



**Universidade Federal do Amapá  
Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical  
Mestrado e Doutorado  
UNIFAP / CI-BRASIL / EMBRAPA-AP / IEPA**



**CONDIÇÃO DE SAÚDE DE PIRARUCUS *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822)  
CULTIVADOS EM MACAPÁ, ESTADO DO AMAPÁ**

**RENATA DAS GRAÇAS BARBOSA MARINHO**

**Macapá - AP**

**2013**

RENATA DAS GRAÇAS BARBOSA MARINHO

**CONDIÇÃO DE SAÚDE DE PIRARUCUS *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822)  
CULTIVADOS EM MACAPÁ, ESTADO DO AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO) como requisito para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Orientadora: Dra. Eliane Tie Oba Yoshioka  
Co-Orientador: Dr. Marcos Tavares Dias

Macapá – AP  
2013

RENATA DAS GRAÇAS BARBOSA MARINHO

**CONDIÇÕES DE SAÚDE DE PIRARUCUS *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822)  
CULTIVADOS EM MACAPÁ, ESTADO DO AMAPÁ**

**ORIENTADORA**

---

Dra. Eliane Tie Oba Yoshioka – Embrapa Amapá

**CO - ORIENTADOR**

---

Dr. Marcos Tavares Dias – Embrapa Amapá

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Dr. Jô de Faria Lima – Embrapa Amapá

---

Dra. Márcia Mayumi Ishikawa – Embrapa Agropecuária Oeste

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

639.31  
M338c

Marinho, Renata das Graças Barbosa.

Condição de saúde de pirarucus *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) cultivados em Macapá, Estado do Amapá / Renata das Graças Barbosa Marinho -- Macapá, 2013.  
53 f.

Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

Orientadora: Dra.Eliane Tie Oba Yoshioka  
Co-orientador: Dr. Marcos Tavares Dias

1. Peixes – Parasitos – Amazônia. 2. Peixes – Parasitos. 3. Piscicultura. I. Yoshioka, Eliane Tie Oba, orient. II. Dias, Marcos Tavares, co-orient. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

Dedico este trabalho à minha família, ao meu marido e em especial ao meu filho Vítor por ter dado um novo sentido a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter me dado forças para superar os momentos difíceis dessa caminhada;

Ao SEBRAE, em nome do consultor Jacob Kehdi e Antônio Viana, por nos permitir acompanhar o projeto itinerante “Pirarucu da Amazônia” e pelo auxílio na obtenção do material para análises;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá, por ter me oferecido todo o suporte para o desenvolvimento dessa pesquisa;

À minha orientadora e amiga, Dra. Eliane Tie Oba Yoshioka, por seus ensinamentos, orientação e apoio nos momentos de fraqueza;

Ao meu co-orientador e amigo Dr. Marcos Tavares Dias pela dedicação, pela orientação e, acima de tudo, por sua paciência;

Ao CNPq pelo suporte financeiro ao projeto "Aspectos sanitários e parasitológicos de peixes cultivados em pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá: diagnósticos e intervenções";

À Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia (SETEC-AP) pelo apoio a esta dissertação pelo Edital Custeio Tese (processo no. 35.000.064/2012/SETEC);

Aos amigos do laboratório de sanidade animal da Embrapa Amapá: Douglas, Evandro, Márcia e Lígia, pela contribuição na coleta de material para análises parasitológicas;

Aos amigos do laboratório de nutrição animal da Embrapa Amapá: Lucas Tostes e Moacir Borges, pelo apoio nas análises hematológicas;

À equipe técnica do laboratório da Embrapa Amapá: Leandro Damasceno, Daniel Montagner e Raimundo Nonato, por gentilmente auxiliarem nas análises laboratoriais;

À minha amada mãe, Maria Aparecida, aos meus irmãos Sérgio, Maurício e Isabel pelo apoio, incentivo e carinho incondicional e por acreditarem sempre nas minhas escolhas;

Ao meu marido Jefferson, por seu carinho, por sua amizade e por estar ao meu lado entendendo muitas vezes minha ausência;

Ao meu filho Vítor que surgiu como um presente em meio a tanta correria e que mesmo sem entender me impulsionava a caminhar... Amo demais você!!

Aos amigos antigos, aos recentes e aos conquistados durante esta caminhada pelas palavras de conforto e por fazerem parte da minha vida;

Enfim a todos que ajudaram direta, ou indiretamente, na realização desse trabalho, meu muito obrigada!!

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a condição de saúde de pirarucus *Arapaima gigas* de três pisciculturas (denominadas como P1, P2 e P3) do Município de Macapá, Estado do Amapá, por meio do estudo da fauna parasitária e análises sanguíneas. A fauna de parasitos e os parâmetros sanguíneos foram analisados utilizando-se metodologias preconizadas na literatura. Dos peixes examinados (n= 100) nas três pisciculturas, 90% estavam parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis*, *Dawestrema cycloancistrioides*, *Dawestrema cycloancistrum* e *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*. Parasitismo por *I. multifiliis* ocorreu em peixes das pisciculturas avaliadas e com maior nível de infecção em peixes da piscicultura P3. Infecção por *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* foi encontrada em peixes das pisciculturas P1 e P2 em níveis distintos, mas *P. macrorhynchus* ocorreu somente em pirarucus da piscicultura P1. A intensidade média de *I. multifiliis* aumentou com o crescimento dos hospedeiros e os peixes menores tiveram maior intensidade de *D. cycloancistrioides* e *D. cycloancistrum*. O fator de condição relativo dos hospedeiros não foi afetado pelo parasitismo. Pirarucus parasitados por *D. cycloancistrioides*, *D. cycloancistrum* e *P. macrorhynchus* apresentaram maiores níveis de concentração de hemoglobina e glicose plasmática, além de aumento do número de eritrócitos totais, hemoglobina corpuscular média, concentração da hemoglobina corpuscular média, número de neutrófilos, monócitos e eosinófilos, mas menor valor de hematócrito quando comparados aos peixes parasitados somente por *I. multifiliis*. Porém, não houve diferenças no número de trombócitos, leucócitos e linfócitos totais em peixes infectados por diferentes espécies de parasitos. Os resultados obtidos viabilizam a comparação do nível de infecção em pirarucus presentes em diferentes ambientes, além de auxiliar na aplicação de estratégias para prevenção de doenças desse hospedeiro durante seu cultivo. Este foi o primeiro relato de *P. macrorhynchus* em *A. gigas* cultivados no Brasil.

**Palavras-chave:** Amazônia, hematologia, parasitos, piscicultura, peixe, sanidade.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the health status of pirarucus *Arapaima gigas* in three fish farms (named P1, P2 and P3) from the Macapa, Amapá State, using parasitic fauna and blood analyses. The parasitic fauna and blood parameters were analyzed by usual methods. Of fish examined (n = 100) in the three fish farms, 90% were parasitized by *Ichthyophthirius multifiliis*, *Dawestrema cycloancistrioides*, *Dawestrema cycloancistrum* and *Polyacanthorhynchus macrorhynchus*. Parasitism by *I. multifiliis* occurred in fish of all fish farms, but the highest infection level occurred in hosts from the fish farm P3. Infection by *D. cycloancistrum* and *D. cycloancistrioides* was found in pirarucus from the fish farms P1 and P2 and at different levels, but *P. macrorhynchus* occurred only in hosts from the fish farm P1. The mean intensity of *I. multifiliis* increased with the growth of hosts and the smaller fish had higher mean intensity of *D. cycloancistrioides* and *D. cycloancistrum*. The relative condition factor of hosts was not affected by parasitism. Pirarucus with *D. cycloancistrioides*, *D. cycloancistrum* and *P. macrorhynchus* had higher levels of hemoglobin and plasma glucose, total erythrocytes number, mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, neutrophils, monocytes and eosinophils number, but lower hematocrit values when compared to parasitized fish parasitized only by *I. multifiliis*. However, there was no difference in number of thrombocytes, leukocytes and lymphocytes in fish infected by different species of parasites. These results may be used to compare the infection level of pirarucus in different environments, besides to aid in use of prophylactic strategies for this fish in culture. This was the first report of *P. macrorhynchus* for *A. gigas* in Brazil.

**Keywords:** Amazonia, hematology, parasites, fish farm, fish, sanity



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Espécime de pirarucu com idade aproximada de 24 meses, cultivado em pisciculturas no Estado do Amapá. ....14
- Figura 2 - (A) Coleta de amostra de sangue de pirarucu em uma das pisciculturas avaliadas; (B) Seringa com amostra de sangue sendo retirada por punção do vaso caudal.....24
- Figura 3 - Valores médios dos parâmetros de pH, OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e T ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água dos viveiros de cultivo de *Arapaima gigas* em três pisciculturas P1, P2 e P3 do município de Macapá, Estado do Amapá. ....27
- Figura 4 - Correlação do fator de condição relativa (Kn) com intensidade de *Dawestrema* spp. nas brânquias de *Arapaima gigas* (n= 54) coletados em três pisciculturas avaliadas no município de Macapá, Estado do Amapá. ....32
- Figura 5 - Correlação da intensidade *Ichthyophthirius multifiliis* com comprimento e com o peso de *Arapaima gigas* (n= 54) coletados em pisciculturas avaliadas no município de Macapá, Estado do Amapá. ....33
- Figura 6 - Correlação da intensidade de monogenoídeas *Dawestrema* spp. com comprimento e com o peso de *Arapaima gigas* (n= 54) coletados em pisciculturas avaliadas no município de Macapá, Estado do Amapá.....34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das pisciculturas avaliadas, tamanho dos viveiros e idade dos peixes coletados. ....	23
Tabela 2 - Valores médios $\pm$ desvio padrão do peso corpóreo e comprimento total, Número de peixes examinados, Número de peixes parasitados, P: prevalência de <i>Arapaima gigas</i> coletados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) do município de Macapá, Estado do Amapá. ....	28
Tabela 3 - Índices de infecção por <i>I. multifiliis</i> em <i>A. gigas</i> capturados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no Município de Macapá, Estado do Amapá. ....	29
Tabela 4 - Índices de infecção por helmintos <i>D. cycloancistrum</i> e <i>D. cycloancistrioides</i> (Monogenoidea) e <i>P. macrorhynchus</i> (Acanthocephala) em <i>Arapaima gigas</i> capturados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no município de Macapá, Estado do Amapá. ....	30
Tabela 5 - Índices parasitológicos em <i>Arapaima gigas</i> coletados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no Município de Macapá, Estado do Amapá, onde P: Prevalência; IM: Intensidade média de infecção; DP: Desvio Padrão; NTP: Número total de parasitos; DR: Dominância relativa. ....	31
Tabela 6 - Valores médios $\pm$ desvio padrão de parâmetros hematológicos e bioquímicos de <i>Arapaima gigas</i> parasitados por protozoários e metazoários de duas pisciculturas P1 e P3 no município de Macapá, Estado do Amapá. U: teste de Mann-Whitney; p: probabilidade. ....	35
Tabela 7 - Valores médios $\pm$ desvio padrão das contagens de leucócitos e trombócitos de <i>Arapaima gigas</i> de duas pisciculturas no município de Macapá, Estado do Amapá, parasitados por protozoários e metazoários. U: Teste de Mann-Whitney; p: probabilidade. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1	O PIRARUCU <i>ARAPAIMA GIGAS</i>	14
2.2	PARASITOS DE PIRARUCU <i>ARAPAIMA GIGAS</i>	16
2.3	EFEITOS DO PARASITISMO EM PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS	17
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
4.1	OBJETIVO GERAL	21
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>22</b>
5.1	PEIXES E ÁREA DE ESTUDO	22
5.2	COLETA E ANÁLISE SANGUÍNEA	23
5.3	COLETA, FIXAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PARASITOS	24
5.4	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	26
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>27</b>
6.1	QUALIDADE DA ÁGUA DE CULTIVO	27
6.2	FAUNA PARASITÁRIA	28
6.3	PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE PIRARUCUS PARASITADOS	35
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
7.1	FAUNA PARASITÁRIA	37
7.2	PARÂMETROS SANGUÍNEOS	39
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a pesca de peixes e camarões destaca-se pela biodiversidade, riqueza e abundância de espécies capturadas. A atividade pesqueira é uma das atividades extrativistas mais importantes e tradicionais da região (ISAAC, BARTHEM, 1995). Porém, ao longo dos anos, a contínua captura e exploração indiscriminada dos estoques pesqueiros naturais, para fins comerciais ou de subsistência, tem causado redução desses estoques (CAMARGO; POUHEY, 2005; ISAAC, BARTHEM, 1995).

A crescente diferença entre a quantidade de pescado capturado e consumido, além da busca por uma alimentação mais saudável, vem também incentivando e aumentando o interesse pela criação de peixes (CAMARGO; POUHEY, 2005; SIDONIO *et al.*, 2012). Conseqüentemente, a aquicultura é uma atividade produtiva que vem crescendo consideravelmente em relação à pesca (CAMARGO; POUHEY, 2005; ISAAC, BARTHEM, 1995), pois gera e difunde tecnologias, disponibiliza insumos e estimula a comercialização. (KUBITZA, 2007a). A piscicultura tem sido uma importante alternativa para suprir a demanda por alimentos com alto teor protéico (CASTELLANI; BARRELLA, 2005), além de diminuir a pressão de captura sobre os estoques pesqueiros naturais (IMBIRIBA, 2001). Porém, alguns entraves ainda comprometem a rápida expansão da piscicultura, tais como: desconhecimento da biologia, ecologia e fisiologia de espécies de interesse zootécnico, problemas com doenças parasitárias, alto custo de insumos (ração e alevinos) e a falta de mão de obra qualificada (ARAUJO, 2009a; FARIA 2009; GAMA, 2008). Além disso, como em qualquer atividade humana, a piscicultura necessita de estratégia e planejamento básico para apresentar bons resultados (CASTELLANI; BARRELLA, 2005), em qualquer localidade do País.

Em 2010, a produção aquícola brasileira foi de 479.399 t, representando um crescimento de 15,3% em relação a 2009 (415.649,4 t) e, com relação a 2008 esse incremento foi 31,0% (365.366,4 t). A maior parte da produção (82,3%) foi oriunda da aquicultura continental (394.340,0 t), enquanto a aquicultura marinha contribuiu com 17,7% (85.058,6 t) do total de pescado produzido. A região Sul teve a maior produção aquícola do país, com 33,87% (133.425,1 t), seguida pela região Nordeste (78.578,5 t), Sudeste (70.915,2 t) e Centro-oeste (69.840,1 t); e a região Norte a menor produção do

país (41.418,1 t) (MPA, 2012), embora seja a região com maior consumo de pescado no país (SONODA *et al.*, 2012). Apesar da baixa produção, a região Norte apresenta potencialidade para expandir a criação de peixes, devido à grande disponibilidade de recursos hídricos, abundância e riqueza de espécies nativas e clima propício para cultivo o ano todo, sem períodos de entressafra (GAMA, 2008; TAVARES-DIAS, 2011).

No Estado do Amapá, a atividade de piscicultura foi iniciada na década de 70 com cultivo extensivo de *Tilapia rendalli*, para subsistência. Somente na década de 90 essa atividade passou a ter finalidade comercial, com o cultivo de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*, carpas *Cyprinus carpio* e pacu *Piaractus mesopotamicus*. A escolha dessas espécies estava atrelada a facilidade de aquisição de alevinos, mas a tentativa de criação não foi bem sucedida. Posteriormente, houve o interesse pela criação do tambaqui *Colossoma macropomum*, e seus híbridos, assim como também de pirarucu *Arapaima gigas* (TAVARES-DIAS, 2011).

Atualmente, os sistemas de criação empregados nas pisciculturas do Estado do Amapá são semi-intensivos e intensivos. Tais empreendimentos são caracterizados como de pequeno (0,5 - 1,0 hectare), médio (1,5 - 2,5 hectares) e grande porte (>3,0 hectares) e suas finalidades são atreladas ao interesse do produtor (subsistência ou comercial). A água de abastecimento é proveniente de bombeamento ou gravidade de poços artesianos, igarapés ou áreas de várzeas. Porém, o abastecimento usando corpos de água natural tem causado problemas de parasitoses em peixes cultivados (TAVARES-DIAS, 2011).

A expansão da piscicultura no Estado Amapá enfrenta diversos problemas como a falta de assistência técnica, escassez de oferta de alevinos, elevado custo de rações e falta de políticas públicas para setor. Contudo, um aumento moderado da produção vem ocorrendo devido ao interesse dos produtores pelas espécies nativas, incluindo o pirarucu, cuja produção representa 1,2% do total comercializado no Estado (TAVARES-DIAS, 2011). Em todas as fases do desenvolvimento do pirarucu este está susceptível aos parasitos, principalmente na larvicultura (ARAUJO *et al.*, 2009b). Por isso, há necessidade do monitoramento de sua saúde em todas as fases da produção, visando identificar sinais de estresse e doenças, para evitar prejuízos econômicos causados por epizootias (ARAUJO *et al.*, 2009a; TAVARES-DIAS *et al.*, 2006).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O PIRARUCU *Arapaima gigas*

*Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Figura 1) é um peixe da ordem Osteoglossiformes da família Arapaimidae endêmica da Bacia Amazônica, possui respiração aérea obrigatória, podendo alcançar três metros de comprimento e pesar até 200 kg (ARAUJO *et al.*, 2009a; PEREIRA-FILHO; ROUBACH, 2005). É a maior espécie de peixe de água doce de escamas do mundo e único representante dessa família (MOUCHREK FILHO *et al.*, 2002). Devido ao excelente sabor de sua carne, ausência de espinhas intramusculares, é uma espécie muito consumida na Amazônia, (CAVERO, 2002).

Figura 1 - Espécime de pirarucu com idade aproximada de 24 meses, cultivado em pisciculturas no Estado do Amapá.



Fonte: Marinho, 2010.

Como o pirarucu é um peixe de grande importância econômica para a região Norte do Brasil (ARANTES *et al.*, 2007; SEBRAE, 2011) e esteve próximo ao desaparecimento em algumas regiões da Amazônia, devido a sua intensa exploração (SEBRAE, 2011). Com a finalidade de reduzir os efeitos da sobrepesca, autoridades governamentais criaram diversas restrições quanto à exploração do pirarucu, por

exemplo, indicando tamanho mínimo permitido para a captura (150 cm) e proibindo a pesca no período de reprodução da espécie (defeso) (IMBIRIBA, 2001; SEBRAE, 2011).

O pirarucu possui importantes características para o cultivo, tais como: excelente desempenho zootécnico, resistência a altas densidades de estocagem, elevado valor de biomassa e boa tolerância às manipulações (CAVERO, 2002; CAVERO *et al.*, 2004; IMBIRIBA, 2001; ONO *et al.*, 2003, 2008; PEREIRA-FILHO, ROUBACH, 2005). Além disso, pode ser treinado para receber ração artificial (CRESCÊNCIO, 2001; ONO, 2004). No cultivo, não apresenta canibalismo (BAIRD; IMBIRIBA, 1986), possui alto rendimento de carne, em torno de 57% (IMBIRIBA 2001) e, devido a todas essas características favoráveis, o cultivo do pirarucu vem ocorrendo em toda a Amazônia legal e região Nordeste do Brasil, cuja produção nacional foi de 10,4 toneladas em 2010 (MPA, 2012). Porém, o sistema produtivo desse peixe está ainda longe de ser consolidado, devido aos entraves principalmente quanto a sua reprodução e manejo alimentar (SOARES, 2008). Além disso, há pouca informação sobre as doenças parasitárias que podem ocasionar problemas em seu cultivo.

No Estado do Amapá, na década de 80, a criação do pirarucu era totalmente extensiva, pois os alevinos eram adquiridos da natureza e alimentados com espécies de peixes forrageiros (TAVARES-DIAS, 2011). Com o passar do tempo pouca coisa mudou e, como o estado ainda não produz alevinos, alguns produtores apresentam dificuldades de adquirir esse insumo, devido ao alto custo e continuam a manter espécies forrageiras nativas e tilápia-do-nilo para alimentar pirarucus (GAMA, 2008), obtidos da natureza. Portanto, estudos devem ser conduzidos com o objetivo de subsidiar o cultivo do pirarucu, especialmente no tocante às condições de saúde, visando o aumento da produção e produtividade.

## 2.2 PARASITOS DE PIRARUCU *Arapaima gigas*

No cultivo, o conhecimento da relação hospedeiro-parasito-ambiente é essencial para evitar as perdas econômicas causadas por parasitoses (ARAUJO *et al.*, 2009b; LIZAMA *et al.*, 2007a,b). Tais informações além de explicarem a presença ou ausência de determinados parasitos e os índices de parasitismo (EIRAS *et al.*, 2010; PAVANELLI *et al.*, 2004, TAKEMOTO *et al.*, 2009), podem auxiliar no uso adequado de técnicas de manejo e padronização adequada do cultivo (LIZAMA *et al.*, 2007,b). Por isso, diversos estudos sobre parasitos têm sido conduzidos em diferentes espécies de peixes cultivados (ARAUJO *et al.*, 2009a,b; EIRAS *et al.*, 1995; GODOI *et al.*, 2012; LIZAMA *et al.*, 2007,b; MALTA *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2013; SCHALCH *et al.*, 2005; TAVARES-DIAS *et al.*, 2001a,b; TAVARES-DIAS *et al.*, 2006).

Populações naturais de *A. gigas* tem sido parasitadas por de espécies de Cestoda, Digenea, Nematoda e Acanthocephala (ARAUJO *et al.*, 2009a,b; IMBIRIBA, 2001; LUQUE, 2004; MARTINS *et al.*, 2000; PAVANELLI *et al.*, 2008). Tais parasitos endohelmintos têm ciclo de vida heteróxico, envolvendo dois hospedeiros, um hospedeiro intermediário (ostracoides, copepodes, anfópodes, isópodes, outros), e o peixe é o hospedeiro definitivo (ALOO 2002; EIRAS *et al.*; 2010; THATCHER 2006). Em hospedeiros definitivos, a abundância de endohelmintos depende de seu hábito alimentar, de forma que os peixes carnívoros têm maiores índices de infecção quando comparados os peixes onívoros e herbívoros (AHMED *et al.*; 2007, PAVANELLI *et al.*, 2004; TAKEMOTO *et al.*, 2009). Porém, raramente tem sido documentado epizootias em peixes cultivados parasitados por endohelmintos (EIRAS *et al.*, 2010), uma vez que esses parasitos são mais frequentes em população natural de peixes, onde há uma presença constante de hospedeiros intermediários.

Há poucos estudos sobre infecções parasitárias de *A. gigas* no cultivo. Mas para esse peixe em pisciculturas do Estado do Amazonas foi relatado infecção por *D. cycloancistrum*, *D. cycloancistrioides*, *Trichodina* sp., *Argulus* sp., *Ichthyobodo* sp., *G. spinulosa*, *T. serrata*, *C. tridentatus* (ARAUJO *et al.*, 2009a,b) e *Spirocamallanus*



*inopinatus* (GAINES *et al.*, 2012). Todavia, não há qualquer estudo sobre a fauna parasitária desse peixe em pisciculturas do Estado do Amapá.

No cultivo, o grau de parasitismo pode estar relacionado, principalmente à baixa qualidade da água, elevada densidade de estocagem, acúmulo de matéria orgânica decorrente muitas vezes do manejo alimentar inadequado e estresse de manejo. No Estado do Amapá muito produtores utilizam corpos d'água naturais para abastecimento dos viveiros de cultivo (TAVARES-DIAS, 2011), podendo então aumentar o risco de disseminação dessas doenças parasitárias em pirarucus.

### 2.3 EFEITOS DO PARASITISMO EM PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

O sangue dos peixes é constituído por diferentes tipos de células, tais como eritrócitos, leucócitos e trombócitos. O tecido sanguíneo interage com os demais tecidos do organismo auxiliando em importantes funções, tais como: respiração, transporte, osmorregulação e defesa (CHAGAS; VAL, 2003; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; ISHIKAWA *et al.*, 2010). O eritrograma permite a identificação de processos anêmicos e o leucograma possibilita o diagnóstico de processos infecciosos em peixes (SILVA *et al.*, 2012; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004). Os leucócitos são as células mais importantes para a defesa (DRUMOND *et al.*, 2010; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; TAVARES-DIAS *et al.*, 2007a, 2009) e, por isso, podem auxiliar na avaliação do sistema imunológico dos peixes (DRUMOND *et al.*, 2010). Os trombócitos são células multifuncionais e estão envolvidas no processo de coagulação sanguínea e embora não sejam células de linhagem leucocitária, também participam da defesa dos peixes (DRUMOND *et al.*, 2010; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; TAVARES-DIAS *et al.*, 2007a).

Fatores como idade, sexo, estado nutricional, doenças e, até mesmo alterações no ambiente, podem influenciar parâmetros sanguíneos dos peixes (ISHIKAWA *et al.*, 2010; TAVARES-DIAS *et al.*, 1999a; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004) causando alterações bioquímicas plasmáticas e morfológicas em células sanguíneas. Os estudos

sanguíneos além de auxiliar no conhecimento dos valores de referência para a espécie de peixe (ARAUJO *et al.*, 2009b; TAVARES-DIAS *et al.*, 2007a) contribui para a compreensão de possíveis alterações fisiológicas causadas por estresse (TAVARES-DIAS, *et al.*, 2000; TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; TAVARES-DIAS; MORAES, 2007b; VIVAS, 2007), quando em condições de cultivo. Assim, nos últimos anos, os estudos hematológicos em populações naturais de peixes vêm aumentando (SANTOS, 2010; TAVARES-DIAS *et al.*, 2009), bem como em peixes de cultivo (AFFONSO *et al.*, 2002; ARANTES, 2007; ARAUJO *et al.*, 2009; BITTENCOURT *et al.*, 2009; DRUMOND *et al.*, 2010; RANZANI-PAIVA, 1999; SAMPAIO *et al.*, 2012; TAVARES-DIAS, 1998; 1999a,b; 2000; 2007).

Dependendo da espécie de peixe, os leucócitos são constituídos por linfócitos, monócitos, neutrófilos, eosinófilos, basófilos e leucócito granular PAS-positivo, mas em geral basófilos e eosinófilos são os menos frequentes no sangue (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; TAVARES-DIAS *et al.*, 2009). Em *A. gigas*, os leucócitos estão constituídos por linfócitos, monócitos, neutrófilos e eosinófilos, apresentando características morfológicas similares à de outros peixes (ARAUJO *et al.*, 2009b; TAVARES-DIAS *et al.*, 2007a).

Em peixes cultivados as parasitoses podem ser devastadoras, assim há uma necessidade constante de monitoramento da saúde do plantel (ARAUJO *et al.*, 2009b; TAVARES-DIAS *et al.*, 2009), pois as enfermidades em peixes estão relacionadas com alterações em seu hemograma (TAVARES-DIAS *et al.*, 2009). A infecção por monogenoideas reduziu o percentual de linfócitos em *Leporinus macrocephalus* e quando houve associação com *Piscinoodinium pillulare*, além da redução de linfócitos ocorreu também aumento no percentual de neutrófilos (TAVARES-DIAS *et al.*, 2008). Infecção por *Goezia leporini* para esse mesmo peixe, causou grave anemia devido à redução do hematócrito, volume corpuscular médio (VCM) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), acompanhado da diminuição do percentual de linfócitos e aumento no percentual de neutrófilos e eosinófilos circulantes (MARTINS *et al.*, 2004).

Em carpas *C. carpio* parasitadas por monogenoideas e copepoditos houve aumento do número de eritrócitos, mas com redução do hematócrito, número de

neutrófilos e monócitos (GHIRALDELLI *et al.*, 2006). Em híbrido tambacu, o parasitismo pelo crustáceo *Dolops carvalhoi* causou redução do hematócrito, com aumento dos níveis plasmáticos de glicose, proteínas totais, sódio e cloreto, número de monócitos e leucócitos granular PAS-positivos (TAVARES-DIAS *et al.*, 2007a).

Em tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* parasitada por monogenoideas, protozoários (*Trichodina* sp. e *Epystillis* sp.) e crustáceos (*Lamproglena* sp. e *Argulus* sp.) foi relatado anemia com redução do número de eritrócitos e hematócrito, acompanhada de trombocitopenia, leucopenia, linfopenia, neutrofilia e monocitofilia (GHIRALDELLI *et al.*, 2006). O aumento do número de neutrófilos foi relatado em *O. niloticus* infectadas por *I. multifilis*, devido aos níveis de infecção (TAVARES-DIAS *et al.*, 1999).

Em *P. mesopotamicus* parasitados por *Argulus* sp. foi observado aumento do número de monócitos e células granulocíticas especiais (CGE) e redução do número de trombócitos e eritrócitos totais, bem como da concentração de hemoglobina (TAVARES-DIAS, 1999a). *Prochilodus lineatus* parasitados por *Neoechinorhynchus curemai* apresentaram redução no número de trombócitos e aumento do número de monócitos e do VCM (Belo *et al.*, 2013). Em *Schizodon intermedius* parasitados por *Lerneae cyprinacea* foi observado linfocitopenia, neutrofilia e monocitofilia em função dos níveis de parasitismo (SILVA-SOUZA; ALMEIDA; MACHADO, 2000).

Em pirarucus parasitados por *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistioides* foi relatado aumento na concentração de hemoglobina, número de eritrócitos, leucócitos totais e de linfócitos sanguíneos (ARAUJO *et al.*, 2009b). Portanto, os estudos dos parâmetros sanguíneo podem ser ferramenta para diagnosticar níveis de estresse em peixes causado pela presença de parasitos (TAVARES-DIAS *et al.*, 2007), como também para indicar condição de saúde dos animais (ARAUJO *et al.*, 2009b), tanto em ambiente natural como de cultivo intensivo.

### 3 HIPÓTESES

- ✓ A fauna parasitária de pirarucu é composta de parasitos helmintos e protozoários comuns em ambiente de cultivo de peixes.
  
- ✓ Em pirarucus parasitados os parâmetros hematológicos e bioquímicos podem ser afetados pelo nível de parasitismo, pois peixes com maior nível de infecção apresentam alterações.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Estudar as condições de saúde de pirarucus *Arapaima gigas* cultivados em pisciculturas do município de Macapá, Estado do Amapá.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar a fauna parasitária de pirarucus cultivados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no município de Macapá, Estado do Amapá;
- ✓ Comparar os índices parasitários de pirarucus de três pisciculturas no município de Macapá, Estado do Amapá;
- ✓ Avaliar comparativamente parâmetros hematológicos e bioquímicos de pirarucus parasitados em duas pisciculturas no município de Macapá, Estado do Amapá.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 PEIXES E ÁREA DE ESTUDO

De outubro de 2009 a setembro de 2010, 100 espécimes de *A. gigas* foram coletados em três pisciculturas no município de Macapá, Estado do Amapá (Brasil), denominadas no presente estudo como P1, P2 e P3, para realização de análises parasitológicas e hematológicas.

Os exemplares de pirarucu utilizados no presente estudo eram pertencentes ao SEBRAE e as pisciculturas participantes de um projeto sobre o cultivo e manejo de pirarucus no Estado do Amapá denominado “Projeto Itinerante Pirarucu da Amazônia”. Estes pirarucus eram provenientes do Estado de Rondônia pesando em média 15 g. Os produtores foram escolhidos e capacitados para que todas as pisciculturas envolvidas no projeto aplicassem o mesmo manejo durante o todo o período experimental.

Os pirarucus foram distribuídos entre as pisciculturas envolvidas em períodos diferentes e passaram por treinamento alimentar, sendo alimentados inicialmente com uma mistura homogênea de zooplâncton, carne de peixe picada, premix vitamínico e mineral, ração extrusada contendo 46% de proteína bruta (ONO, 2003, 2004); no período de crescimento foram alimentados duas vezes ao dia, com ração comercial contendo 40% de proteína bruta; no fim da engorda, os peixes com diferentes idades (Tabela 1) foram capturados para coleta de sangue e retirada de material para as análises parasitológicas.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das pisciculturas avaliadas, tamanho dos viveiros e idade dos peixes coletados.

Pisciculturas	Localização Geográfica	Tamanho dos viveiros (m <sup>3</sup> )	Idade (meses)
P1	S 0° 02' 31,4" - W 051° 07' 34,4"	10.000	24-33
P2	S 0° 00' 04,5" - W 051° 05' 52,1"	1.800	18
P3	S 0° 00' 13,5" - W 051° 0,6' 12,8"	2.000	13-15

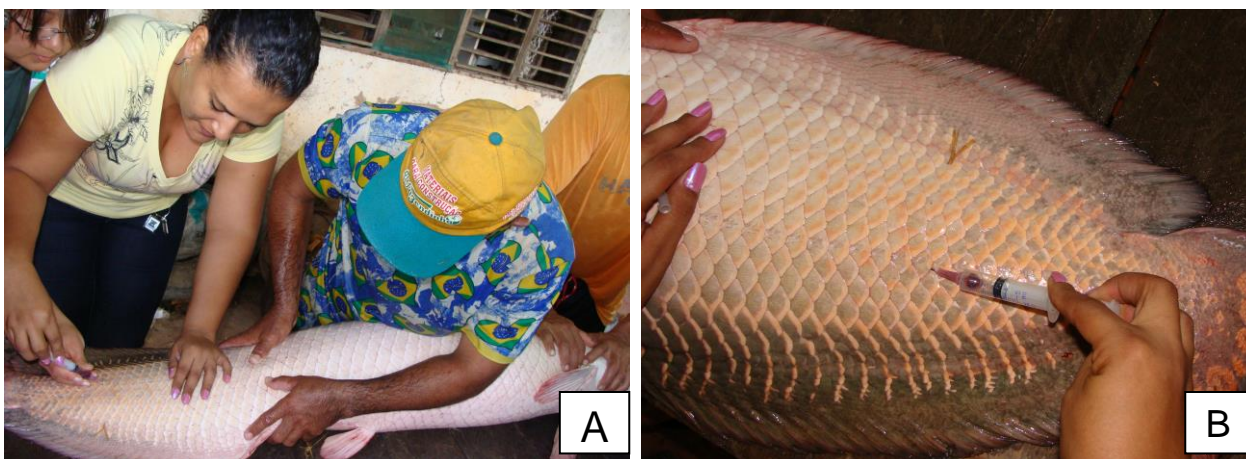
## 5.2 COLETA E ANÁLISE SANGUÍNEA

Em peixes das pisciculturas P1 e P3 realizou-se a coleta de amostras de sangue, por punção do vaso caudal com auxílio de seringas contendo EDTA 10% (Figura 2). Cada amostra de sangue coletada foi dividida em duas alíquotas e usada para determinação do hemograma e dos níveis plasmáticos de glicose e proteínas totais.

O hematócrito (Hct) foi determinado pelo método do microhematócrito, com realização da centrifugação em tubos capilares heparinizados em centrífuga de microhematócrito, com leitura dos valores em cartões de leitura. A contagem de eritrócitos (Eri) foi realizada em câmara de Neubauer sob microscópio de luz após a diluição do sangue em solução de formol-citrato e azul de toluidina. A concentração de hemoglobina (Hb) foi determinada pelo método da cianometahemoglobina (Houston, 1990) com leitura da absorbância em espectrofotômetro a 540 nm. Utilizando os valores obtidos de Hct, Hb e Eri foram calculados os índices hematimétricos de Wintrobe: volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Amostras de sangue foram usadas ainda para confecção de extensões sanguíneas (em duplicata) pancromicamente coradas com uma combinação de May Grünwald-Giemsa-Wright (TAVARES-DIAS; MORAES, 2003), para contagem diferencial de leucócitos em até 200 células de interesse, em cada extensão. A contagem do número de leucócitos total e diferencial e de trombócitos total seguiram recomendações de TAVARES-DIAS; MORAES (2007b).

Figura 2 - (A) Coleta de amostra de sangue de pirarucu em uma das pisciculturas avaliadas; (B) Seringa com amostra de sangue sendo retirada por punção do vaso caudal.



Fonte: Pinheiro, 2010.

A segunda alíquota foi centrifugada a 75 G para a obtenção do plasma que foi congelado a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises. O plasma foi utilizado para determinação dos níveis de glicose e proteínas totais. Os níveis de glicose foram determinados utilizando kits colorimétricos da Doles (Goiânia, GO), método enzimático e leitura em comprimento de onda a 510 nm em espectrofotômetro. Os níveis proteínas totais foram determinados utilizando kits colorimétricos da Doles (Goiânia, GO), método biureto modificado e leitura em 550 nm em espectrofotômetro.

O teste Shapiro-Wilk foi usado para verificar se os dados de parâmetros sanguíneos seguiram padrão de distribuição normal. Para comparação dos valores de parâmetros entre peixes das pisciculturas P1 e P3 foi usado o teste de Mann-Whitney (*U*) (ZAR, 2010).

### 5.3 COLETA, FIXAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS PARASITOS

Os espécimes amostrados foram abatidos e após realização da sangria foram removidas brânquias e intestino para as análises parasitológicas. As brânquias e intestino foram removidos e analisados com auxílio de estereomicroscópio e



microscópio de luz comum, respectivamente. A metodologia empregada para coleta e fixação dos parasitos seguiu as recomendações de Eiras *et al.* (2006) e Thatcher (2006), a quantificação as recomendações de Tavares-Dias *et al.*, (2001a, b). A identificação dos parasitos seguiu as metodologias descritas por Kritsky *et al.*, (1985) e Thatcher (2006).

Após estes procedimentos foram calculados para avaliação do nível de infecção dos pirarucus os seguintes índices parasitários: prevalência, intensidade média, variação de intensidade, abundância média (BUSH *et al.*,1997) e dominância relativa (RHODE *et al.*, 1995), de acordo com as descrições abaixo:

- a) **Prevalência (%)**: número de peixes infectados por uma determinada espécie de parasito, dividido pelo número de hospedeiros examinados e multiplicados por 100.
- b) **Intensidade média**: número total de parasitos de uma determinada espécie, dividido pelo número de hospedeiros infectados com esta espécie de parasito na amostra.
- c) **Abundância média**: número total de parasitos em uma amostra, dividido pelo número total de peixes examinados, incluindo os peixes infectados e não infectados.
- d) **Dominância relativa**: número total de parasitos de cada espécie dividido pelo número total de parasitos de todas as espécies de parasitos encontrados.

O peso e comprimento dos peixes foram usados para determinar o fator de condição relativa ( $K_n$ ) (LE-CREN, 1951) dos peixes parasitados e não parasitados, comparados teste t.

O coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) foi usado para determinar possíveis correlação da intensidade de parasitos com o peso, comprimento e  $K_n$  dos hospedeiros (ZAR, 2010).

#### 5.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

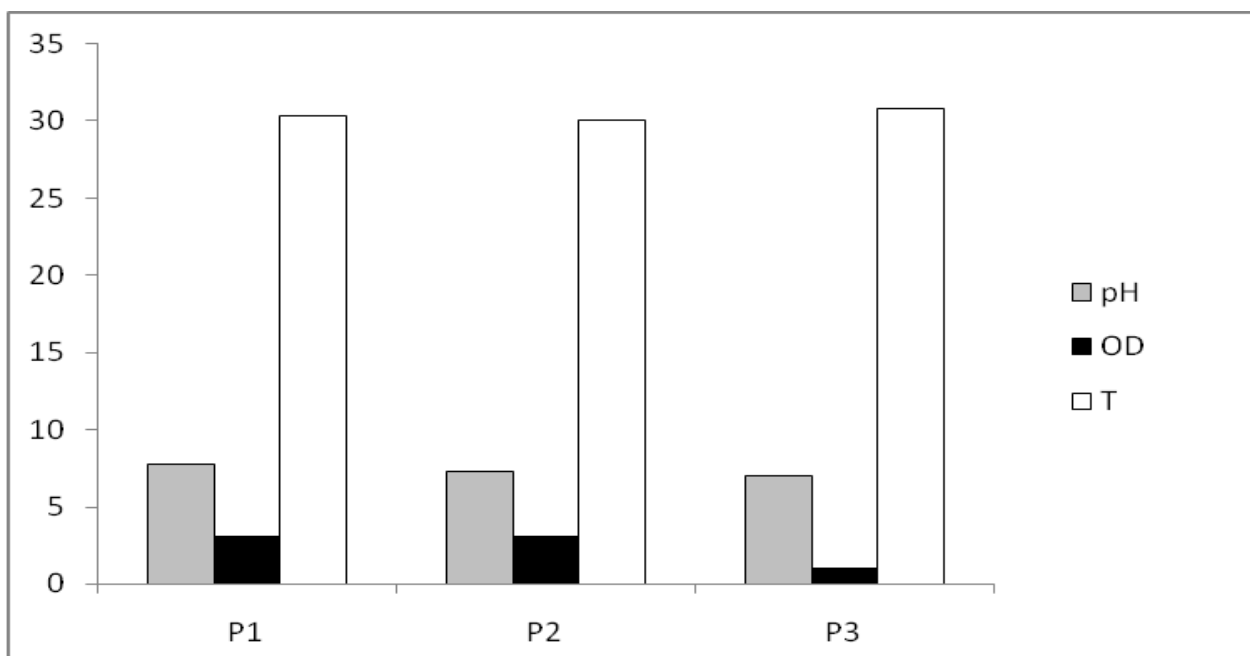
No dia do abate dos peixes, a temperatura, a concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), o potencial hidrogeniônico (pH) e a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) foram medidos utilizando aparelhos apropriados para cada avaliação.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 QUALIDADE DA ÁGUA DE CULTIVO

A temperatura e pH da água dos viveiros de cultivo das três pisciculturas foram similares, entretanto, os níveis de oxigênio dissolvido apresentaram valores mais baixos na piscicultura P3 (Figura 3).

Figura 3 - Valores médios dos parâmetros de pH, OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e T ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água dos viveiros de cultivo de *Arapaima gigas* em três pisciculturas P1, P2 e P3 do Município de Macapá, Estado do Amapá.



## 6.2 FAUNA PARASITÁRIA

Dos 100 peixes examinados nas três pisciculturas, 95,0% estavam parasitados, mas não houve diferenças na prevalência de parasitismo entre elas. Porém, o tamanho dos peixes da piscicultura P1 foi maior quando comparado às demais (Tabela 2). Os peixes estavam parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 (Protozoa: Ciliophora); *Dawestrema cycloancistrum* Price & Nowlin, 1967 e *Dawestrema cycloancistrioides* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985 (Monogenoidea: Dactylogyridae) e *Polyacanthorhynchus macrorhynchus* Diesing, 1856 (Acanthocephala: Polyacanthorhynchidae).

Tabela 2 - Valores médios  $\pm$  desvio padrão do peso corpóreo e comprimento total, Número de peixes examinados, Número de peixes parasitados, P: prevalência de *Arapaima gigas* coletados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) do município de Macapá, Estado do Amapá.

Pisciculturas	Peso (kg)	Comprimento (m)	Nº de peixes Examinados	Nº de peixes Parasitados	P (%)
P1	24.760 $\pm$ 3,49a	1,44 $\pm$ 0,07a	20	19	95
P2	14.220 $\pm$ 2,59b	1,17 $\pm$ 0,06b	40	40	100
P3	12.700 $\pm$ 2,17b	1,10 $\pm$ 0,04b	40	36	90
Total	-	-	100	95	95

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Nas brânquias de *A. gigas*, os maiores níveis de infecção por *I. multifiliis* ocorreram em hospedeiros da piscicultura P3 quando comparados com as pisciculturas P1 e P2 (Tabela 3).

Tabela 3 - Índices de infecção por *I. multifiliis* em *A. gigas* capturados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no município de Macapá, Estado do Amapá.

Parâmetros	P1	P2	P3
Peixes examinados	20	40	40
Peixes parasitados	14	40	36
Prevalência (%)	70,0	100	90,0
Intensidade média	482.728	221.999,3	6.841.051
Variação da intensidade	36.557-1.034.796	39.889-393.120	41.300-373.670
Abundância média	337.909,6	221.999,3	352.426,8
Número total de parasitos	6.758,192	8.879,973	14.097,072

Nas brânquias de *A. gigas*, o parasitismo por *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* foi maior na piscicultura P2, não sendo estes parasitos encontrados nos peixes da piscicultura P3. Infecção por *P. macrorhynchus* ocorreu em apenas *A. gigas* da piscicultura P1 (Tabela 4).

Tabela 4 - Índices de infecção por helmintos *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* (Monogenoidea) e *P. macrorhynchus* (Acanthocephala) em *Arapaima gigas* capturados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no município de Macapá, Estado do Amapá.

Parasitos	<i>D. cycloancistrum</i> e <i>D. cycloancistrioides</i>		<i>P. macrorhynchus</i>		
	P1	P2	P1	P2	P3
Parâmetros	P1	P2	P1	P2	P3
Peixes examinados	20	40	20	40	40
Peixes parasitados	14	40	19	0	0
Prevalência (%)	70	100	95	0	0
Intensidade média	57,3	214,7	28,2	-	-
Varição da intensidade	26-131	110-371	3-118	-	-
Abundancia média	40,1	214,7	26,7	-	-
Número total de parasitos	802	8.589	535	-	-

*Ichthyophthirius multifiliis* foi o parasito de maior dominância relativa nas três pisciculturas avaliadas, quando comparados com outros parasitos como *Dawestrema* spp e *P. macrorhynchus* (Tabela 5).

Tabela 5 - Índices parasitológicos em *Arapaima gigas* coletados em três pisciculturas (P1, P2 e P3) no Município de Macapá, Estado do Amapá, onde P: Prevalência; IM: Intensidade media de infecção; DP: Desvio Padrão; AM: Abundância média; NTP: Número total de parasitos; DR: Dominância relativa.

Parasitos	P (%)	IM $\pm$ DP	NTP	AM	DR
<i>I. multifiliis</i>	90	249.769,0 $\pm$ 166.809,2	22.479.216	224.792,2	0.99955
<i>Dawestrema</i> spp.	54	173,9 $\pm$ 89,0	9.391	93,9	0.00042
<i>P. macrorhynchus</i>	19	28,1 $\pm$ 32,6	535	53,5	0.00002

Não houve diferença significativa ( $t= 2,3$ ;  $p=0,998$ ) no fator de condição relativo dos peixes parasitados ( $Kn = 1,00 \pm 0,02$ ) e não parasitados ( $Kn = 1,00 \pm 0,002$ ), mas foi encontrada correlação negativa significativa da intensidade de monogenoideas e  $Kn$  dos hospedeiros (Figura 4). Houve correlação positiva da intensidade de *I. multifiliis* com o comprimento total e o peso corporal dos hospedeiros (Figura 5), bem como correlação negativa da intensidade de monogenoideas com o comprimento total e o peso dos hospedeiros (Figura 6). Porém, não houve correlação da intensidade de *P. macrorhynchus* com o comprimento total ( $r_s = -0,0776$ ,  $p = 0,748$ ) e peso corporal ( $r_s = -0,0430$ ,  $p = 0,854$ ) de *A. gigas*.

Figura 4 - Correlação do fator de condição relativa (Kn) com intensidade de *Dawestrema* spp. nas brânquias de *Arapaima gigas* (n= 54) coletados em três pisciculturas avaliadas no Município de Macapá, Estado do Amapá.

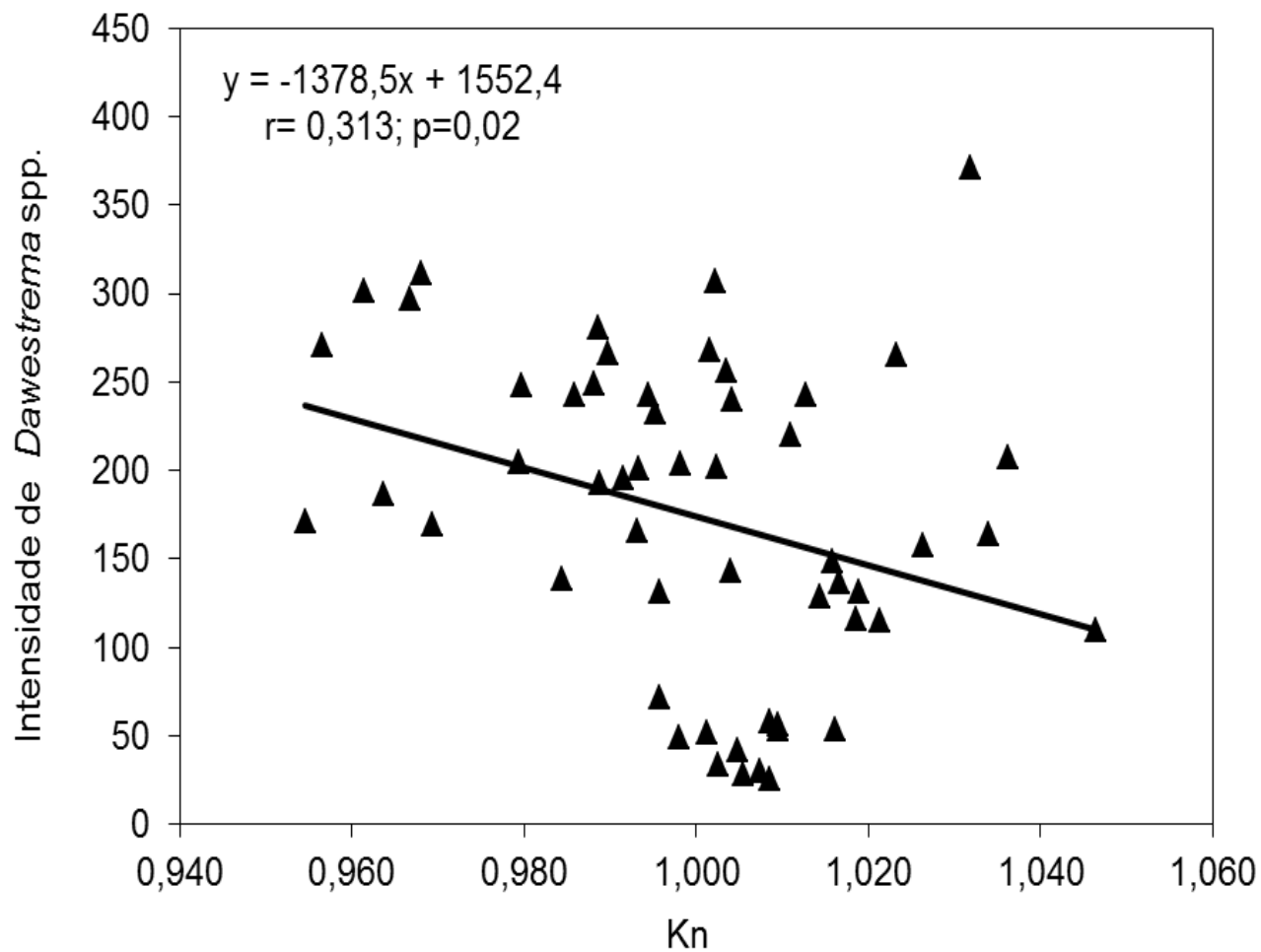




Figura 5 - Correlação da intensidade *Ichthyophthirius multifiliis* com comprimento e com o peso de *Arapaima gigas* (n= 54) coletados em pisciculturas avaliadas no município de Macapá, Estado do Amapá.

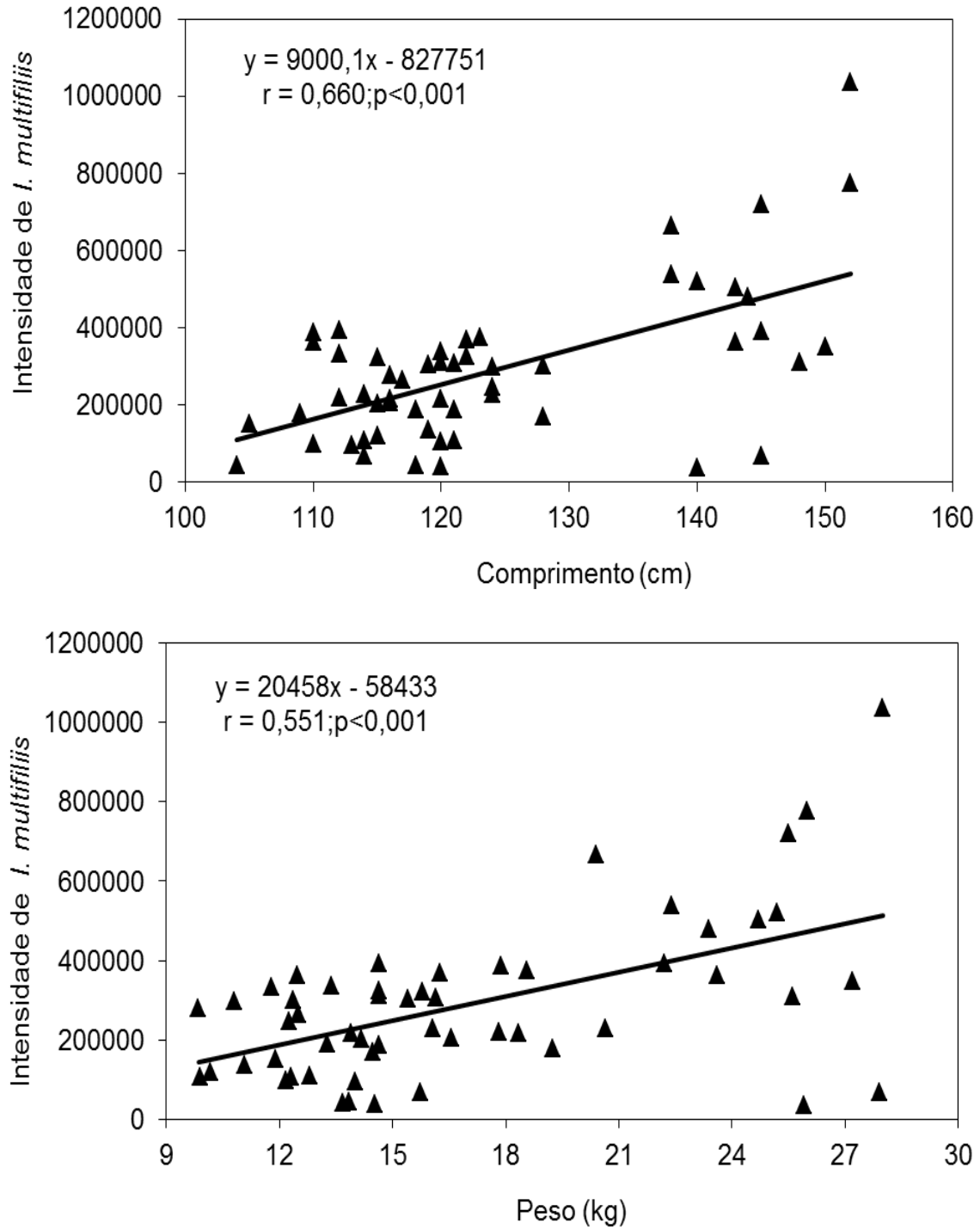
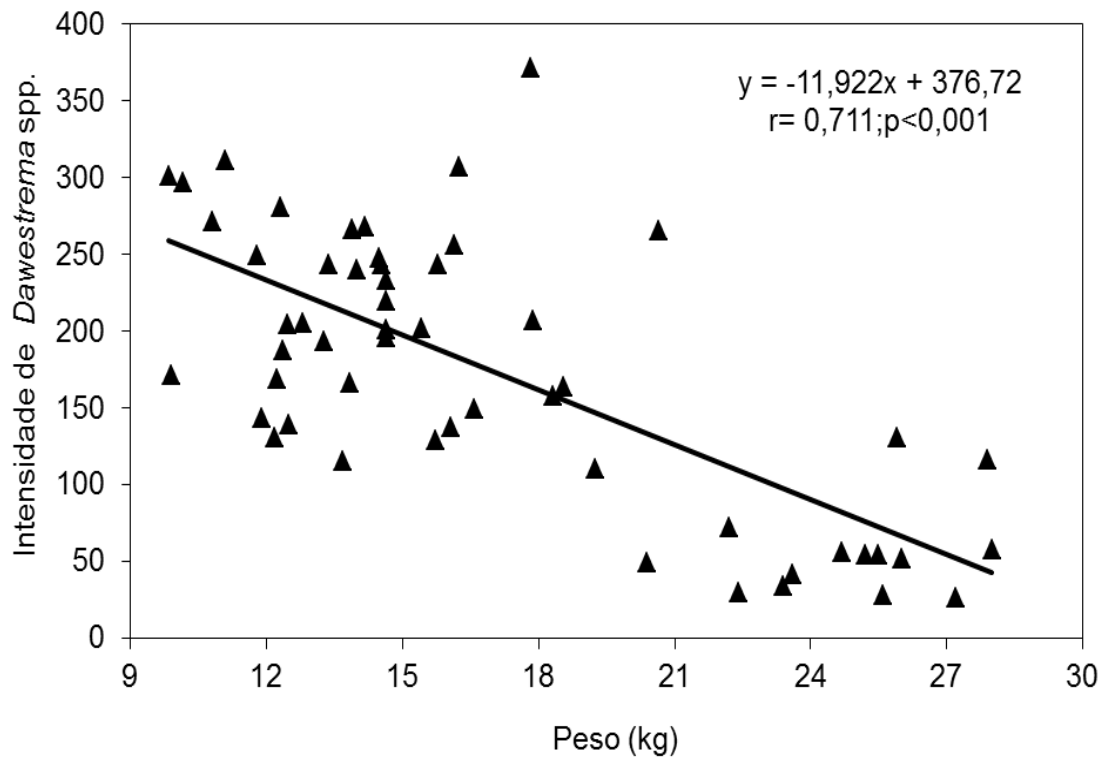
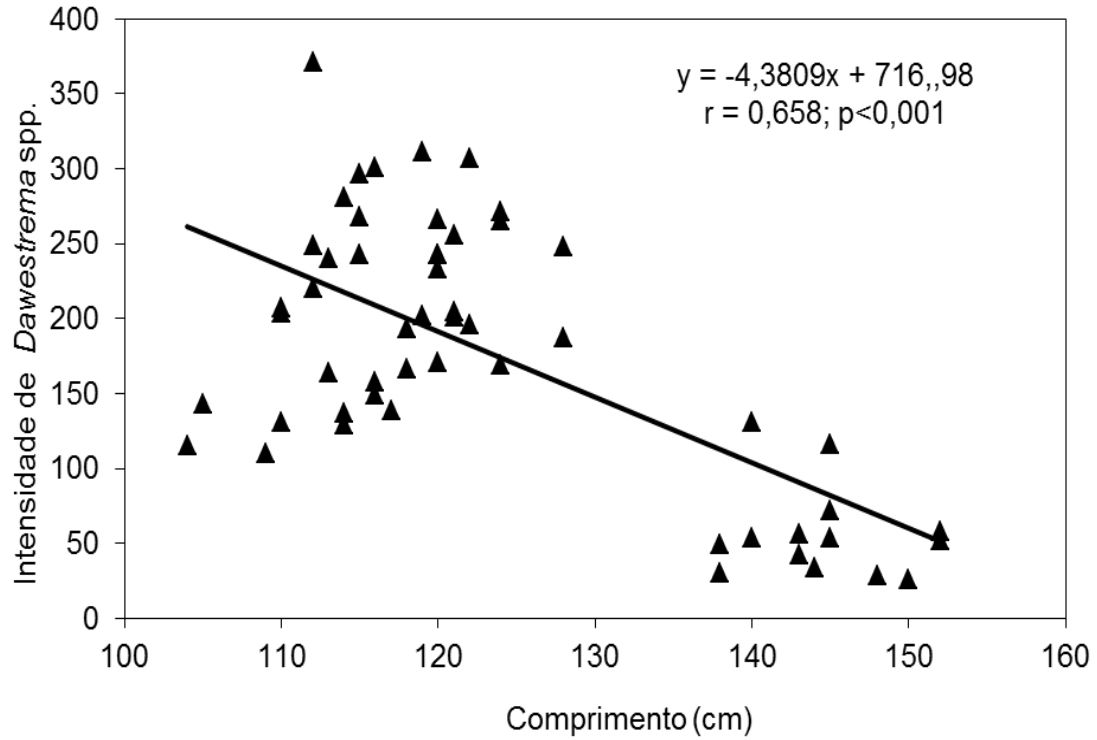


Figura 6 - Correlação da intensidade de monogenoideas *Dawestrema* spp. com comprimento e com o peso de *Arapaima gigas* (n= 54) coletados em pisciculturas avaliadas no município de Macapá, Estado do Amapá.



### 6.3 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE PIRARUCUS PARASITADOS

Em *A. gigas* parasitados e coletados na piscicultura P1 foi verificado que a concentração de hemoglobina, a contagem de eritrócitos totais e os índices hematimétricos HCM e CHCM foram maiores quando comparados aos peixes coletados na piscicultura P3, entretanto o hematócrito e os níveis de glicose plasmática foram menores (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios  $\pm$  desvio padrão de parâmetros hematológicos e bioquímicos de *Arapaima gigas* parasitados por protozoários e metazoários de duas pisciculturas P1 e P3 no município de Macapá, Estado do Amapá. *U*: teste de Mann-Whitney; *p*: probabilidade.

Parâmetros	P1	P3	<i>U</i>	<i>p</i>
Hematócrito (%)	27,9 $\pm$ 3,3	31,2 $\pm$ 1,5	192,0	<b>0,004</b>
Hemoglobina (g.dL <sup>-1</sup> )	14,5 $\pm$ 3,0	8,4 $\pm$ 0,8	0	<b>0,001</b>
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> $\mu$ L)	1,62 $\pm$ 0,21	1,46 $\pm$ 0,33	59,5	0,050
VCM (fL)	173,2 $\pm$ 15,4	228,7 $\pm$ 42,9	40,5	0,960
HCM (g.dL <sup>-1</sup> )	90,3 $\pm$ 19,8	62,9 $\pm$ 10,4	20,0	<b>0,001</b>
CHCM (g.dL <sup>-1</sup> )	51,5 $\pm$ 12,4	26,9 $\pm$ 2,4	0	<b>0,001</b>
Proteína (g.L <sup>-1</sup> )	4,6 $\pm$ 0,6	4,4 $\pm$ 0,4	63,5	0,499
Glicose (mmol.L <sup>-1</sup> )	58,0 $\pm$ 15,4	99,9 $\pm$ 17,7	150,5	<b>0,001</b>

A contagem de monócitos, neutrófilos e eosinófilos indicaram valores maiores em *A. gigas* da piscicultura P1 ( $p < 0,05$ ), mas o número de leucócitos, trombócitos totais e linfócitos não diferiram entre peixes da piscicultura P1 e P3 (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios  $\pm$  desvio padrão das contagens de leucócitos e trombócitos de *Arapaima gigas* de duas pisciculturas no município de Macapá, Estado do Amapá, parasitados por protozoários e metazoários. *U*: Teste de Mann-Whitney; *p*: probabilidade.

Parâmetros	P1	P3	<i>U</i>	<i>p</i>
Leucócitos ( $\mu\text{L}$ )	43.518 $\pm$ 15.942	50.853 $\pm$ 24.496	45,0	0,694
Trombócitos ( $\mu\text{L}$ )	21.177 $\pm$ 14.177	43.254 $\pm$ 22.047	62,0	0,107
Linfócitos ( $\mu\text{L}$ )	18.643 $\pm$ 9.423	34.872 $\pm$ 20.087	59,0	0,163
Monócitos ( $\mu\text{L}$ )	5.592 $\pm$ 454	2.285 $\pm$ 2.776	3,0	<b>0,013</b>
Neutrófilos ( $\mu\text{L}$ )	8.694 $\pm$ 5.207	3.413 $\pm$ 1.668	67,0	<b>0,049</b>
Eosinófilos ( $\mu\text{L}$ )	15.871 $\pm$ 7.197	5.252 $\pm$ 4.197	9,0	<b>0,035</b>

## 7 DISCUSSÃO

### 7.1 FAUNA PARASITÁRIA

Infecção por *Ichthyophthirius multifiliis* ocorreu em pirarucus *A. gigas* coletados nas três pisciculturas avaliadas. Porém, elevados níveis de infecção ocorreram em uma das pisciculturas com baixo nível de oxigênio dissolvido e acúmulo de matéria orgânica na água do viveiro de cultivo. O *I. multifiliis* é um dos protozoários mais patogênicos para os peixes, pois não tem especificidade parasitária. Assim, é um dos maiores problemas para a piscicultura mundial (DICKERSON, 2006, EIRAS *et al.*, 2010; PINHEIRO *et al.*, 2013). Porém, a ictiofitiríase ocorre principalmente quando há variações de temperatura. Esse protozoário leva de 3 a 4 dias para completar seu ciclo de vida em temperatura de 21-24 °C e de 10 a 14 dias em temperaturas de 15 °C (EIRAS *et al.*, 2010). Em geral, o aparecimento desse parasito ocorre, principalmente, em peixes mantidos em altas densidades de estocagem e elevado grau de estresse, devido ao baixo nível de oxigênio dissolvido na água (DICKERSON, 2006; MARTINS *et al.*, 2002). Porém, em *A. gigas* de pisciculturas do Município de Macapá, apesar do elevado parasitismo, não houve sinais de doenças.

Nas brânquias de *A. gigas*, a intensidade de *I. multifiliis* mostrou correlação altamente positiva com o peso e comprimento total, indicando um aumento do parasitismo com o crescimento dos peixes. O aumento dessa intensidade pode ser devido ao processo cumulativo, uma vez que as brânquias aumentam a sua área de superfície proporcionalmente ao aumento do crescimento do peixe (ALVES *et al.*, 2000, LIZAMA *et al.*, 2007a,b). Assim, ocorre também um aumento proporcional de habitat para a reprodução desses protozoários que tem transmissão direta.

*Dawestrema cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* foram os monogenoideas encontrados nas brânquias de pirarucus *A. gigas* examinados. Em geral, monogenoideas tem elevado grau de especificidade parasitária, como é o caso de *Dawestrema* Price, Nowlin, 1967. Similarmente, esses parasitos têm sido relatados nas brânquias desse mesmo hospedeiro cultivado no Estado do Amazonas, porém com maior nível de prevalência e intensidade (ARAUJO *et al.*, 2009b). Os índices de

infecção por *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* foram distintos entre as três pisciculturas investigadas. Na piscicultura onde o número de pirarucus examinados foi menor, ocorreram os menores índices de parasitismo. Porém, Marques; Cabral (2007) demonstraram que amostragens menores que 40 espécimes não influenciaram a prevalência de parasitos, mas levam a uma subestimação da intensidade e abundância.

Neste estudo, houve ausência de Monogenoidea nas brânquias dos pirarucus de piscicultura com baixo nível de oxigênio e elevado grau de matéria orgânica no viveiro. Embora muitas espécies de Monogenoidea tenham predileção por ambientes poluídos (BUCHMANN; BRESCANI 2006; GALLI *et al.*, 2001; MADI; UETA, 2009), outras tem sua ocorrência negativamente influenciada pela poluição (DZIKOWSKI *et al.*, 2003; KAOUACHI *et al.*, 2010). Assim, é possível que *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides* sejam sensíveis a ambientes poluídos, como aqueles aqui estudados, mas estudos adicionais são necessários para melhor conclusão.

Em pirarucus do Estado do Amapá houve correlação negativa do Kn com a intensidade de *D. cycloancistrum* e *D. cycloancistrioides*, indicando que as condições corporais dos peixes diminuíram com o aumento da intensidade desses monogenoideas. Porém, com o incremento em peso e comprimento corporal ocorreu redução na intensidade desses helmintos nas brânquias dos hospedeiros. Similarmente, foi descrito correlação negativa do Kn com elevada abundância de monogenoideas *Cichlidogyrus sclerosus* e *Cichlidogyrus* sp. em *Oreochromis niloticus* (LIZAMA *et al.* 2007a) e do Kn com a abundância de monogenóideas *Anacanthorus penilabiatus* e *Mymarothecium* sp. em *Piaractus mesopotamicus* (LIZAMA *et al.* 2007b). Porém, correlação negativa para monogenoideas podem ser resultante da imunidade do hospedeiro a esses helmintos ao longo do tempo (LIZAMA *et al.* 2007a).

Três espécies de Acanthocephala do gênero *Polyacanthorhynchus* Travassos, 1926 são conhecidas na América do Sul: *Polyacanthorhynchus macrorhynchus* Diesing, 1856; *Polyacanthorhynchus rhopalorhynchus* Diesing; 1851 e *Polyacanthorhynchus caballeroi* Diaz-Ungria; Rodrigo, 1960 (ALOO; DEZFULI 1997; AMIN; DEZFULI, 1995). O *Polyacanthorhynchus kenyensis* Schmidt & Canaris, 1967 é uma quarta espécie parasita de diversos peixes de água na África (ALOO; DEZFULI, 1997; ALOO, 2002; AMIN; DEZFULI, 1995). No Brasil, somente *P. macrorhynchus* (BALYS 1927,

MACHADO-FILHO 1947, THATCHER 2006) e *P. rhopalorhynchus* (SANTOS *et al.*, 2008; THATCHER, 2006) têm sido documentados parasitando peixe de água doce de populações naturais de *A. gigas*. Porém, *A. gigas* do Estado do Amapá foram parasitos por *P. macrorhynchus*. Tais helmintos não tinham sido documentados em *A. gigas* de outros cultivos no Brasil.

Somente em *A. gigas* de uma das pisciculturas aqui estudadas houve ocorrência de *P. macrorhynchus*. A prevalência, intensidade média e abundância de *P. macrorhynchus* foram similares às descritas por Santos *et al.* (2008), para esse mesmo hospedeiro do Rio Araguaia (MT) parasitado por *P. rhopalorhynchus*. Embora aqui não tenha sido identificada a fonte de contaminação por esses endohelmintos, é possível esta tenha ocorrido pela captação da água de abastecimento facilitando o acesso de hospedeiro intermediário, como crustáceos comuns em viveiros. Porém, é possível também que esses peixes já estivessem parasitados por *P. macrorhynchus* quando foram adquiridos alevinos.

## 7.2 PARÂMETROS SANGUÍNEOS

Em pirarucus parasitados somente por *I. multifiliis* houve aumento dos níveis de glicose se comparado a peixes parasitados por *Dawestrema* spp. e *P. macrorhynchus*, porém os níveis de proteínas totais não mostraram alterações. Semelhante a este estudo, Araujo *et al.* (2009) mostraram que em pirarucus parasitados por *Dawestrema* spp apresentaram uma redução nos níveis plasmáticos de proteínas totais e aumento de glicose quando comparados a peixes não parasitados. Porém, os valores de glicose e proteínas totais de pirarucus parasitados por *I. multifiliis* foram similares aos desse peixe na mesma idade (ARAUJO *et al.*, 2009), sugerindo que esse protozoário parece não influenciar tais parâmetros bioquímicos.

Os valores da concentração de hemoglobina, da contagem de eritrócitos, dos índices hematimétricos HCM e CHCM de pirarucus avaliados e coletados em pisciculturas de Macapá apresentaram-se mais altos quando parasitados por

*Dawestrema* spp. e *P. macrorhynchus*, porém os valores de hematócrito foram mais baixos quando os peixes apenas encontravam-se parasitados por *I. multifiliis*. Similarmente, pirarucus parasitados por *Dawestrema* spp. apresentaram maiores valores de eritrócitos, hemoglobina e CHCM quando comparados a peixes não parasitados (controle) (ARAUJO *et al.*, 2009). Os valores de hematócrito, concentração de hemoglobina e CHCM dos pirarucus parasitados por *I. multifiliis* do presente estudo foram semelhantes ao de peixes sadios de mesma idade descritos por Araujo *et al.* (2009), indicando que o parasitismo não alterou a condição de saúde dos pirarucus cultivados. Constatou-se anemia em *O. niloticus* parasitada por monogenoideas, *Trichodina* sp., *Epystilis* sp., *Lamproglena* sp. e *Argulus*, indicada pela redução do número de eritrócitos e do hematócrito (GHIRALDELLI *et al.*, 2006). Em *C. carpio* infectadas por monogenoideas e copepoditos, a contagem do número de eritrócitos foi maior nos peixes parasitados em relação aos não parasitados. A contagem de neutrófilos mostrou-se menor em peixes parasitados em comparação aos não parasitados. Houve uma diminuição de hematócrito mostrando uma forte correlação com os níveis de infecção (GHIRALDELLI *et al.*, 2006).

Neste estudo, não houve diferenças estatisticamente significativas na contagem de trombócitos e leucócitos totais e de linfócitos em *A. gigas* parasitados por *Dawestrema* spp. e *P. macrorhynchus* ou por *I. multifiliis*, mas a contagem de neutrófilos, monócitos e eosinófilos foram maiores em peixes parasitados por *Dawestrema* spp. e *P. macrorhynchus*. Similarmente, um aumento do número de neutrófilos e monócitos em *O. niloticus* parasitadas por monogenoideas, *Trichodina* sp., *Epystilis* sp., *Lamproglena* sp. e *Argulus* foi relatado por GHIRALDELLI *et al.* (2006), assim como o aumento de monócitos em *Prochilodus lineatus* parasitados por *Neoechinorhynchus curemai* (BELO *et al.*, 2013). Por outro lado, em *A. gigas* parasitados por *Dawestrema* spp. foi descrito aumento do número de trombócitos totais e linfócitos. O aumento do número de neutrófilos e monócitos parece estar relacionado à intensidade de parasitos, uma vez que índices elevados podem induzir a uma maior população de neutrófilos circulantes (GHIRALDELLI *et al.*, 2006). Por isso, a contagem de leucócitos em peixes tem sido utilizada para avaliar a reação do sistema imunológico às doenças parasitárias (ALI; ANSARI, 2012).



Neste trabalho, diferenças significativas nos parâmetros sanguíneos de *A. gigas* parasitados por *Dawestrema* spp. e *P. macrorhynchus* ou *I. multifiliis* foram constatadas. Porém, os peixes infectados por *I. multifiliis* eram mais jovens quando comparados aos demais. Diferenças em parâmetros sanguíneos podem ser esperadas quando se compara pirarucus em diferentes idades (ARAUJO *et al.*, 2009; DRUMOND *et al.*, 2010), pois peixes mais jovens apresentam crescimento de tecidos hematopoiético, tais como rim e baço (DRUMOND *et al.*, 2010)

## 8 CONCLUSÕES

Em pirarucus *Arapaima gigas* cultivados em pisciculturas no Estado do Amapá foram encontrados *Dawestrema* spp. *I. multifiliis* e *P. macrorhynchus*, comuns em ambiente de cultivo. Mas houve diferenças no nível de infecção entre pisciculturas. O tamanho dos hospedeiros influenciou o parasitismo por *Dawestrema* spp. e *I. multifiliis*. Apesar do parasitismo os peixes não apresentaram sinais clínicos de doenças e nem comprometimento de seu fator de condição, indicando que estavam aparentemente saudáveis.

Infecções parasitárias causaram alterações em parâmetros sanguíneos de pirarucus, as quais não puderam ser relacionadas com os níveis de infecção parasitária. Porém, os resultados obtidos indicam a necessidade de melhorias sanitárias nos viveiros de cultivo, para evitar o desenvolvimento de parasitoses com ciclo de vida indireto. Este foi o primeiro relato de *P. macrorhynchus* em *A. gigas* em cultivados no Brasil.

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, E.G.; POLEZ, V.L.P.; CORRÊA, C.F.; MAZON, A.F.; ARAUJO, M.R.R.; MORAES, G.; RANTIN, F.T. Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. **Comparative Physiology and Biochemistry**, v.133, p. 375-382, 2002.

AHMED, M.S.; IQBAL, T.; MAHMOOD, A.; GULZARIN, M.; ABID, M. Helminth parasites of some freshwater fishes. **Punjab University Journal of Zoology**, v. 22, p.1-6, 2007.

ALOO, P. A. A comparative study of helminth parasites from the fish *Tilapia zillii* and *Oreochromis leucostictus* in Lake Naivasha and Oloidien Bay, Kenya. **Journal of Helminthology**, v. 76, p. 95–102, 2002.

ALOO, P.A; DEZFULI, B.S. Occurrence of cystacanths of *Polyacanthorhynchus kenyensis* larvae (Acanthocephala) in four teleostean fishes from a tropical lake, Lake Naivasha, Kenya. **Folia Parasitologica**, v.44, n. 3, p. 233-238, 1997.

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

AMIN, O.M.; DEZFULI, B.S. Taxonomic notes on *Polyacanthorhynchus kenyensis* (Acanthocephala: Polyacanthorhynchidae) from Lake Naivasha, Kenya. **Journal of Parasitology**, v. 81, p. 76-79, 1995.

ARANTES, C. C.; CASTELLO, L.; GARCEZ, D. S. Variações entre contagens de *Arapaima gigas* (Schinz) (Osteoglossomorpha, Osteoglossidae) feitas por pescadores individualmente em Mamirauá, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n.3, p.263-269, 2007.

ARAUJO, C.S.O; GOMES, A.L.; TAVARES-DIAS M.; ANDRADE, S.M.S.; BELÉM-COSTA, A.; BORGES, J.T.; QUEIROZ, M.N.; BARBOSA, M. Parasitic Infection in Pirarucu fry, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatidae) kept In a semi-intensive fish farm in Central Amazon, Brazil. **Veterinary Archive**, v. 79, p. 499-507, 2009a.

ARAUJO, C.S.O.; TAVARES-DIAS, M.; GOMES, A. L.S.; ANDRADE, S.M.S.; LEMOS, J.R.G.; OLIVEIRA, A.T.; CRUZ, W.R.; AFFONSO, E.G. Infecção parasitária e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae), cultivados no Estado do Amazonas, Brasil In: TAVARES-DIAS, M. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Embrapa Amapá, p.389-424, 2009b.

BAIRD, J.; IMBIRIBA, E.P. Piscicultura do Pirarucu, *Arapaima gigas*. **Boletim EMBRAPA CPATU**, v. 52, p.17, 1986.

BAYLIS, H.A. Some parasitic worms from *Arapaima gigas* (teleostean fish) with a description of *Philometra senticosa* n.sp. (Filarioidea). **Parasitology**, v.19, p.35- 47, 1927.

BELO, M.A.A.; SOUZA, D.G.F.; FARIA, V.P.; PRADO, E.J.R.; MORAES, F. R.; ONAKA, E.M. Haematological response of curimbas *Prochilodus lineatus*, naturally infected with *Neoechinorhynchus curemai*. **Journal of Fish Biology**, v. 82, p.1403–1410, 2013.

BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W.R.; LORENZ, E. K.; MALUF, M. L. F. Parâmetros eritrocitários e glicose sanguínea do pacu *Piaractus mesopotamicus*, cultivados em tanque rede estocado em diferentes densidades. In: ZOOTEC, 2009, São Paulo. **Anais...São Paulo: FZEA/USP-ABZ**, 2009, p.1-4.

BUCHMANN, K.; BRESCANI, J. Monogenoidea (Phylum Platyhelminthes) 2<sup>o</sup> ed. In.: PTK WOO, 2006. **Fish diseases and disorders**. Volume 1: Protozoan and metazoan infections. Biddles: King's Lyn, UK. p. 297-344.

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

CAMARGO, S.G.O.; POUHEY, J.L.O.F. Aquicultura – um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.

CASTELLANI, D; BARRELLA, W. Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira – SP. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, v. 29, n. 1, p. 168-176, 2005.

CAVERO, B.A.S. **Densidade de Estocagem de Juvenis de Pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanque rede de pequeno volume.** 2002, 51f, Dissertação de mestrado, INPA, Manaus, 2002.

CAVERO, B.A.S. **Uso de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829).** 2004, 79f, Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2004.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38 n. 3, p. 397-402, 2003.

CRESCÊNCIO, R. **Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares.** 2001. 35 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2001.

DICKERSON, H.W. *Ichthyophthirius multifiliis* and *Cryptocaryon irritans* (Phylum Ciliophora). In.: PTK Woo, **Fish diseases and disorders**. Volume 1: Protozoan and metazoan infections. UK: BIDDLES; KING'S LYN, 2006. p.116-153. 2<sup>th</sup> ed.

DRUMOND, G.V. F; CAIXEIRO, A.P.A.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J.L.; AFFONSO, E.G. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. **Acta Amazonica**, v.40, n.3, p. 591-596, 2010.

EIRAS, J.C.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; ISHIKAWA, C.M.; ALEXANDRINO, A.C.; EIRAS, A.C. Ectoparasites of semi-intensively farmed tropical freshwater fish *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Colossoma macropomum* in Brazil. **Bulletin-European Association of Fish Pathologists**. v.15, n.5, p. 148-151, 1995.

EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes.** Maringá: Ed. EDUEM, 2006. 199p.

EIRAS, J.C., TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. **Diversidade dos parasitos de peixes de água doce do Brasil.** Maringá: CLICHETEC, 2010. 333p.

FARIA P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P.; TURRA, E.M.; PRADO, S.A.; LUZ, R.K.; MELO, D.C.; SOUSA, A.B. Situação da aquicultura e da pesca no Brasil e no mundo – 2008, **PUBVET**, v. 3, n. 19, p. 1-16, 2009.

GAINES, A. P. L.; LOZANO, L. E. S.; VIANA, G. M.; MONTEIRO, P. C.; ARAUJO, C.S.O. Tissue changes in the gut of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), infected by the nematode *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929). **Neotropical Helminthology**, v.6, n. 2, p. 147–157, 2012.

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

GAMA, C.S., A criação de tilápia no estado do Amapá como fonte de risco ambiental, **Acta Amazônica**, v.38, n. 3, p. 525-530, 2008.

GHIRALDELLI, M.; MARTINS, M. L.; YAMASHITA, M. M.; JERÔNIMO, G. T., Ectoparasites influence on the haematological parameters of Nile Tilapia and Carp culture in the state of Santa Catarina, South Brazil. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 1, n. 3, p. 270-276, 2006.

GODOI, M.M.I.M.; ENGRACIA, V.; LIZAMA, M.L.A.P.; TAKEMOTO, R.M. Parasite-host relationship between the tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) and ectoparasites, collected from fish farms in the City of Rolim de Moura, State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 515–524, 2012.

HOUSTON, A.H. Blood and circulation. In: Methods of fish biology. SCHRECK, C.B.; MOYLE, P.B. (Eds.), **American Fisheries Society**, Maryland: USA, 1990. p. 273-334.

IMBIRIBA, E.P. potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em Cativeiro. **ACTA Amazônica** v.31, p. 299-316, 2001.

ISAAC, V.J.; BARTHEM, R. B. **Os Recursos pesqueiros da Amazônia brasileira**. Belém, PR-MCT/CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi. 1995.

ISHIKAWA, M.M.; PADUA, S.B.; SATAKE, F.; HISANO, H.; JERONIMO, G.T.; MARTINS, M.L. Heparina e Na<sub>2</sub>EDTA como anticoagulante para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*): eficácia e alterações hematológicas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1557-1561, 2010.

KAOUACHI, N.; BOUALEEG, C.; BENSOUILAH, M.; MARCHAND, B. Monogenean parasites in sparid fish (*Pagellus* genus) in eastern Algeria coastline. **African Journal of Microbiology Research**, v.4, p. 989-993, 2010.

KRITSKY, D.C.; BOEGER, W.A.; THATCHER, V.E. Neotropical Monogenea. Parasites of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescriptions of *Dawestrema cycloancistrum* Prince and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Biological Society Washington**, v.98, p 321-331, 1985.

KUBITZA, F., O mar está para peixe... para peixe cultivado. **Panorama de Aquicultura**, v. 17, n.100, p.14-23, 2007a.

LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; AYROZA, L.M.S.; PAVANELLI, G.C. Relação parasito-hospedeiro em peixes de piscicultura da região de Assis, estado de São Paulo. Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1957). **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 29, p. 223-231, 2007a.

LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; AYROZA, L.M.S.; PAVANELLI, G.C. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 2. *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Acta Scientiarum. Biological. Science**, v.29, p. 437-445, 2007b.

LUQUE JL. Biologia e epidemiologia e controles de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 161-165, 2004.

MACHADO-FILHO, D.A. Revisão do Gênero "*Polyancanthorhynchus*" Travassos, 1920 (Acanthocephala, Rhadinorhynchidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.7, p. 195-201, 1947.

MADI, R.R.; UETA, M.T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.18, p. 38-41, 2009.

MALTA, J.C.O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S. Infestação maciça por acantocéfalos *Neochinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. **Acta Amazonica**, v. 31 n. 1, p. 133-143, 2001.

MARQUES, B.F.; CABRAL, H.N. Effects of sample size on fish parasite prevalence, mean abundance and mean intensity estimates. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, p.158-162, 2007.

MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; FUJIMOTO, R.Y.; ONAKA, E.M.; NOMURA, D.T.; SILVA, C.A.H.; SCHALCH, S.H.C. Parasitic infections in cultivated freshwater fishes a survey of diagnosed cases from 1993 to 1998. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n. 1, p. 23-28, 2000.

MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; BOZZO, F.R.; PAIVA, A.M.F.C.; GONÇALVES, A. Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum Biology Science**, v. 24, p. 981-985, 2002.

MARTINS, M.L.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y.; ONAKA, E. M.; NOMURA, D. T. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**. v. 56, n. 5 p. 640-646, 2004.

MOUCHREK FILHO, V.E.; CHAAR, J.S.; NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK FILHO, J. E.; COSTA, I. S.; MARTINS, A. G. L. A.; MARINHO, S. C. Avaliação microbiológica do Pirarucu (*Arapaima gigas*) seco e salgado, comercializado nas feiras livres da cidade de Manaus – AM, **Caderno de Pesquisa, São Luís**, v. 13, n. 1, p. 14-21, 2002.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2010, p. 1 – 129, Brasília; DF, 2012.

NICKOL, B. B.; Phylum Acanthocephala. In PTK Woo, Fish **diseases and disorders**. Volume 1: Protozoan and metazoan infections. 2<sup>th</sup> ed. Biddles, King's Lyn, UK. p.444-465, 2006.

ONO, E.A.; ROUBACH, R.; PEREIRA FILHO, M. Pirarucu production: advances in Central Amazon, Brazil, **Global Aquaculture Advocate**, v.6, p. 44-46, 2003.



ONO, E.A.; HALVERSON, M.R.; KUBITZA, F. Pirarucu, O Gigante Esquecido. **Panorama de Aquicultura**, v. 14, n. 81, p. 14-25, 2004.

ONO, E.A.; NUNES, E.S.S.; CEDANO, J.C.C.; FILHO, M.P.; ROUBACH, R. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu - **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 2, p. 249-254, 2008.

PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M.A.P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects, **In: S.M. THOMAZ, A.A. AGOSTINHO, N.S. HAHN. The upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and conservation**, 2004. p. 309-329.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. Parasitoses. **Doenças de peixe: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: Eduem, 2008. P.1-132.

PEREIRA-FILHO, M., ROUBACH, R. Pirarucu, *Arapaima gigas*. **In: B. BALDISSEROTTO, L. C. GOMES. Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM, 2005.p. 37-66.

PINHEIRO, D.A.; TAVARES-DIAS, M.; DIAS, M.K.R.; SANTOS, E.F. MARINHO, R.G.B. Primeiro registro da ocorrência de protozoário em tamoatá *Hoplosternum littorale* no Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, v.39, n.2, p. 169-177, 2013.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; GODINHO, H.M. Estudos hematológicos do curimbatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae). Série vermelha. **Boletim Instituto de Pesca**, v.12, n. 2, p. 25-35, 1985.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SALLES, F.A.; EIRAS, J. C.; EIRAS, A.C.; ISHIKAWA, C.M.; ALEXANDRINO, A.C. Análises hematológicas de curimbatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. único, n. 25 p.77 - 83,1999.

ROHDE, K.; HAYWARD, C.; HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. **Int. Journal of. Parasitology**. V. 25, p. 945-970, 1995.

SAMPAIO, F. G.; BOIJINK, C. L.; SANTOS, L.R.B.; OBA, E. T.; KALININ, A. L.; LUIZ, A. J. B.; RATIN, F. T. Antioxidant defenses and biochemical changes in the neotropical fish pacu, *Piaractus mesopotamicus*: Responses to single and combined copper and hypercarbia exposure, **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part C 156, p.178-186, 2012.

SANTOS, C. P.; MORAVEC, F.; ROSSANA VENTURIERI, R. *Capillostrongyloides arapaimae* sp. n. (Nematoda: Capillariidae), a new intestinal parasite of the arapaima *Arapaima gigas* from the Brazilian Amazon. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, n.103, p. 392-395, 2008.

SANTOS, S. M. C. dos; CECCARELLI, P. S.; LUQUE, J. L. Helminthos parasitos do pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) Osteoglossiformes: Arapaimidae), no rio Araguaia, estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, n.3, p.171-173, 2008.

SANTOS, R.B.S.; TAVARES-DIAS, M. Células sanguíneas e resposta hematológica de *Oxydoras niger* (Pisces, Doradidae) oriundos da bacia do Médio Rio Solimões, Estado do Amazonas, Brasil, naturalmente parasitados. **Boletim do Instituto de Pesca**. v.36, n.4, p. 283-292, 2010.

SANTOS, E.F.; TAVARES-DIAS, M; PINHEIRO, D.A; NEVES, L.R.; MARINHO, R.G.B; DIAS, M.K.R. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 1 p. 107-114, 2013.

SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R. Distribuição sazonal de parasitos branquiais em diferentes espécies de peixes em pesque-pague do município de Guariba, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 14, n. 4, p.141–146, 2005.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS. **Manual de boas práticas de produção de pirarucu em Cativeiro, projeto pirarucu da Amazônia**. Porto Velho: ed. SEBRAE, 2011. p.1-25.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURN, S, V.; ALVES JÚNIOR, A.J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial – Agroindústria**. n.35, p. 421-463, 2012.

SILVA, A.S.E.; LIMA, J.T.A.X.; BLANCO, B.S. Hematologia em peixes (revisão bibliográfica), **Revista Centauro**, v. 3, n.1, p 24 – 32, 2012.

SILVA-SOUZA, A.T.; ALMEIDA, S. C.; MACHADO, P. M. EFFECT OF THE INFESTATION BY *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda, Lernaeidae) on the leucocytes of *Schizodon intermedius* GARAVELLO; BRITSKI, 1990 (Osteichthyes, Anostomidae). **Revista brasileira de biologia**, v. 2, n.60, p 217-220, 2000.

SOARES, E. C. Cultivo Intensivo de espécies carnívoras. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n.2, 2008.

SONODA, D.Y.; CAMPOS, S.K.; CYRINO, J.E.P.; SHIROTA. Demand for fisheries products in Brazil. **Scientia Agricola**, n. 69, p. 313-319, 2012.

THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. 2. ed. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, 2006. 508p.

TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M.A.P.; LACERDA, A.C.F.;YAMADA F.H.; MOREIRA, L.H.A.; CESCHINI, T.L.; BELLAY, S. Diversity of parasites of fish from the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 69, p. 691-705, 2009.

TAVARES-DIAS, M; SANDRIM, E.F.S., Características hematológicas de teleósteos brasileiros. I. Série vermelha e dosagem de cortisol e glicose do plasma sanguíneo de espécimes de *Colossoma macropomum* em condições de cultivo, **Acta Scientiarum** v.20, n. 2, p. 157–160, 1998.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; KRONKA, S.N., Evaluation of the haematological parameters in *Piaractus mesopotamicus* Holmberg ( Osteichthyes, Characidae) with *Argulus* sp. (Crustacea, Branchiura) infestation and treatment with organophosphate. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, n.16, p. 553-555, 1999a.

TAVARES-DIAS, M; SANDRIM, E.F.S.; CAMPOS-FILHO, E. Características hematológicas do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier (Osteichthyes, Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. II. Leucócitos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, n.1, p.175-184, 1999b.

TAVARES-DIAS, M; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R., Relação hepatossomática e esplênossomática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.17, n.1, p. 273-281, 2000.

TAVARES-DIAS, M; MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, São Paulo, Brasil. I. Protozoários. **Revista brasileira de Zoologia**, v.18, p.67-79, 2001a.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES; F. R.; MARTINS, M. L.; KRONKA, S. N. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pagues” do município de Franca, São Paulo, Brasil. II. Metazoários. **Revista brasileira de Zoologia**, v.18, p.81-95, 2001b.

TAVARES-DIAS, M; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L.; SANTANA, A.E. Haematological changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) with gill ichthyophthiriasis and saprolegniosis. **Boletim do Instituto de Pesca**, n.1, v. 28, p. 1-9, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "pesque-pague" de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 19, p. 103-110, 2003.

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

TAVARES-DIAS, M.; LEMOS, J. R. G.; ANDRADE, S.M.S. DE, AQUINO-PEREIRA, S. L. Ocorrência de ectoparasitos em *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characidae) cultivados em estação de pisciculturas na Amazônia Central. **CIVA**. p.726 –731, 2006.

TAVARES-DIAS, M; BARCELLOS, J.F.M.; MARCON, J.L.; MENEZES, G.C.; ONO, E.A.; AFFONSO, E.G., Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net cage culture, **Electronic Journal of Ichthyology**, v. 2, p. 61-68, 2007a.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R., Leukocyte and thrombocyte reference values catfish (*Ictalurus punctatus*) with an assessment of morphologic, cytochemical and ultrastructural features. **Veterinary Clinical Pathology**, v.36, p. 39-54, 2007b.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. Hematological assessment in four Brazilian Teleost fish with parasitic infections, collected in feefishing from Franca, São Paulo, Brazil. **Boletim Instituto de Pesca**, v.34, n.2, p.189-196, 2008.

TAVARES-DIAS, M.; ISHIKAWA, M. M.; MARTINS, M. L.; SATAKE, F.; HISANO, H.; PÁDUA, S. B.; JERÔNIMO, G.T.; SÁ, A.R.S. Hematologia: Ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: NETTO, A.S.; MARIANO, W.S.; SORIA, S.F.P. (Ed.) **Tópicos especiais em saúde e criação animal**. São Carlos: Pedro & João, 2009. Cap.2, p.43 – 80.

TAVARES-DIAS, M. **Piscicultura continental no Estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 81. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. 42p.

VIVAS, W. L. P. **Manual prático de hematologia**. São Paulo: PROEAD-UNIT, 2007.

ZAR, J. H., **Biostatistical analysis**. 5<sup>th</sup>. New Jersey: ed. Prentice Hall, 2010. 944p.