p.

MOLES, A., WADE, T.L. (2001). Parasitism and phagocytic function among sand lance *Ammodytes hexapterus* Pallas exposed to crude oil-laden sediments. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. v **66**: 528–535 p

OVERSTREET, R. M. (1997). Parasitological data as monitors of environmental health. *Parassitologia*., v **39**: 169–175.

PARAGUASSÚ, A.R.; LUQUE, J.L.; ALVES, D.R. (2005). Metazoários parasitos do acará, *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824), (Osteichthyes: Cichlidae) do Reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. **14**, n. 1: 35-39 p.

POHLEY, W. J. (1976). Relationships among three species of *Littorina* and their larval Digenea. *Marine Biology*., v **37**:179–186 p.

POULIN, R. (1992). Toxic pollution and parasitism in freshwater fish. *Parasitology Today*. v **8**: 58–61 p.

POULIN, R. & VALTONEN, E.T. (2001). Interspecific association among larval helminthes in fish. *International Journal for Parasitology*., v **31**: 1589-1596 p.

RANZANI-PAIVA, M.J.; ISHIKAWA, C.M.; CAMPOS, B.E.S. (1997). Haematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil*

*platanus* Günther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia.*, v.14: 329-339 p

REGO, A. A.; PAVANELLI, G. C. (1992). Checklist of the cestode order Proteocephalidea parasites from South America freshwater fishes. *Revista UNIMAR*, Maringá, supl., v. 14: 109-137 p.

ROBSON, E. M., AND I. C. WILLIAMS. (1970). Relationships of some species of Digenea with the marine prosobranch *Littorina littorea* (L.): the occurrence of larval Digenea in *L. littorea* on the North Yorkshire Coast. *Journal of Helminthology.*, v 44:153–168 p.

SAS Institute Incorporation. (1996). *SAS User's Guide: Statistics*. Release 6.12. North Caroline, Cary, 1098 p.

SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; RÊGO, R.F. (2003). Helmitos em peixes do Pantanal sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, v.16:15-26 p.

SURES, B. (2004). Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology.*, v 20: 170–177 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. (2009). Diversity of parasites of fish from upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology.* v.69, n.2 supl :691-705 p.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. (1969). Trematódeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, fasc. Único., **v. 67**: 886 p.

VALTONEN, E. T., HOLMES, J. C. & KOSKIVAARA, M. (1997). Eutrophication, pollution, and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in central Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **v 54**: 572–585 p.

VICENTE, J.J.; PINTO, R.M.; NORONHA, D.; GONÇALVES, L (1995). Nematode parasites of Brazilian Ciconiiformes birds: a general survey with new records for species. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **v. 90**, n. 3:389-393 p.

WEIBLEM, A.M; BRANDÃO, P.A (1992). Levantamento parasitológico em *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) de águas da Região de Santa Maria-RS. *Ciência Rural*, **v. 22**, n.2: 203-208 p.

WILLIAMS, H.H., MACKENZIE, K. (2003). Marine parasites as pollution indicators: an update. *Parasitology*. **v 126**: S27–S41 p.

WOODLAND, W. N. F. (1933 a). On a new subfamily of Proteocephalid Cestodes the Othinoscolecinae – from the Amazon Siluroid fish *Platystomatichthys sturio*(Kner). *Journal of Parasitology*. **v 25**: 491-500 p.

WOODLAND, W. N. F. (1933 b). On the new cestodes from the Amazon Siluroid fish *Brachyplatystoma vaillanti* Cuv. *Parasitology*, **v. 25**: 486-490 p.

WOODLAND, W. N. F. (1933 c). On the anatomy of some fish cestodes described by Diesing from the Amazon. *Quarterly Journal Microscopical Science*. **V 76**: 175-208 p.

WOODLAND, W. N. F. (1934 a). On six new cestodes from Amazon fishes. *Proceedings of Zoological Society of London.*, **v 34**: 33-44 p.

WOODLAND, W. N. F. (1934 b). On the Amphilaphorchidinae, a new subfamily of Proteocefalid cestodes and *Myzophorus admonticellia* gen. et sp. n., parasitic in *Pinirampus* spp from the Amazon. *Parasitology*. **v.26**: 141-149 p.

WOODLAND, W. N. F. (1934 c). On some remarkable new cestodes from the Amazon siluroid fish, *Brachyplatystoma filamentosum* (Lich.). *Parasitology*. **v 26**: 267-277 p.

WOODLAND, W. N. F. (1935 a). Some more remarkable cestodes from the Amazon Siluroid fish. *Parasitology.*, **v 27**: 207-225 p.

YAMAGUTI, S. (1958). *Systema Helminthum*. Digenetic and trematodes. New York: Interscience Publ., **v 1**, pt. 1-2: 1575 p.

YAMAGUTI, S. (1959). *Systema Helminthum*. Cestodes. New York: Interscience Publ., **v 2**: 860 p.

YAMAGUTI, S. (1961). *Systema Helminthum*. Nematodes. New York: Interscience Publ., **v 3**, pt. 1-2: 1261 p.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que, apesar da alta prevalência de monogeneas não houve alterações nos parâmetros hematológicos em *H. malabaricus*.. Foi possível verificar que os parâmetros hematológicos são ferramentas de grande sensibilidade em relação às alterações ambientais. No presente estudo verificou-se ainda que Monogeneas e as diferentes espécies de endoparasitos não atuaram como indicadores ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, N.; KRITSKY, D.C. 1998. Neotropical Monogenoidea. 33. Three new species of *Ancistrohaptor* n. g. (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae) on *Triportheus* spp. (Teleostei, Characidae) from Brazil, with checklists of Ancyrocephalines recorded from neotropical characiform fishes. *Systematic Parasitology*, v 39: 59–69 p.

ALVES, D.R.; LUQUE, J.L.; PARAGUASSÚ, A.R. Ectoparasitos da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) da estação de piscicultura da UFRRJ. *Revista da Universidade Rural: Ciências da Vida*, v. 22, n. 1, p. 81-85, 2000.

ALMEIDA, V.L.L. & HAHN, N.N.S. 1999. Atividade alimentar de cinco espécies de peixes picívoros, da planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *Anais do XIII Encontro Brasileiro de Ictiologia*. 63 p.

AMATO, J. F. R.; BOEGER, W. A.; AMATO, S. B. 1991. *Protocolos para laboratório - coleta e processamento de parasitos do pescado*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Imprensa Universitária, 81 p.

BARROS, L.A.; TORTELLY, R.; PINTO, R.M.,; GOMES, D.C. 2004. Effects of experimental infections with larvae of *Eustrongylides ignotus* Jäegerskiold, 1909 and *Contracaecum multipapillatum* (Drasche, 1882) Baylis, 1920 in rabbits. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v 56 (3): 325-332 p.

BERGEY, L.; WEIS, J. S.; WEIS, P. 2002. Mercury uptake by the estuarine species *Palaemonetes pugio* and *Fundulus heteroclitus* compared with their parasites, *Probopyrus pandalicola* and *Eustrongylides* sp. *Marine Pollution Bulletin*. v 44:1046–1050 p.

BUSH, A.O., LAFFERTY, K.D., LOTZ, J.M. and SHOSTAK, A.W. 1997. Parasitology meet ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*.v 83, 575-583 p.

CECCARELLI, P.S.; FIGUEIRA, L.B.; FERRAZ DE LIMA, C.L.B.; OLIVEIRA, C.A.1990. Observações sobre a ocorrência de parasitos em no CEPTA entre 1983 e 1990. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, v.3,.43-54p.

CHUBB, J. C. 1979. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part II. Trematoda. *Advances in Parasitology* v 17, 141–313.

CHUBB, J. C. 1980. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part III. Larval cestoda and nematoda. *Advances in Parasitology* v 18, 1–120.

EIRAS, J.C.1994. *Elementos de ictioparasitologia*. Porto, Portugal: Fundação Eng. Antônio de Almeida, 339 p.

EIRAS, J.C.; REGO, A.A.1989. Histopatologia em peixes resultante de infecções parasitárias. *Public. Inst. Zool. Dr. Augusto Nobre*, Porto, v.208.1-10 p.

EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.2000. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: EDUEM; 171 p.

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

FERNANDES, M.N.; RANTIN, F.T.; KALININ, A.L. & MORON, S.G. 1993. *Comparative study of gill dimensions of three Erythrinid species in relation to their respiratory function*. *Canadian Journal of Zoology*, v 71. 160-165 p.

FREZE, V. I., SKRJABIN, K. I. 1965. Principles of cestodology: *Proteocephalata cestodes of fishes, amphibians and reptiles*. Translate from russian Israel Program of Scientific Translations, Moscow: [S.n.], v. 5, 538 p.

GALLI P, CROSA G, MARINIELLO L, ORTIS M, D'AMELIO S. 2001. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*. v 452:173–179 p.

HAHN, N.S.; ADRIAN, I.F.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L. 1997a. Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A.E.M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.) *A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 209-228 p.

HAHN, N.S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L.; RUSSO, M.R.; LOUREIRO, V.E. 1997b. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório do segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. *Reservatório do segredo: bases ecológicas para manejo*. Maringá: EDUEM, 140-162 p.

HALMETOJA, A., VALTONEN, E. T. & KOSKENNIEMI, E. 2000. Perch (*Perca fluviatilis* L.) parasites reflect ecosystem conditions: a comparison of a natural lake and two artificial reservoirs in Finland. *International Journal for Parasitology*. v 30, 1437–1444.

HENSLEY, D.A. & MOODY, D.P. 1975. *Ocurrence and possible stablishment of Hoplias malabaricus (Characoidei, Erythrinidae) in Florida*. *Florida Scientist*. v 38. n 2:122-128 p.

HERNANDEZ, A.D., BUNNELL, J.F., SUKHDEO, M.V.K., 2007. Composition and diversity patterns in metazoan parasite communities and anthropogenic disturbance in stream ecosystems. *Parasitology*. v 134, 91–102 p.

JANSON, S. & VEGELIUS, J. 1981. *Measures of ecological association. Oecologia*. v.49, 371-376 p.

KENNEDY, C. R.1997. Freshwater fish parasites and environmental quality: an overview and caution. *Parassitologia*. v 39, 249–254 p.

KHAN, R.A.;THULIN, J.1991. Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology*. v 30, 201–238 p.

KHAN,R.A.2003. Health of flatfish from localities in Placentia Bay, Newfoundland, contaminated with petroleum and PCBs. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. v 44, 485–492 p.

KOHN, A.; FERNANDES, B.M.M.; MACEDO, B.; ABRAMSON, B.1985. Helminths parasites of freshwater fishes from Pirassununga, SP, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.80. 327-336 p.

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

KOHN, A.;FERNANDES, B.M.M.; COHEN, S.C. 2007. South American Trematodes Parasites of Fishes. *FIOCRUZ- Ministério da Saúde- CNPq*. Rio de Janeiro. 20<sup>a</sup> ed - 592 p.

LAFFERTY, K. D.1997. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impact on the environment? *Parasitology Today*. v 13, 251–255 p.

LANDSBERG, J. H., BLAKESLEY, B. A., REESE, R. O., MCRAE, G. & FORSTCHEN, P. R. 1998. Parasites of fish as indicators of environmental stress. *Environmental Monitoring and Assessment* . v 51, 211–232 p.

LEBEDEVA, N.E.; VOSYLIENE, V.Z.; GOLOVKINA, T.V.1998. Haematological-biochemical responses of fish to biogenous and anthropogenic chemical stimuli. *Ichthyohaematology. Proceedings of the 4th Ichthyohaematological conference, Hluboka/Vlt., Czech, 85-87 p*

LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons Inc. New York, 316+xvii p.

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

MACKENZIE, K., WILLIAMS, H. H., WILLIAMS, B., MCVICAR, A. H. & SIDDALL, R. 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in Parasitology*. v 35, 85–144 p.

MACKENZIE, K., 1999. Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Marine Pollution Bulletin*. v 38, 955–959 p.

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

MARCOGLIESE, D.J., 2005. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International Journal of Parasitology*. v 35, 705–716 p.

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

MADI, R.R; UETA, M.T. 2009. 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 p.

MARGOLIS, L.; ESCH, G. W.; HOLMES, J. C.; KURIS, A. M.; SCHAD, G. A.1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology.* v. 68, 131-133 p.

MARQUEZ, D.K.S.;GURGEL, H. de C. B; LUCENA, I.; 2001. Época de reprodução de *Hoplias malabaricus* (Bloch,1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da barragem do rio Gramane, Alhandra, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias.* Juiz de Fora. v 3. n 1 : 61-67 p.

MARTINS, M.L.1998. *Doenças infecciosas e parasitárias de peixes com chave de classificação de patógenos.*2ªed. Jaboticabal: FUNESP. v.65, 8-25 p.

MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; FENERICK, Jr. 2004. Larval *Contracaecum* sp. (Nematoda:Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, Brazil. *Veterinary Parasitology.* v 127: 51-59 p.

MEYBECK, M.; HELMER, R. 1992. *An introduction to water quality.* In CHAPMAN, D. (1991) *Water quality assessment.* Cambridge, University Press. 585 p.

MÖLLER, H. 1987a. Pollution and parasitism in the aquatic environment. *International Journal for Parasitology.* v.17, 353-361 p.

MOLES, A., WADE, T.L., 2001. Parasitism and phagocytic function among sand lance *Ammodytes hexapterus* Pallas exposed to crude oil-laden sediments. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* v 66, 528–535 p.

MORAVEC, F. 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region. Praga, Academia, 464 p.

MORLEY NJ, IRWIN SWB, LEWIS JW .2003. Pollution toxicity to the transmission of larval digeneans through their molluscan hosts. *Parasitology* 126:S5–S26.

MORLEY NJ, ADAM ME, LEWIS JW 2004. The role of *Bithynia tentaculata* in the transmission of larval digeneans from a gravel pit in the Lower Thames Valley. *Journal of Helminthology*. v78:129–135 p.

MORLEY NJ, LEWIS JW.2006. Anthropogenic pressure on a molluscan-trematode community over a long-term period in the Basingstoke canal, UK, and its implications for ecosystem health. *EcoHealth* v 3:269–280 p.

MORLEY NJ, LEWIS JW, HOOLE D. 2006. Pollutant-induced effects on immunological and physiological interactions in aquatic host-trematode systems: implications for parasite transmission. *Journal of Helminthology*. v 80:137–149 p.

MULLER, M.I.; MADI, R.R.; UETA, M.T. 2004. Fauna helmíntica de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) nos tanques da fazenda das pedras, Campinas, SP. In: *EMBRAPOA*, 8. *Anais*.Laguna, SC. 34 p.

ONAKA, E.M. 2009. Principais parasitoses em peixes de água doce no Brasil. In: TAVARES-DIAS.(2009). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Macapá: EMBRAPA-Amapá. 536-574 p.

OYAKAWA O.T. 2003. Family Erythrinidae. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR, C.J. (Ed.) *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 238-240 p.

PARAGUASSÚ, A.R; LUQUE, J.L 2007. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes do reservatório de Lajes, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. v 16 (3). 121-128 p.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.2002. *Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. Maringá, PR: EDUEM: NUPÉLIA, 2 ed. 305p.

PIETROCK M, MARCOGLIESE DJ.2003. Free living endohelminths: at the mercy of environmental conditions. *Trends in Parasitology*. v 19:293–299 p.

POULIN, R. 1992. Toxic pollution and parasitism in freshwater fish. *Parasitology Today*. v8, 58–61 p.

POULIN, R. & VALTONEN, E.T. 2001. Interespecific association among larval helminthes in fish. *International Journal for Parasitology*. v.31,1589-1596 p.

RAMALLO, G. 1997. *Spirocamallanus hilarii* (Nematoda, Camallanidae) parásitos de peces dulceacuícolas del embalse de Termas do Río Hondo, Santiago Del Estero, Argentina. *Boletín Chileno de Parasitología*, v 52: 67-70 p.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; ISHIKAWA, C.M.; EIRAS, A.A.; FELIZARDO, N.N. 2000. Haematological analysis of *Chara*, *Pseudoplatystoma fasciatum* in captivity. *Aqua* 2000. Responsible aquaculture in the new millennium. Nice, France. May 2-6 2000. *European Aquaculture Society, Special Publication*, v. 28: 590 p.

REGO, A. A.; PAVANELLI, G. C. 1992. Checklist of the cestode order Proteocephalidea parasites from South America freshwater fishes. *Revista UNIMAR*, Maringá, supl., v. 14, 109-137 p.

REGO, A.A.; EIRAS, J.C. 1998. Ecologia da Parasitose de Peixes e Aves do Rio Cuiabá (Mato Grosso, Brasil) por *Eustrongylides ignotus* (Nematoda,

Diotophimatidae). *Actas do Colegio Luso - Espanhol de Bacias Hidrograficas e Recursos Zoológicos.*: 335-341 p.

REGO, A.; CHUBB, J.C; PAVANELLI, G.C. 1999. Cestodes in South American freshwater teleost fishes: key to general and a brief description of the species. *Revista Brasileira de Zoologia.*, v 16, n 2. 299-367 p.

REHULKA, J. 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, v 190: 27-47 p.

REHULKA, J. 2002. *Aeromonas* causes severe skin lesions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Clinical pathology, haematology and biochemistry. *Acta Veterinaria Brno.*, v 71: 351-360 p.

RIOS, F.S. 2001. Metabolismo energético de *Hoplias malabaricus* (Boch, 1794) (Erythrinidae) submetida à privação de alimento e à realimentação. São Carlos-SP. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de São Carlos.

RIOS, F.S.; KALININ, A.L. & RANTIN, F.T. 2002. The effects of long-term food deprivation on respiration and hematology of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. *Journal of Fish Biology*, v 61:85-95 p.

ROSIM, D.F.; CECCARELLI, P.S.; SILVASOUZA, Â.T. 2005. Parasitismo de *Hoplias malabaricus* (Block, 1974) (Characiformes, Erythrinidae) por *Quadrigyrus machadoi* Fabio, 1983 (Eoacanthocephala, Quadrigyridae) de uma lagoa de Aguaí, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*.v 14(4): 147-153.

SANTOS, E.1981. *Peixes de água doce*, Belo Horizonte, Itatiaia Ltda.,.

SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; RÊGO, R.F.2003. Helmitos em peixes do Pantanal sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, v.16.15-26 p.

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

SHIBATTA, O.A.; ORSI, M.L.; BENNEMANN, S.T.; SILVASOUZA, A.T. 2002. Diversidade e distribuição de peixes na bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J.A. (Ed.) *A bacia do rio Tibagi*. Londrina: EDUEL,403-423 p.

SUNDIN, L.I.; REIS, S.G.; KALININ, A.L.; RANTIN, F.T. & MILSOM, W.K.1999. Cardiovascular and respiratory reflexes: The tropical fish, Traíra (*Hoplias malabaricus*) O<sub>2</sub> Chemosresponses. *Respiration Physiology*, v 116:181-199 p.

SURES, B., 2004. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology*. v20, 170–177p.

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

THATCHER, V.E.1991. Amazon Fish Parasites. *Amazoniana*, v.11, n.3-4,1-568 p.

THATCHER.V.E. 2006. Aquatic Biodiversity in Latin America. v.1. 2<sup>a</sup> ed. 507 p.

THATCHER, V.E.; NETO, J.B.1994. Diagnóstico, Prevenção e Tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v.16, n.3.111-128 p.

TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C.1928. Fauna Helminológica dos Peixes de Água Doce do Brasil. *Arquivo Instituto. Biológico*. São Paulo, 1: 5-68 + 14Plts.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. 1969. Trematódeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, fasc. Único. v. 67, 886 p.

TUNDISI, J.G.1999. Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios. *Conferência de Abertura do VII Congresso Brasileiro de Limnologia*. Instituto Internacional de Ecologia, 24 p.

VALTONEN, E. T., HOLMES, J. C. & KOSKIVAARA, M. 1997. Eutrophication, pollution, and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in central Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v 54, 572–585 p.

VAN VUREN, J.H.J. 1986. The effects of toxicants on the haematology of *Labeo umbratus* (Teleostei; cyprinidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 83C: 155-159 p.

VOSYLIENĖ, M.Z. 1999a. The effect of heavy metal mixture on haematological parameters of rainbow trout. Heavy metals in environment. An integrated approach. (ed. D.A. Lovejoy), 295-298 p.

VOSYLIENĖ, M.Z. 1999b. The effect of heavy metals on Haematological indices of fish. *Acta Zoologica Lituanica*. v 9 (2): 76-82 p.

WILLIAMS, H.H., MACKENZIE, K., 2003. Marine parasites as pollution indicators: an update. *Parasitology*. v 126, S27–S41.

WILSON, R.W.; TAYLOR, E.W. 1993. The physiological responses of freshwater rainbow trout, *Onchorynchus mykiss*, during acute exposure. *Journal of Comparative Physiology.*, 163b: 38-47 p.

WOODLAND, W. N. F.1933 a. On a new subfamily of Proteocephalid Cestodes the Othinoscolecinae – from the Amazon Siluroid fish *Platystomatichthys sturio*(Kner). *Journal of Parasitology.* v. 25, 491-500 p.

WOODLAND, W. N. F.1933 b. On the new cestodes from the Amazon Siluroid fish *Brachyplatystoma vaillanti* Cuv. *Parasitology*, v. 25, 486-490 p.

WOODLAND, W. N. F.1933 c. On the anatomy of some fish cestodes described by Diesing from the Amazon. *Quarterly Journal Microscopical Science.* v. 76, 175-208 p.

WOODLAND, W. N. F.1934 a. On six new cestodes from Amazon fishes. *Proceedings of Zoological Society of London.*33-44 p.

WOODLAND, W. N. F.1934 b. On the Amphilaphorchidinae, a new subfamily of Proteocephalid cestodes and *Myzophorus admonticellia* gen. et sp. n., parasitic in *Pinirampus* spp from the Amazon. *Parasitology.* v.26, 141-149 p.

WOODLAND, W. N. F. 1934 c. On some remarkable new cestodes from the Amazon siluroid fish, *Brachyplatystoma filamentosum*. *Parasitology.* v. 26, 267-277 p.

WOODLAND, W. N. F.1935 a. Some more remarkable cestodes from the Amazon Siluroid fish. *Parasitology.* v. 27, 207-225 p.

YAMAGUTI, S. 1958. *Systema Helminthum.* Digenetic and trematodes. New York: Interscience Publ., v. 1, pt. 1-2, 1575 p.

YAMAGUTI, S. 1959. *Systema Helminthum*. Cestodes. New York: Intercience Publ., v. 2, 860 p.

YAMAGUTI, S. 1961. *Systema Helminthum*. Nematodes. New York: Intercience Publ., v. 3, pt. 1-2, 1261 p.