



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Sanidade de peixes criados no Brasil Central: Doenças parasitárias e suas interações com o ambiente e hospedeiros

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Doutora em Aquicultura.

Orientador: Maurício Laterça Martins

GABRIELA TOMAS JERÔNIMO

Florianópolis/SC
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Jerônimo, Gabriela Tomas

Sanidade de peixes criados no Brasil Central: Doenças parasitárias e suas interações com o ambiente e hospedeiros / Gabriela Tomas Jerônimo ; orientador, Maurício Laterça Martins - Florianópolis, SC, 2013.

152 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Cultivo. 3. Pseudoplatystoma. 4. Piaractus. 5. Trichodina. I. Martins, Maurício Laterça. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III. Título.

Sanidade de peixes criados no Brasil Central: Doenças parasitárias e suas interações com o ambiente e hospedeiros

Por

GABRIELA TOMAS JERÔNIMO

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de

DOUTOR EM AQÜICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Maurício Laterça Martins – *Orientador*

Dra. Anita Rademaker Valença

Dr. Evoy Zaniboni Filho

Dr. Edson Aparecido Adriano

Dr. Marcos Tavares Dias

*“Não importa que as flores murchem
Importa que depois delas
Outras virão de suas sementes
Importa regar as últimas esperanças
Importa adubar os sonhos.
Não se sonha por sonhar
Sonha-se por crer que um dia
O sonho se fará sonhar
Vale sonhar
Principalmente quando sonhamos
Em realizar os sonhos dos outros ”*

CHICO POETA

*Aos meus pais
Eliseu e Albertina*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve, está e estará ao meu lado em todos os momentos, me guiando, protegendo e abençoando imensamente.

“Porque todo o que é nascido de Deus vence o mundo; e esta é a vitória que vence o mundo, a nossa fé.” (I João 5:4)

Ao Prof. Dr. Maurício Laterça Martins, meu orientador, pela confiança depositada durante toda minha jornada acadêmica e pela oportunidade de realizar este trabalho. Agradeço-o ainda, pelos incentivos e ensinamentos, sempre transmitidos com muita paz, serenidade e humildade, que com certeza levarei para vida toda. Na verdade, não tenho palavras que sintentizem toda minha gratidão a ele.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.” (Cora Coralina)

À Dra. Márcia Mayumi Ishikawa, pela confiança, oportunidade, ajuda e sugestões durante a realização do meu projeto de doutorado. Pela receptividade junto a sua equipe da *Embrapa Agropecuária Oeste* e por ter se esforçado tanto para que este trabalho se tornasse realidade. Obrigada por tudo!!!

Ao Pesqueiro Santo Antônio e a Mar & Terra Pescados pelas portas abertas e colaboração com o projeto.

Aos integrantes da Banca Examinadora, Dra. Anita Rademaker Valença, Dr. Edson Aparecido Adriano, Dr. Evoy Zaniboni Filho e Dr. Marcos Tavares Dias, pelos comentários e sugestões apresentados com objetivo de valorizar e enriquecer este trabalho.

A toda família Embrapa, assim denominada por mim, porque sem ela eu não teria desenvolvido este trabalho. Anderson Brondani Vendruscolo, Bianca Rafaela Fiori Tamporoski, Débora Marques, Francielen Maria Santi, Juliana Simeão dos Santos, Pamela Pietro, Robson Soares Capecchi, e em especial Arlene Sobrinho Ventura, sem vocês este trabalho não teria se concretizado. Obrigada pelo carinho e amizade, além da valiosa colaboração direta ou indireta, seja em coleta de amostras de água, seja em acompanhar longas jornadas de coleta de material biológico e triagem de material. Meu muitíssimo obrigada!!!

Ao meu “irmão caçula” Santiago Benites de Pádua, carinhosamente chamado de cabeção/amarelo/trakinão/zé ruela, que mesmo com todas

diferenças, construímos uma bela amizade. Um imenso agradecimento também por toda a ajuda, conversas, conselhos e desabafos nos momentos difíceis que nos assombraram nesta fase.

Ao Dr. Ricardo Massato Takemoto, da Universidade Estadual de Maringá, e ao Dr. Luis Eduardo Roland Tavares, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo auxílio na identificação de parasitos, conselhos, sugestões e esclarecimentos que foram de grande valia.

À Dra. Aurélia Maria Saraiva, da Universidade do Porto Portugal, por ter me acolhido tão gentilmente e cedido seu laboratório para realizar as análises histopatológicas. Agradeço-a ainda pela valiosa contribuição e sugestões para este trabalho.

À Sra. Maria Helena Moreira, técnica do laboratório de Histologia, da Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Portugal, pela amizade e apoio nas preparações histológicas.

À CAPES, pelas bolsas concedidas, de doutorado e doutorado sanduíche no exterior.

Ao Aquabrazil, pelo apoio financeiro.

Ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, por intermédio do Programa de Pós Graduação em Aquicultura, pela oportunidade concedida e por proporcionar meu crescimento pessoal e acadêmico.

Ao secretário do Programa de Pós Graduação em Aquicultura da UFSC, Carlito Klunk, pela paciência (e bota paciência) que dispensou a mim elucidando minhas frequentes dúvidas.

Ao “Seu Keka”, pela sua amizade e afeto, e que fez os dias no manguue mais especiais com suas demonstrações de carinho.

À todos amigos e colegas do laboratório AQUOS – Sanidade de Organismos Aquáticos, Aline Brum, Gabriela Hashimoto, Geovana Dotta, Jaqueline Alves, Jerko Ledic, Jully Anne Debortoli, Karen Roberta Tancredo, Katina Roumbedakis Ramos, Lucas Cardoso, Micael Boreli, Natália Costa Marchiori, Patrícia Garcia, Thais Lisboa e Zé

Bereta, pela amizade, carinho, momentos de descontração e por todos os favores que requeri, toda ajuda que solicitei, todas as informações que pedi e principalmente ter aturado tudo isso.

À Ágata Paseto, Daniela Bampi e Samantha Fontanella, pela triagem de material, apoio e amizade demonstrada.

Ao Eduardo Luis Tavares Gonçalves, pela valiosa ajuda com as análises estatísticas, críticas e sugestões.

Aos meus amigos “Sul Matogrossenses” que marcaram minha vida, Ednéia Escalhon, Hélen Mayara, Rômulo Gonçalves Júnior, Felicita, Juliana Pádua, Ariana Pádua, Luis Antônio, Fátima e Vanderlei que me receberam tão bem, me ajudaram sempre que necessário e deixaram meus dias mais alegres em Dourados e Campo Grande/MS. Meu muito obrigada por todo carinho, amizade, conversas, diversão e boas risadas. *“Abençoados os que possuem amigos, os que os têm sem pedir. Porque amigo não se pede, não se compra, nem se vende. Amigo a gente sente!”* (Machado de Assis)

Às minhas amigas inestimáveis, que estiveram sempre presentes, perto ou distante, Beatriz Gomes Nunes, Giselle Mari Speck, Michele Cavalheiro Nunes e Ana Carolina da Silva (Piririm), por toda força, estímulo, amizade e carinho. *“A amizade não se busca, não se sonha, não se deseja; ela exerce-se: é uma virtude.”* (Simone Weil)

Aos novos amigos de trabalho, Fábio de Farias Neves, Giovanni Lemos de Mello, Mauricio Emerenciano, Michelli Thomas e a toda equipe do Laboratório de Aquicultura da UDESC, pela força e estímulo na reta final deste trabalho.

À minha abençoada família, meus queridos pais Eliseu e Albertina, meus irmãos Cleber e Graziela, pelo amor incondicional e por apesar de não entenderem muito o que eu faço, estarem sempre na torcida e acreditarem em mim. Amo vocês! *“Nada lhe posso dar que já não exista em você mesmo. Não posso abrir-lhe outro mundo de imagens, além daquele que há em sua própria alma. Nada lhe posso dar a não ser a oportunidade, o impulso, a chave. Eu o ajudarei a tornar visível o seu próprio mundo, e isso é tudo”* (Hermann Hesse)

À Marcela Oliveira, minha cunhada e grande amiga, que me estendeu a mão na hora que eu mais precisei. Agradecimento eterno pelos conselhos, força, palavras de amizade e estímulo para que eu não desistisse dos meus sonhos. Meu muito obrigada, amo você.

Ao Francisco Jr., meu noivo, pelo incentivo e por estar ao meu lado me dando forças sempre com muito amor e carinho. Obrigada por tudo. Amo você.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

“A gratidão é um fruto de grande cultura; não se encontra entre gente vulgar.” (Samuel Johnson)

RESUMO

Nos últimos anos, o estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, apresentou incremento considerável na produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) e também para consolidar a produção de cachara (*P. reticulatum*). Porém, poucos estudos tem sido realizados para avaliar os aspectos sanitários desses peixes em cultivo no estado de Mato Grosso do Sul. O objetivo desse estudo foi mapear a fauna parasitária de cachara, surubins híbridos e pacu em diferentes sistemas de produção, e avaliar os possíveis efeitos sobre os hospedeiros e sua relação com as variações ambientais. Foram ainda avaliados os parâmetros hematológicos de surubins híbridos e pacus, como ferramenta no auxílio para diagnóstico de doenças. Com os resultados obtidos pôde-se observar que surubins híbridos albergam grande fauna parasitária, inclusive, parasitos atípicos dos peixes progenitores, a qual não causou grandes riscos aos animais de criação. Já os parâmetros hematológicos desses peixes, evidenciaram clara relação com variáveis ambientais e os métodos de cultivos. Cachara cultivado em tanque rede apresentou grande diversidade de parasitos e o protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* foi o parasito mais prevalente. Em pacu observou-se alterações hematológicas e histopatológicas resultantes de infestação pelo monogenea *Anacanthorus penilabiatus*. Essa espécie ainda revelou ser hospedeira de *Trichodina colisae*, parasito protozoário com primeira ocorrência na América do Sul. Dessa forma, este trabalho contribui para o avanço na consolidação do cultivo dessas espécies.

Palavras-chave: cultivo, *Pseudoplatystoma*, *Piaractus*, parasito, hematologia, *Trichodina*

ABSTRACT

In the last years, the State of Mato Grosso do Sul, Brasil presented significant increase in the production of pacu (*Piaractus mesopotamicus*), hybrid surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) and also to consolidate the cachara (*P. reticulatum*) production. Nevertheless, few studies were realized to evaluate the sanitary aspects of these fish. The aim of this study was to map out and analysis the parasitic fauna of cachara, hybrid surubim and pacu from different production systems and evaluate the possible effects on the hosts and their relationship with the environmental conditions. It was also analyzed the haematological parameters in the hybrid surubim and pacu as a tool to complement the disease diagnosis. From these results, it was observed that hybrid surubim harbored extensive parasitic fauna including uncommon parasite species of their parents but with no effects on the fish health under rearing. Haematological parameters of these fish showed clear relation with the environmental conditions and rearing methods. Cage-farmed cachara showed great variety of parasites and the protozoan *Ichthyophthrius multifiliis* was the most prevalent. In pacu haematological and histopathological alterations were found as a result of monogenean *Anacanthorus penilabiatus* infestation on the fish health. This species also revealed to be a host for *Trichodina colisae*, protozoan parasite firstly registered in the South America. Thereby, this study contributes to improvement and consolidation of these fish under farming conditions.

Keywords: culture, *Pseudoplatystoma*, *Piaractus*, parasite, haematology, *Trichodina*

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

FIGURA 1 - Distribuição geográfica de <i>Piaractus mesopotamicus</i> Holmberg, 1887	32
FIGURA 2 - <i>Piaractus mesopotamicus</i> Holmberg, 1887	33
FIGURA 3 - Distribuição geográfica de <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> e <i>P. reticulatum</i>	40
FIGURA 4 - <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> Spix e Agassiz, 1829	41
FIGURA 5 - <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> Eingenmann e Eingenmann, 1889	41

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 - Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro de <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> da piscicultura A. O ₂ : oxigênio dissolvido; Op: ortofosfato; Transp: transparência; Cond: condutividade; Temp: temperatura; Alk: alcalinidade; C: estação fria (“cold season”); H: estação quente (“hot season”)	66
FIGURA 2 - Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> da piscicultura B. O ₂ : oxigênio dissolvido; Op: ortofosfato; Transp: transparência; Cond: condutividade; Temp: temperatura; Alk: alcalinidade; C: estação fria (“cold season”); H: estação quente (“hot season”)	67
FIGURA 3 - Cortes histológicos da brânquia de <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> . Telangiectasia (a – seta) com discreta hiperplasia epitelial localizada na base das lamelas secundárias (a, b – asterisco), presença de Monogenea entre os filamentos branquiais (b – seta pontilhada) com proliferação de células mucosas no tecido adjacente ao parasito (b – ponta das setas). Coloração: Azul de toluidina, barra= 100 µm.	72

CAPÍTULO 2

- FIGURA 1 - Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro de cultivo semi intensivo para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*). O₂: oxigênio dissolvido; Op: ortofosfato; Transp: transparência; Cond: condutividade; Temp: temperatura; Alk: alcalinidade; C: estação fria (“cold season”); H: estação quente (“hot season”)..... 84
- FIGURA 2 - Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro de cultivo intensivo para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*).. O₂: oxigênio dissolvido; Op: ortofosfato; Transp: transparência; Cond: condutividade; Temp: temperatura; Alk: alcalinidade; C: estação fria (“cold season”); H: estação quente (“hot season”)..... 85

CAPÍTULO 4

- FIGURA 1 - Análise dos Componentes Principais (PCA) da qualidade de água na estação fria (C), e estação quente (H)..... 109
- FIGURA 2 - Regressão linear entre o número de *Anacanthorus penilabiatus* e peso de pacu *Piaractus mesopotamicus* . 111
- FIGURA 3 - Fotomicrografias de filamentos branquiais parasitados:
A. Detalhe do tecido epitelial (ep) deslocado pelos ganchos do parasito (*) uma prega na lamela (HE, Barra = 30 µm). B. Monogenea fixado no tecido interlamellar (epi), rasgando o tecido; lamella secundária (ls); monogenético (mo) (HE, Barra = 30 µm). C. Hiperplasia epitelial interlamellar com fusão parcial de leve a média (*) da lamela secundária (HE, Barra = 100 µm). D. Hiperplasia interlamellar epitelial severa com fusão total (*) da lamella secundária. Proliferação dos filamentos epiteliais (seta) (HE, Barra = 100 µm)..... 112

CAPÍTULO 5

- FIGURA 1 - *Trichodina colisae* Asmat e Sultana, 2005 impregnadas com nitrato de Prata de pacu (a) e do híbrido patinga (b) no Sudeste do Brasil, e pacu (c) do Brasil Central. Aparato nuclear corado com Giemsa (d) apresentando o macronúcleo em forma de ferradura (ma) e micronúcleo oval (mi). Bar= 10 μ m 121
- FIGURA 2 - Desenho esquemático dos dentículos de *Trichodina colisae* Asmat e Sultana, 2005 de pacu (a) e do híbrido patinga (b) no Sudeste do Brasil, e pacu (c) do Brasil Central..... 122

APÊNDICES

- FIGURA 1 - Informativo em formato de folder com orientações aos produtores sobre o envio de peixes com suspeita de doenças a laboratório especializado de diagnóstico..... 149
- FIGURA 2 - Desenho esquemático dos dentículos de *Trichodina colisae* Asmat e Sultana, 2005 de pacu (a) e do híbrido patinga (b) no Sudeste do Brasil, e pacu (c) do Brasil Central 150
- FIGURA 3 - Matéria publicada na Panorama da Aquicultura com intuito de atingir o setor produtivo (estudantes, técnicos e produtores) sobre métodos de coleta de parasitos de peixes. 151
- FIGURA 4 - Material informativo em formato de cartilha, publicado pela Embrapa, com intuito de atingir o setor produtivo (principalmente produtores) sobre métodos de coleta de parasitos de peixes 152

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO

TABELA 1 - Parasitos de <i>Piaractus mesopotamicus</i> , observados até o presente.....	35
TABELA 2 - Parasitos de <i>Pseudoplatystoma</i> spp. observados até o presente. Lacunas assinaladas com (+) indicam hospedeiro infectado.....	45

CAPÍTULO 1

TABELA 1 - Características das pisciculturas semi intensiva (A) e intensiva (B) de cultivo de <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> , em Mato Grosso do Sul, Brasil.	63
TABELA 2 - Parâmetros físicos químicos da água dos viveiros das pisciculturas A e B	63
TABELA 3 - Dados biométricos de <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> cultivados nas diferentes estações nas diferentes pisciculturas..	79
TABELA 4 - Prevalência (%) de parasitismo em <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> das diferentes pisciculturas.....	80
TABELA 5 - Intensidade média (media \pm desvio padrão, valores mínimo e máximo) de parasitos em <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> das diferentes pisciculturas..	81

CAPÍTULO 2

TABELA 1 - Parâmetros físico químicos da água dos viveiros das pisciculturas intensiva e semi intensiva.....	82
TABELA 2 - Biometria e parâmetros hematológicos de surubim híbrido (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> x <i>P. reticulatum</i>) cultivado no Brasil. PPT: proteínas plasmáticas totais, MCHC: concentração de hemoglobina corpuscular média, MCV: volume corpuscular médio, LG-PAS: leucócitos granular PAS-positivo.	86

CAPÍTULO 3

TABELA 1 - Prevalência de parasitos em cachara (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>) cultivado em tanque-rede, no Pantanal sul-mato-grossense.	99
---	----

CAPÍTULO 4

TABELA 1 - Índices parasitológicos de <i>Piaractus mesopotamicus</i> infestados por <i>Anacanthorus penilabiatus</i> nas estações quente e fria.	109
TABELA 2 - Parâmetros biométricos, eritrograma e proteína plasmática total em <i>Piaractus mesopotamicus</i> parasitados por diferentes classes de parasitismo por <i>Anacanthorus penilabiatus</i>	110
TABELA 3 - Número total de leucócitos e trombócitos e contagem diferencial de leucócitos em <i>Piaractus mesopotamicus</i> parasitados por diferentes classes de parasitismo por <i>Anacanthorus penilabiatus</i>	111

CAPÍTULO 5

TABELA 1 - Medidas de <i>Trichodina</i> sp. de dois peixes de água doce cultivados no Brasil. População A e C possui pacu como hospedeiro; População B tem o híbrido patinga como hospedeiro.	124
TABELA 2 - Medidas de espécies de <i>Trichodina</i> semelhantes ao presente material. As médias estão seguidas por desvio padrão, e em parenteses os valores mínimo e máximo.	125

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	27
1. Dados estatísticos da produção.....	27
2. Importância do estudo ictiopatólogico em aquicultura.....	28
2.1. Fauna parasitária de peixes.....	29
2.2. Parâmetros hematológicos de peixes.....	29
2.3. Histopatologia de peixes	31
3. Descrição dos peixes estudados	31
3.1. <i>Piaractus mesopotamicus</i> Holmberg, 1887.....	31
3.1.1. Taxonomia.....	31
3.1.2. Distribuição geográfica	32
3.1.3. Biologia e características.....	33
3.1.4. Doenças parasitárias	34
3.2. Gênero <i>Pseudoplatystoma</i>	38
3.2.1. Taxonomia.....	38
3.2.2. Distribuição geográfica	39
3.2.3. Biologia e características.....	39
3.2.4. Híbridos interespecíficos.....	42
3.2.5. Doenças parasitárias.....	43
JUSTIFICATIVA	58
OBJETIVOS	59
Objetivo Geral.....	59
Objetivo Específico.....	59
CAPÍTULO 1 - Relação hospedeiro-parasito-ambiente em híbridos <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> x <i>P. coruscans</i> cultivados no Brasil	60
Resumo.....	61
Abstract.....	61
Introdução.....	62
Materiais e Métodos	63
Resultados.....	65
Discussão.....	72
Agradecimentos.....	74
Referências bibliográficas	75

**CAPÍTULO 2 - Parâmetros hematológicos de surubim híbrido
cultivado em piscicultura de sistema intensivo e
semi intensivo no Brasil 78**

Resumo.....	79
Abstract.....	79
Introdução.....	80
Material e Métodos	81
Resultados.....	83
Discussão.....	87
Agradecimentos	91
Referências.....	91

**CAPÍTULO 3 - Parasitofauna de cachara cultivado em tanque
rede no rio Paraguai..... 96**

Resumo.....	97
Abstract.....	97
Referências.....	101

**CAPÍTULO 4 - Análise hematológica e histopatológica no peixe
Sul Americano *Piaractus mesopotamicus*
parasitado por *Monogenea Anacanthorus*
penilabiatus (Dactylogyridae)..... 104**

Abstract.....	105
Resumo.....	106
Introdução.....	106
Material e Métodos	107
Resultados.....	108
Discussão.....	113
Agradecimentos	115
Referências.....	115

**CAPÍTULO 5 - *Trichodina colisae* (Ciliophora: Trichodinidae):
novo parasito de duas espécies de peixes de água
doce cultivadas no Brasil 118**

Abstract.....	119
Resumo.....	119
Introdução.....	119
Material e Métodos	120
Resultados.....	121
Discussão.....	123

Sumário taxonômico	128
Referências.....	129
CONCLUSÕES GERAIS	131
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO.....	132
APÊNDICE.....	149

INTRODUÇÃO GERAL

1. DADOS ESTATÍSTICOS DE PRODUÇÃO

De acordo com a FAO (2010), a produção mundial de pescados atingiu cerca de 145 milhões de toneladas em 2009. Embora a produção oriunda da captura tenha estagnado e ainda apresentado decréscimo de 0,7% entre 2008 e 2009, a produção aquícola revelou, entre 2001 e 2009, crescimento de 24%. No que se refere à produção mundial de pescados de água doce, o pescado oriundo da captura e da aquicultura apresentaram incremento de aproximadamente 15% e 29%, respectivamente, entre 2004 e 2009. É neste contexto que a aquicultura tem demonstrado seu papel determinante, pois apesar de ser uma atividade competitiva à pesca, é também complementar ao aliviar a pressão exercida sobre algumas espécies piscícolas com a oferta de alternativas ao consumidor.

O Brasil possui 13% da reserva de água doce do mundo e 8,5 mil quilômetros de extensão marítima. Além disso, possui enorme diversidade piscícola o que o torna um dos países a nível mundial com maior potencial de desenvolvimento na indústria aquícola.

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (2012), a produção aquícola no Brasil em 2010 foi de cerca de 480 mil toneladas o que representa incremento de 15,3% em relação à produção de 2009. Atualmente a maior parcela da produção aquícola nacional é oriunda da aquicultura continental correspondendo a cerca de 82%. Segundo a mesma fonte, a produção continental brasileira é ancorada no cultivo de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e carpas (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* e *Aristichthys nobilis*), representando cerca de 63%. Contudo, outras espécies tais como pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seus híbridos como o tambacu (*C. macropomum* fêmea x *P. mesopotamicus* macho) merecem destaque, pois juntos representam aproximadamente 25% da produção aquícola continental.

Em termos de produção por regiões brasileiras, a região Centro Oeste ocupa o quarto lugar na *ranking* de produção aquícola continental com produção em torno de 70.000 toneladas. Nesta região, o Estado de Mato Grosso lidera com 35.333 toneladas, Goiás com 18.750,1 toneladas, Mato Grosso do Sul com 14.523,8 toneladas e o Distrito Federal com 1.233,1 toneladas. No ponto de vista econômico os valores mais atuais que se encontram disponíveis são os apresentados pelo

IBAMA (2007) que se refere a uma receita de aproximadamente 150 milhões de reais.

Porém, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul diferenciam-se das demais Unidades de Federação da região Centro Oeste pelo considerável incremento na produção de espécies nativas como o pintado, pacu, tambacu, patinga (*P. mesopotamicus* fêmea x *P. brachypomus* macho) e surubins híbridos. Do total do pescado produzido em 2007 em Mato Grosso do Sul, 65,2% foi proveniente de piscicultura, o que representava 15,6% da produção de pescado do Centro Oeste (IBAMA, 2007). Embora o uso de híbridos na aquicultura seja comum, a participação destes peixes na piscicultura nacional ainda tem sido modesta. Dessa forma, os dados estatísticos disponíveis até o momento não fornecem uma imagem clara do nível de produção de todos os híbridos produzidos no Brasil.

2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO ICTIOPATOLÓGICO EM AQUICULTURA

A piscicultura tem chamado atenção de empresários, pequenos, médios e grandes produtores que visando alternativas de lucro ou de melhor aproveitamento da propriedade, são responsáveis pelo crescente interesse em diversas sub-áreas dessa atividade. A demanda por alevinos e, conseqüentemente, por peixes adultos para pesqueiros, tem especial contribuição para tal crescimento (MARTINS et al., 2006). Com a difusão da aquicultura, a demanda por peixes está em franca expansão, tornando-se cada vez mais importante por ser de proteína animal de qualidade para o consumo humano. Porém, o crescimento da aquicultura implica em intensificação dos cultivos o que culmina em problemas relacionados à qualidade de água, alimentação, doenças infecciosas e parasitárias com significativos prejuízos econômicos (CECARELLI et al., 1990; MARTINS et al., 2002; JERÔNIMO et al., 2011). Em um viveiro de piscicultura deve haver equilíbrio entre hospedeiro/parasito/ambiente, desse modo, o manejo inadequado, altas densidades de estocagem, alterações bruscas de temperatura, redução de oxigênio dissolvido, nutrição inadequada e a degradação da qualidade de água, são fatores que favorecem estresse dos animais, tornando-os assim susceptíveis a enfermidades (CAVICHIOLO et al., 2002, MORAES; MARTINS, 2004; ZANOLO; YAMAMURA, 2006).

No Brasil, um dos grandes desafios da aquicultura é reduzir as perdas na produção relacionadas com manejo inadequado dos animais que evoluem para doenças infecciosas e parasitárias (KLESIUS;

ROGERS 1995; ASSAD; BURSZTYN 2000; MARTINS et al., 2002). O aparecimento de uma enfermidade está diretamente relacionado com falhas no manejo dos animais, na alimentação e na ausência de um programa nacional de rastreamento sanitário das unidades piscícolas. Junto com o interesse que empresários tem mostrado na atividade, está a falta de conhecimento sobre as enfermidades dos peixes cultivados, seja ela normal, que antecede a quebra na homeostase do organismo ou em condições de doença.

2.1. Fauna parasitária de peixes

Com o desequilíbrio na integridade biótica do ecossistema aquático, variações nas comunidades de peixes e seus parasitos refletem a perda da qualidade ambiental. Ectoparasitos de peixes cultivados, por sua vez, mostram variações na sua composição e abundância diante de inadequado manejo alimentar e aquático (GHIRALDELLI et al., 2006 a; JERÔNIMO et al., 2011). Tendo os parasitos como indicadores da biologia do hospedeiro, de contaminantes ambientais e estrutura de cadeia alimentar, a comunidade parasitária de peixes pode ser um bom demonstrativo de estresse ambiental e da biodiversidade (CHUBB, 1980, 1982; OVERSTREET, 1997; MADI; UETA, 2009).

Os ectoparasitos são os principais responsáveis por enfermidades na piscicultura (até o momento de água doce, estando diretamente relacionados com a qualidade da água e manejo dos animais (MORAES; MARTINS, 2004). No Estado de São Paulo, as comunidades de parasitos de peixes em pisciculturas e pesque-pagues são bem conhecidas (TAVARES DIAS et al., 2001 a,b; MARTINS et al., 2002; MORAES; MARTINS, 2004). Monogenea e tricodinídeos tem sido observados apresentando potencial de patogenicidade e podendo ser caracterizados como indicadores de qualidade do ambiente de cultivo, como já verificado por Azevedo et al. (2006), Ghiraldelli et al. (2006 a, b) e Jerônimo et al. (2011).

O parasitismo responde a determinados tipos de poluentes. Portanto, o número de parasitos diminui ou aumenta de acordo com o tipo de poluição existente. Dessa forma, é possível saber como esse parasitismo atua nos ambientes de diferentes pisciculturas.

2.2. Parâmetros hematológicos de peixes

A hematologia tornou-se importante ferramenta na avaliação do estado de saúde dos peixes, entretanto pouco se sabe sobre parâmetros

hematológicos em peixes parasitados e não parasitados (BLAXHALL, 1972; AZEVEDO et al., 2006; TAVARES-DIAS et al., 2008). Por sua vez, o parasitismo pode causar baixo crescimento (RANZANI-PAIVA; SILVA SOUZA, 2004) e alterações hematológicas (SOPINSKA, 1985; YOKOYAMA et al., 1996; RUANE et al., 2000; MARTINS et al., 2004 a; AZEVEDO et al., 2006). No cultivo intensivo, estas alterações podem aumentar a resistência à doenças tornando os hospedeiros mais suscetíveis ao estresse ambiental. Azevedo et al. (2006) observaram leucocitose em animais alimentados com dejetos de suínos. Além disso, a taxa de glicose também mostrou valores mais elevados de acordo com a deterioração na qualidade da água referente à este tipo de exploração aquícola.

Estudos de Ghirdelli et al. (2006 c) mostraram que propriedades que utilizavam vísceras de peixes, ração artesanal, arroz cozido e sobras do restaurante na alimentação dos peixes tiveram a qualidade da água prejudicada, redução no número de eritrócitos, trombócitos, leucopenia e linfopenia no sangue circulante de peixes parasitados por tricodinídeos, Monogenea e crustáceos copépodes. Por sua vez, analisando tainhas da região estuarina de Cananéia, Ranzani-Paiva et al. (1997) observaram redução no percentual de hematócrito em animais parasitados por tricodinídeos e aumento na concentração de hemoglobina corpuscular média nos parasitados por copépodes.

Interessantemente, Silva-Souza et al. (2000) verificaram aumento de quase 50 vezes no número de neutrófilos e de mais de 20 vezes no percentual de monócitos em piaava (*Schizodon intermedius*) parasitado por *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae). De acordo com Martins et al. (2002, 2004 b) a neutrofilia no sangue pode caracterizar estado de estresse. Neste sentido, Martins et al. (2004 a) observaram que piaçu (*Leporinus macrocephalus*) parasitado por *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) apresentaram redução no hematócrito, no volume corpuscular médio, na concentração de hemoglobina corpuscular média caracterizando anemia, bem como aumento no número de neutrófilos no sangue. Mandis (*Pimelodus maculatus*) capturados num local do rio Itajaí-Açú, Blumenau, SC que recebia dejetos de esgoto doméstico apresentaram reduzido número de linfócitos e monócitos circulantes e maior percentual de hematócrito, quando comparado com peixe de local sem poluição orgânica (JERÔNIMO et al., 2009).

2.3. Histopatologia de peixes

A histopatologia é uma técnica utilizada para esclarecer o funcionamento dos tecidos, quanto as células e suas correlações, auxiliando no diagnóstico de doenças (CAVICHIOLO, 2009), de alterações ambientais (SARAIVA, 2006), como exposição a metais pesados (MATAQUEIRO, 2006) e poluentes (GARCIA-SANTOS et al., 2006). Na aquicultura essa ferramenta ainda é pouco utilizada, devido a escassez de informações comparativas.

Os tecidos e órgãos mais utilizados para estudos histológicos em peixes são brânquias, tegumento, olhos, intestino, bexiga natatória, fígado, pâncreas, rim, baço e coração (SARAIVA, 2006).

As brânquias é órgão de vital importância para peixes, sendo responsável por trocas gasosas, processo de osmoregulação, equilíbrio ácido básico, transporte e excreção de compostos nitrogenados e ainda função sensorial de degustação. Entretanto, sua vasta área de superfície, íntima contato com o meio externo e estrutura delicada faz das brânquias um órgão-chave para a ação de ectoparasitos e poluentes existentes no meio aquático. Assim, qualquer alteração nessa estrutura causará desequilíbrio orgânico comprometendo a sobrevivência e desempenho dos peixes (MORGAN; TOVELL, 1973; CAVICHIOLO, 2009).

3. DESCRIÇÃO DOS PEIXES ESTUDADOS

3.1. *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887

3.1.1. Taxonomia

A espécie conhecida como pacu, pacu-caranha, caranha, pacu-açu, era até recentemente, conhecida como *Colossoma mitrei* Berg, 1895. Posteriormente, verificou-se que a mesma espécie já havia sido descrita por Holmberg em 1887 (BRITSKI et al., 2007). De acordo com Britski et al. (2007) a posição taxômica do pacu (Figura 1) é a seguinte:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Subclasse: Neopterygii

Infraclasse: Teleostei

Subdivisão: Otocephala

Superordem: Ostariophysi

Ordem: Characiformes

Família: Serrasalmidae

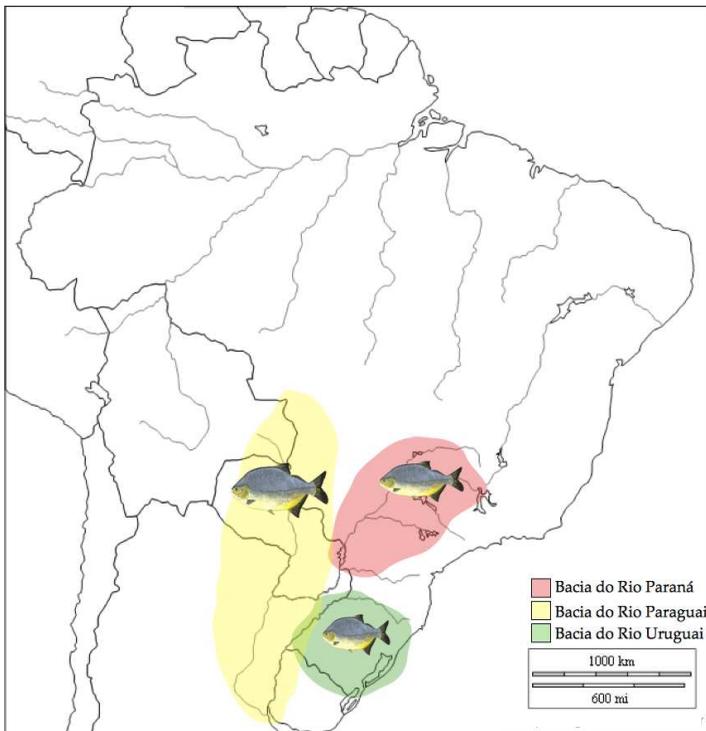
Gênero: *Piaractus*

Espécie: *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)

3.1.2. Distribuição geográfica

O pacu apresenta ampla distribuição na Bacia do Paraná/Paraguai formada pelos rios Paraguai e Paraná; do Prata, formada pelos rios da Prata e Bacia do Uruguai e seus afluentes (NAKATANI et al., 2001; RESENDE, 2003; URBINATI; GONÇALVES, 2005) (Figura 1)

Figura 1: Distribuição geográfica de *Piaractus mesopotamicus*.

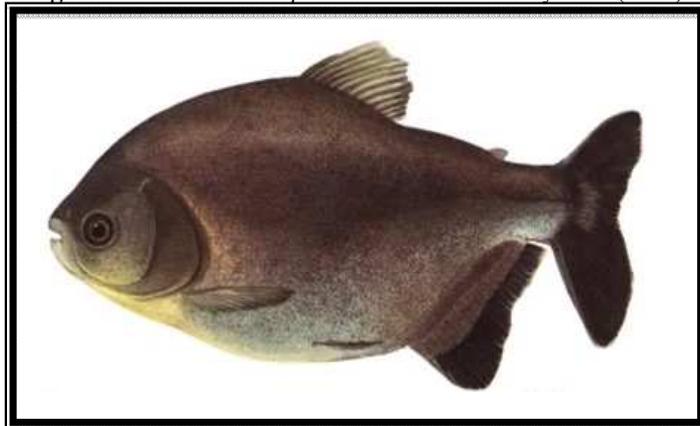


Fonte: adaptado de <http://histgeo.ac-aix-marseille.fr>

3.1.3. Biologia e características

Esta espécie é caracterizada por possuir corpo alto e comprimido e uma quilha pré-ventral com espinhos. A parte dorsal do corpo é castanho ou cinza escuro com manchas escuras quando são indivíduos jovens. A parte ventral apresenta-se mais clara, e em vida, é amarelodourado (BRITSKY et al. 2007) (Figura 2). Podem atingir grande porte, 50 cm ou mais (NAKATANI et al., 2001; MARIA et al., 2004). Geralmente são peixes onívoros, que se alimentam preferencialmente de folhas, caules, flores, frutos, sementes e ainda quando há oportunidade, se alimenta-se de insetos, aracnídeos, moluscos e peixes (HAHN et al., 2004; URBINATTI; GONÇALVES, 2005).

Figura 2: *Piaractus mesopotamicus*. Fonte: Britsky et al. (2007)



O pacu é um peixe de ambientes lóticos e semi lóticos (AGOSTINHO et al., 2004) que desova após longa migração (ISEKI et al., 2008). Atinge maturidade sexual em cerca de três anos (FERRAZ DE LIMA et al., 1984) com comprimento total de aproximadamente 34 cm nas fêmeas (VAZZOLER et al., 1997). A desova ocorre geralmente durante a estação chuvosa, entre outubro e dezembro (FERRAZ DE LIMA et al., 1984). É uma espécie que se adapta com facilidade ao cativeiro, porém não se reproduz naturalmente nesta condição, sendo necessária a indução hormonal (MARIA et al., 2004).

É considerada uma das espécies com alto valor comercial e de potencial para piscicultura brasileira (JOMORI et al., 2003; RESENDE, 2003), podendo alcançar peso de 5 kg (CATELLA et al., 1996) e comprimento entre 60 e 82 cm (BRITSKY et al., 2007). Devido ao seu

rápido crescimento, além da sua rusticidade e fácil adaptação à alimentação artificial (CARNEIRO et al., 1995) e ainda boa aceitação pelo mercado consumidor, o pacu é explorado na pesca esportiva (BICUDO et al., 2009) e em aquicultura juntamente com o tambaqui e seus híbridos (SAINT-PAUL, 1985)

3.1.4. Doenças parasitárias

A seguir, uma revisão bibliográfica (Tabela 1) que permite verificar a existência de várias espécies de parasitos em pacu (*P. mesopotamicus*). Pode-se observar que os estudos existentes são direcionados a parasitos em pacu de ambiente natural e quando em cultivo, na região Sudeste do Brasil.

Em adição, Martins et al. (1997) ao avaliar as brânquias de pacu cultivado no Estado de São Paulo infectadas por *Henneguya* sp., observaram hemorragia e infiltrado inflamatório no epitélio branquial. Ao analisar o mesmo órgão, Adriano et al. (2005 b), verificaram que em infecções massivas por *Henneguya piaractus*, as funções branquiais ficam comprometidas devido a redução da área epitelial e compressão dos capilares sanguíneos. Por sua vez, Campos et al. (2011) observaram dilatação da lamela e eventual fusão das lamelas, corroborando os achados de Sant'Anna et al. (2012) que também observaram branquite linfoplasmocítica necrosante multifocal leve a moderada nas brânquias desse hospedeiro associadas ao dinoflagelado *Piscinoodinium pillulare*.

Ao avaliar pacus provenientes do rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Campos et al. (2008 a) verificou a presença de *Myxobolus* sp. e *M. colossomatis* em rins, baço e fígado, onde observou hepatodistrofia difusa; nefrodistrofia difusa moderada e congestão de sinusóides. Já, Adriano et al. (2006) observaram, que a presença de *Myxobolus cuneus* nas brânquias de pacus cultivados, causou infiltrado moderado de macrófagos, obstrução do lumen o que podem comprometer a circulação sanguínea.

Diante do exposto anteriormente, pode-se constatar que poucos estudos avaliaram a patogenicidade de parasitos em pacus, tanto em ambiente natural, como de cultivo.

Tabela 1: Parasitos de *Piaractus mesopotamicus*, observados até o presente.

Parasitos	Referências
Protozoa: Flagellata	
<i>Cryptobia</i> sp.	Békési (1992)
<i>Ichthyobodo necator</i>	Martins et al. (2000); Pérez; Mairnardes-Pinto (1998)
<i>Piscinoodinium pillulare</i>	Martins et al. (2000); Tavares-Dias et al. (2000); Martins et al. (2001); Tavares-Dias et al. (2001a); Schalch; Moraes (2005); Tavares-Dias et al. (2008); Fujimoto et al. (2010); Sant'Anna et al. (2012);
Protozoa: Ciliophora	
<i>Apiosoma</i> sp.	Békési (1992)
<i>Chilodonella hexasticha</i>	Pádua et al. (2011)
<i>Chilodonella</i> sp.	Martins; Romero (1996); Martins et al. (2000); Franceschini (2012)
<i>Epistylis</i> sp.	Pádua et al. (2012a)
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Ferraz de Lima et al. (1991); Eiras et al. (1995); Martins; Romero (1996); Martins et al. (2000); Martins et al. (2002); Tavares-Dias et al. (2001a); Tavares-Dias et al. (2001b); Tavares-Dias et al. (2008); Franceschini (2012)
<i>Trichodina colisae</i>	Jerônimo et al. (2012)
<i>Trichodina heterodentata</i>	Pádua et al. (2012b)
<i>Trichodina</i> sp.	Eiras et al. (1995); Martins; Romero (1996); Martins et al. (2000); Souza et al. (2000); Tavares-Dias et al. (2001a); Tavares-Dias et al. (2001b); Martins et al. (2002); Schalch; Moraes (2005); Tavares-Dias et al. (2008);

Franceschini (2012)

Myxozoa

<i>Henneguya leporinicola</i>	Martins et al. (2000)
<i>Henneguya pellucida</i>	Adriano et al. (2005a)
<i>Henneguya piaractus</i>	Martins; Souza (1997); Martins et al. (2000); Souza et al. (2000); Adriano et al. (2005b); Campos et al. (2011)
<i>Henneguya</i> sp.	Eiras et al. (1995); Martins; Romero (1996); Martins et al. (1997); Martins et al. (1999); Del Pozo (2000); Tavares-Dias et al (2001b); Schalch; Moraes (2005); Franceschini (2012); Sant'Anna et al. (2012)
<i>Myxolobus colossomatis</i>	Campos et al. (2008a)
<i>Myxobolus cuneus</i>	Adriano et al. (2006)
<i>Myxobolus</i> sp.	Campos et al. (2008a); Adriano et al. (2002); Adriano et al. (2005a); Franceschini (2012)

Monogenea

<i>Anacanthorus penilabiatus</i>	Boeger et al. (1995); Martins; Romero (1996); Souza et al. (2000); Martins et al. (2002); Cohen; Kohn (2005); Pamplona-Basilio et al. (2001); Lizama et al. (2007); Cohen; Kohn (2009); Schalch et al. (2009); Fujimoto et al. (2010); Franceschini (2012)
<i>Anacanthorus spathulatus</i>	Del Pozo (2000); Lizama et al. (2007)
<i>Anacanthorus</i> sp.	Lizama et al. (2007);
<i>Mymarothecium viatorum</i>	Cohen; Kohn (2005); Cohen; Kohn (2009); Franceschini (2012)
<i>Mymarothecium</i> sp.	Lizama et al. (2007)
<i>Urocleidoides</i> sp.	Del Pozo (2000)

Digenea

<i>Clinostonum</i> sp.	Martins; Romero (1996)
<i>Dadaytrema oxycephala</i>	Thatcher (2006); Campos et al. (2009a)

Nematoda

<i>Chabaudinema americana</i>	Thatcher (2006)
<i>Porrocaecum</i> sp. (larva)	Martins; Onaka (2004)
<i>Rondonia rondoni</i>	Costa (1963); Martins; Urbinati (1993); Parra et al. (1997); Campos et al. (2007); Campos et al. (2009a);
<i>Spectatus spectatus</i>	Campos et al. (2009a);

Acantocephala

<i>Echinorhynchus jucundus</i>	Travassos (1923); Machado Filho (1948); Ferraz de Lima et al. (1990); Thatcher (1991, 2006); Campos et al. (2009a);
--------------------------------	---

Crustacea: Branchiura

<i>Argulus</i> sp.	Martins; Romero (1996); Tavares-Dias et al. (2008); Tavares-Dias et al. (2001b)
<i>Dolops carvalhoi</i>	Martins; Romero (1996); Martins et al. (2002); Schalch; Moraes (2005); Schalch et al. (2006); Genovez et al. (2008); Schalch et al. (2009); Franceschini (2012)
<i>Dolops</i> sp.	Schalch; Moraes (2005)

Crustacea: Copepoda

<i>Ergasilus</i> sp.	Martins; Romero (1996); Del Pozo (2000); Lizama et al. (2007)
<i>Gamipatulus</i> sp.	Lizama et al. (2007)
<i>Lerneae cyprinacea</i> (copepoditos)	Martins et al. (2000); Tavares-Dias et al. (2001b); Martins et al. (2002); Schalch; Moraes (2005); Tavaras-Dias et al. (2008)
<i>Lerneae cyprinacea</i>	Martins; Romero (1996); Gabrielli; Orsi (2000); Martins et al. (2000); Tavares-Dias et al. (2000); Tavares-Dias et al. (2001b); Martins et al. (2002); Tavares-Dias et al. (2008)

3.2. Gênero *Pseudoplatystoma*

Pseudoplatystoma corruscans Spix; Agassiz, 1829

Pseudoplatystoma reticulatum Eingenmann; Eingenmann, 1889

3.2.1. Taxonomia

O gênero *Pseudoplatystoma* compreende as espécies de peixes conhecidas popularmente por surubim e são os maiores peixes da família Pimelodidae (PETRERE, 1995). De acordo com Nelson (2006) a posição taxonômica deste gênero é a seguinte:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Subclasse: Neopterygii

Infraclasse: Teleostei

Subdivisão: Otocephala

Superordem: Ostariophysi

Ordem: Siluriformes

Família: Pimelodidae

Subfamília: Sorubiminae

Gênero: *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862)

3.2.2. Distribuição geográfica

Até recentemente, apenas três espécies eram conhecidas do gênero *Pseudoplatystoma*: *P. corruscans*, popularmente conhecida como pintado ou surubim, restrita às bacias do Paraná, Paraguai e São Francisco; *P. fasciatum*, popularmente conhecida como cachara amplamente distribuída pelas bacias do Paraná, Paraguai, Amazônica, Orinoco, rio Magdalena e rios das Guianas; e *P. tigrinum*, conhecida como caparari ou pirambucu, nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (LUNDBERG; LITTMANN, 2003).

Contudo, Buitrago-Suárez (2006) e Buitrago-Suárez e Burr (2007) argumentaram que a diversidade do grupo estava subestimada, resultado do pouco conhecimento sobre a sistemática do grupo, que apresentava grande variação geográfica em morfologia e coloração. Dessa forma, Buitrago-Suárez e Burr (2007) revisaram o gênero, o que resultou em oito espécies válidas. Pela nova classificação, as populações antes reconhecidas como *P. fasciatum* assumem a seguinte terminologia taxonômica e distribuição geográfica: *P. fasciatum* agora é restrito às pequenas bacias da região das Guianas; *P. punctifer* está distribuído em toda a bacia Amazônica e Tocantins-Araguaia; *P. orinocoense* engloba apenas peixes da bacia do Orinoco; *P. magdaleniatum* é a nova terminologia para os peixes do Rio Magdalena; *P. tigrinum*, a população amazônica permaneceu com o mesmo nome, enquanto os peixes do Rio Orinoco ficaram conhecidos como *P. metaense*. E as espécies, *P. reticulatum* é uma espécie presente apenas na bacia do Paraná-Paraguai, e também na região central do Amazonas, e *P. corruscans* continuou na área de distribuição da classificação anterior. Ainda de acordo com o FishBase (2013), *P. reticulatum* encontra-se inserido na Bacia do rio Uruguai (Figura 3).

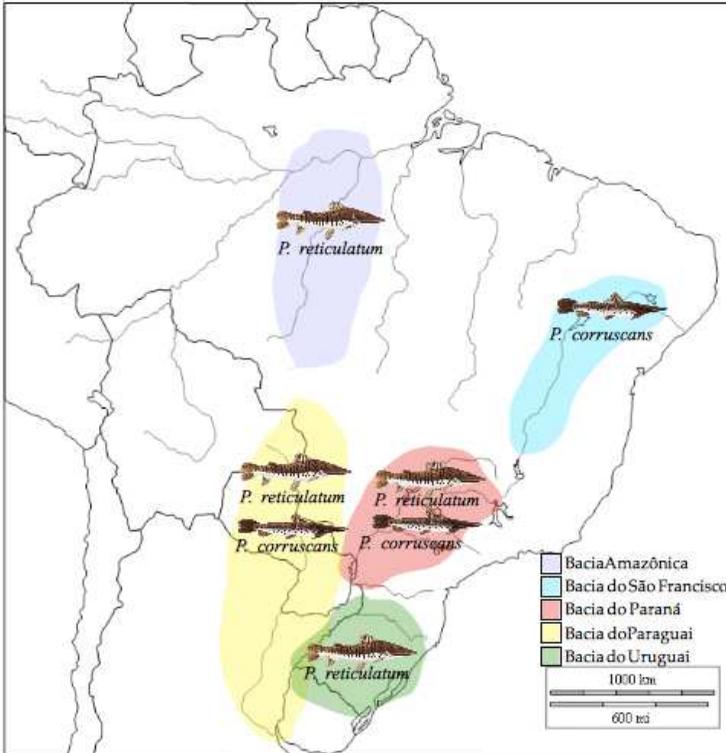
No entanto, essa abordagem é discutível, pois Carvalho-Costa et al. (2011) apresentaram uma análise mais abrangente baseada em técnicas moleculares, fornecendo evidências que o gênero *Pseudoplatystoma* compreende apenas quatro espécies distintas: *P. magdaleniatum*, *P. corruscans*, *P. tigrinum* e *P. fasciatum*, e sugerem uma reavaliação crítica do gênero.

3.2.3. Biologia e características

Os peixes do gênero *Pseudoplatystoma* são pimelodídeos que, como os outros bagres, possuem barbilhões na região maxilar envolvidos na identificação de estímulos químicos, um importante meio

de comunicação para peixes de hábitos noturnos e de águas turvas (TODD, 1983; VALENTINCIC; CAPRIO 1994). São caracterizados pela presença de cabeça achatada dorso-ventralmente, um processo occipital estendido posterior (em contato com a placa pré-dorsal) e fontanela muito longa (BUITRAGO-SUÁREZ; BURR, 2007).

Figura 3: Distribuição geográfica de *Pseudoplatystoma corruscans* e *P. reticulatum*.



Fonte: adaptado de <http://histgeo.ac-aix-marseille.fr>

A pigmentação de *P. corruscans*, consiste no flanco escuro, coberto com máculas mais escuras, arredondadas, sendo as do dorso menores; listras estreitas, claras, distribuem-se ao longo do flanco, acima da linha lateral; a coloração escura do flanco esmaece abruptamente abaixo da linha lateral (BRITSKY et al., 2007) (Figura 4).

P. reticulatum, sinonímia de *P. fasciatum*, a coloração é semelhante ao de *P. corruscans*, entretanto possui faixas escuras transversais ao longo do dorso, às vezes irregulares, combinadas com manchas grande arredondadas (Figura 5).

Figura 4: *Pseudoplatystoma corruscans*. Fonte: Britsky et al., 2007



Figura 5: *Pseudoplatystoma reticulatum*. Fonte: Britsky et al., 2007



O pintado (*P. corruscans*) e o cachara (*P. reticulatum*) possuem alto valor comercial e de grande importância na pesca das bacias em que ocorrem (MIRANDA; RIBEIRO, 1997). Predadores, de hábito alimentar carnívoro, principalmente piscívoro, são espécies de peixes apreciados por apresentarem poucas espinhas em sua carne (CREPALDI et al., 2006). Ainda são apreciados na pesca esportiva, uma vez que na natureza o pintado já registrou peso aproximado de 100 kg, e o cachara somente até 20 kg (CAMPOS, 2010).

Entretanto, a pesca excessiva destes animais, somada à degradação do ambiente natural por ações humanas, tem causado

impacto negativo nas populações naturais. Estudos têm mostrado que o cachara encontra-se em eminente ameaça de sobrepesca no Pantanal Sul Matogrossense, necessitando de medidas para reduzir o esforço pesqueiro, ao passo que os estoques de pintado encontram-se aquém dos pontos estabelecidos como limites de exploração (CATELLA, 2004).

O cultivo dessas espécies revelou um crescimento expressivo na última década, em parte devido à diminuição da sua captura na natureza, sendo que algumas pisciculturas têm realizado cruzamentos artificiais entre *P. corruscans* e *P. reticulatum* produzindo híbridos interespecíficos que são considerados vantajosos comercialmente (GODINHO et al., 2007; PORTO-FORESTI et al., 2008). Vale ressaltar, que Carvalho-Costa et al. (2011) observaram que *P. reticulatum* apresenta baixa distância genética de *P. fasciatum*, e sugerem que é mais apropriado considerar *P. reticulatum* como uma variação natural de *P. fasciatum*.

3.2.4. Híbridos interespecíficos

A dificuldade na produção de juvenis de pintado e cachara, tais como etapa que exige estruturas adequadas, grande quantidade de água, conhecimento de tecnologia e uma dedicação intensa, restringe a oferta de juvenis dessas espécies e encarece o preço. Atualmente, há poucos produtores que trabalham com essas espécies em escala comercial. A fim de facilitar a produção de peixes com características relacionadas aos peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, vários produtores têm experimentado cruzamentos entre peixes da ordem Siluriformes (CAMPOS, 2010).

O híbrido gerado pelo cruzamento entre *P. reticulatum* e *P. corruscans*, denominado surubim híbrido, é o produto mais produzido pelos produtores na região Centro Oeste. Isto se deve, principalmente pela facilidade de obter desovas das fêmeas de cachara (*P. reticulatum*) durante um período mais longo do ano e ao fato do pintado (*P. corruscans*) ser a espécie mais conhecida pelos consumidores (CAMPOS, 2010). Outro fato que favorece a produção desse híbrido, é que ambas as espécies coexistem na bacia hidrográfica do Paraná, inserida em parte nesta região, que pela facilidade de obter reprodutores da natureza e sua proximidade genética, favorece a produção de híbridos pela reprodução artificial (BIGNOTTO et al., 2009)

No entanto, a produção de híbridos interespecíficos com habilidade reprodutiva, pode causar impactos irreparáveis aos estoques naturais quando estes escapam dos cultivos e chegam ao ambiente

natural, o que representa grave ameaça para a integridade ecológica e genética de populações locais (PRADO et al., 2012).

3.2.5. Doenças parasitárias

A seguir, uma revisão bibliográfica (Tabela 2) que permite verificar a existência de vários parasitos em peixes do gênero *Pseudoplatystoma*. Pode-se observar que os trabalhos existentes são direcionados a parasitos dos hospedeiros de ambiente natural, sendo poucos os relatos em peixes de cultivo, bem como dos híbridos de *Pseudoplatystoma* spp.

Em adição, existem trabalhos que avaliaram os efeitos patológicos de parasitos mixosporídeos e helmintos em peixes do gênero *Pseudoplatystoma*. Em brânquias de *P. corruscans*, quando parasitados por *Henneguya corruscans*, Eiras et al. (2009), observaram que os plasmódios encontravam-se circundados por uma camada fina de células epiteliais branquiais, porém não houve uma reação visível do tecido do hospedeiro. Por sua vez, Adriano et al. (2012), estudando *P. corruscans* e *P. reticulatum* capturados nos rios Miranda, Aquidauana, Paraguai e Cuiabá, observaram infecção de *Henneguya multiplasmodialis* causando desenvolvimento do parasito nos filamentos branquiais, cobrindo parte destes. Nesta oportunidade, observaram ainda que a parede do plasmódio foi envolvida por um epitélio estratificado, que foi composto por vários tipos de células, com predomínio de células mucosas, com nítida infiltração inflamatória. Ainda em espécie pura, Campos et al. (2009b), ao descrever a diversidade endohelmíntica de *Pseudoplatystoma fasciatum* oriundos do rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul, detectaram a presença dos cestóides *Choanoscolex abscissus*, *Spatulifer rugosa*, *Nominoscolex sudobim*, *Harriscolex kaparari*, *Peltidocotyle rugosa*, *Megathylacus travassosi*. Ao descrever suas interações com os hospedeiros, os autores observaram que a camada muscular da parede intestinal, apresentam estruturas semelhantes a helmintos, circundadas por uma cápsula de tecido conectivo com diferentes graus de hiperplasia. Além disso, foram observadas necroses focais das vilosidades e da submucosa, bem como hiperplasia de células calciformes e descamação discreta da mucosa, associada ao espessamento da membrana basal.

Em surubim híbrido, Naldoni et al. (2009), revelaram que *Henneguya pseudoplatystoma* desenvolveu-se no tecido conjuntivo dos filamentos e lamelas branquiais, frequentemente em torno de vasos sanguíneos. O desenvolvimento do plasmódio levou ao alongamento e

deformação dessas estruturas, porém não foi encontrado processo inflamatório nos locais de infecção e o plasmódio não foi envolto por nenhuma cápsula. Contrariamente, quando infectados por *Henneguya eirasi*, Naldoni et al. (2011) observaram que o parasito desenvolveu-se no tecido conjuntivo sub epitelial dos filamentos branquiais e o plasmódio circundado por uma cápsula de tecido conjuntivo, onde as fibras de colágeno orientavam-se concentricamente em torno dos plasmódios e numerosos núcleos de fibroblastos eram observados. Nesta oportunidade, verificou-se que o desenvolvimento do parasito produziu apenas leve compressão dos tecidos adjacentes, não sendo observada resposta inflamatória no local da infecção.

Tabela 2: Parasitos de *Pseudoplatystoma* spp. observados até o presente. Lacunas assinaladas com (+) indicam hospedeiro infectado.

Parasitas	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	Referências
Protozoa: Chromista							
Amoebae não identificada			+				Eiras et al. (1998)
Protozoa: Flagellata							
<i>Ichthyobodo necator</i>						+	Martins et al. (2000)
<i>Piscinoodinium pillulare</i>						+	Martins et al. (2000)

Tabela 2: Continuação.

Protozoa: Ciliophora	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Apiosoma</i>		+				Békési (1992)
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	+			+		Ishikawa et al. (2011); Jerônimo et al. (2011)
<i>Trichodina</i> sp.	+			+		Jerônimo et al. (2011)
<i>Tripartiella</i> sp.			+			Pinto et al. (2009)
<i>Epistylis</i> sp.				+		Pádua et al. (2011), Jerônimo et al. (2011), Rodrigues (2011)

Tabela 2: Continuação.

Myxozoa	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Henneguya corruscans</i>		+					Eiras et al. (2009)
<i>Henneguya eirasi</i>	+						Naldoni et al. (2011)
<i>Henneguya multiplasmodialis</i>	+						Adriano et al. (2012)
<i>Henneguya pseudoplatystoma</i>						+	Naldoni et al. (2009)
<i>Henneguya</i> sp.	+						Jerônimo et al. (2013)

Tabela 2: Continuação.

Monogenea	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Amphocleithrium paraguayensis</i>		+					Price; Romero, 1969
<i>Pavanelliella pavanellii</i>		+		+			Kritsky; Boeger (1998); Lopes et al. (2009); Takemoto et al. (2009)
<i>Phanerothecioides agostinhoi</i>			+				Kritsky et al. (2007)
<i>Unibarra</i> sp.		+					Takemoto et al. (2009)
<i>Vanceaveus fungulus</i>		+	+	+			Kritsky et al. (1986); Thatcher (2006); Lopes et al. (2009); Takemoto et al. (2009)
<i>Vanceaveus</i> sp. 1			+				Campos et al. (2008 b)
<i>Vanceaveus</i> sp. 2			+				Campos et al. (2008b)

Tabela 2: Continuação.

Digenea	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Witenbergia witenbergia</i>				+			Thatcher (2006)
<i>Acanthostomum gnerii</i>		+					Corrêa; Brasil-Sato (2008)
<i>Acanthostomum</i> sp.		+					Corrêa; Brasil-Sato (2008)
<i>Tylodelphys</i> sp.		+					Corrêa; Brasil-Sato (2008)
<i>Witenbergia witenbergi</i>		+		+			Corrêa; Brasil-Sato (2008)

Tabela 2: Continuação.

Cestoda	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Choanoscolex abscissus</i>		+					Woodland (1935); Machado et al. (1995); Machado et al. (1996); Campos et al. (2008b); Campos et al. (2009b);
<i>Harriscolex kaparari</i>		+	+	+			Woodland (1935); Rego (1990); Chambrier; Vaucher (1999); Campos et al. (2008b);
<i>Houssayela sudobim</i>			+				Woodland (1935)
<i>Megathilacus travassoi</i>			+				Campos et al. (2008b);
<i>Monticellia rugosa</i>			+				Thatcher (2006)
<i>Monticellia spinulifera</i>		+					Santos et al. (2003);
<i>Monticellia surubim</i>				+			Thatcher (2006)

Tabela 2: Continuação.

Cestoda	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Myzophorus sorobim</i>		+					Thatcher (2006)
<i>Nominoscolex kaparari</i>				+			Thatcher (2006)
<i>Nominoscolex lopese</i>					+		Rego (1989)
<i>Nominoscolex pertierae</i>							Chambrier et al. (2006)
<i>Nominoscolex sudobin</i>					+		Woodland (1935); Pavanelli; Rego (1992); Machado et al. (1995); Machado et al. (1996); Santos et al. (2003); Chambrier et al. (2006); Campos et al. (2008b); Campos et al. (2009b);
<i>Nominoscolex woodlandi</i>							Thatcher (2006)

Tabela 2: Continuação.

Cestoda	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i> x <i>P. corruscans</i>	
<i>Pelidocoyte rugosa</i>		+	+	+			Woodland (1935); Rego (1989); Thatcher (2006); Campos et al. (2008b);
<i>Spasskyellina spinulifera</i>		+					Santos et al. (2003); Thatcher (2006)
<i>Spatulifer rugosa</i>				+			Woodlnad (1935); Rego (1989); Campos et al. (2008b); Campos et al. (2009b); Lopes et al. (2009)
<i>Spatulifer surubim</i>						+	Woodland (1933); Woodland (1934); Rego (1990)

Tabela 2: Continuação.

Nematoda	<i>P.</i>	<i>P.</i>	<i>P.</i>	<i>P.</i>	<i>P.</i>	<i>P.</i>
	<i>reticulatum</i>	<i>corruscans</i>	<i>fasciatum</i>	<i>tigrinum</i>	<i>P.</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>
<i>Contracaecum</i> sp. (tipo 1 - larva)		+				Machado et al. (1995); Machado et al. (1996);
<i>Contracaecum</i> sp. (tipo 2 - larva)		+		+		Machado et al. (1995); Machado et al. (1996);
<i>Contracaecum</i> sp.		+		+		Machado et al. (1995); Machado et al. (1996); Campos et al. (2008b);
<i>Cucullanus</i> (<i>Cucullanus</i>) <i>pinnai pinnai</i>		+				Travassos et al. (1928)
<i>Cucullanus</i> (<i>Cucullanus</i>) <i>pseudoplatystomae</i>		+				Machado et al. (1995); Machado et al. (1996); Thatcher (2006)

Tabela 2: Continuação.

Nematoda	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
<i>Dichelyne moravecii</i>			+				Thatcher (2006)
<i>Eustrongylides</i> sp.			+				Machado et al. (1995); Machado et al. (1996); Oliveira et al. (2009)
<i>Eustrongylides ignotus</i>		+					Rego; Vicente (1988)
<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)		+					Santos et al. (2003)
<i>Goezia brasiliensis</i>		+					Thatcher (2006)
<i>Goezia spinulosa</i>		+					Travassos et al. (1928)
<i>Procammallanus</i> (S.) sp.		+					Machado et al. (1995); Machado et al. (1996);

Tabela 2: Continuação.

	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
Acantocephala							
<i>Neoechinorhynchus</i> sp.			+				Campos et al. (2008b);
Crustacea: Branchiura							
<i>Argulus chicomendesi</i>				+			Thatcher (2006)
<i>Argulus elongatus</i>				+			Mamani et al. (2004)
<i>Argulus juparanaensis</i>		+		+			Mamani et al. (2004); Thatcher (2006)
<i>Argulus multicolor</i>				+			Malta (1983); Lopes et al. (2009)
<i>Argulus nattereri</i>				+			Mamani et al. (2004)

Tabela 2: Continuação.

Crustacea:	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	
Branchiura	<i>reticulatum</i>	<i>corruscans</i>	<i>fasciatum</i>	<i>tigrinum</i>	<i>reticulatum</i>	<i>corruscans</i>	<i>fasciatum</i>	
	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Argulus pestifer</i>	+	+	+	+				Malta (1983); Mamani et al. (2004); Thatcher (2006); Lopes et al. (2009)
<i>Argulus silvestrii</i>	+							Thatcher (2006)
<i>Dipteropeltis hirundo</i>			+					Mamani et al. (2004)
<i>Dolops curvalhoi</i>	+	+	+	+				Malta; Varella (1983); Mamani et al. (2004); Thatcher (2006)
<i>Dolops discoidealis</i>			+	+				Mamani et al. (2004); Thatcher (2006)

Tabela 2: Continuação.

	<i>P. reticulatum</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>P. fasciatum</i>	<i>P. tigrinum</i>	<i>P. reticulatum</i> x <i>P. corruscans</i>	<i>P. corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	
Crustacea: Copepoda							
<i>Ergasilus</i> sp.				+			Lopes et al. (2009)
<i>Vaigamus</i> sp.				+			Lopes et al. (2009)
Pentastomida							
<i>Leiperia</i> sp.					+		Campos et al. (2008 b)

4. JUSTIFICATIVA

Com a difusão da aquicultura, a demanda por peixes está em franca expansão, tornando-se cada vez mais importante por ser fonte barata e de qualidade para o consumo humano. Porém, o crescimento da aquicultura implica em intensificação do cultivo culminando em problemas relacionados à qualidade de água, alimentação, doenças infecciosas e parasitárias com significativos prejuízos econômicos.

Este trabalho visa mapear a fauna parasitária e com isso avaliar seu possível efeito sobre hospedeiros, como cachara, surubins híbridos e pacu em diferentes sistemas de cultivo. Escolheu-se Mato Grosso do Sul, pela falta de estudos com essas espécies cultivadas na região e pela carência de profissionais na área de sanidade, bem como o apoio da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. Além disso, este trabalho fez parte do projeto componente intitulado “Estado Sanitário de Organismos Aquáticos Cultivados” aprovado no Macroprograma 1/EMBRAPA com o Projeto em Rede “Grandes Desafios Nacionais – Bases Tecnológicas para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura no Brasil” – AQUABRASIL que contou com o apoio do CNPq/MAPA/DAS nº 064/2008 (577657/2008-9) “Parasitas de peixes como bioindicadores de qualidade de água na piscicultura e a utilização de probiótico na resistência à infecção e parasitismo”.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo geral

- Estudar os parasitos de surubins e pacus cultivados em Mato Grosso do Sul, utilizando diferentes ferramentas para avaliar a saúde dos peixes.

5.2. Objetivos específicos

- Identificar os principais agentes etiológicos com potencial de patogenicidade para cachara, surubim híbrido e pacu cultivados em Mato Grosso do Sul, MS.

- Avaliar as doenças parasitárias e verificar possível relação hospedeiro-parasito.

- Avaliar as doenças parasitárias e relacionar com as variáveis ambientais dos cultivos

- Avaliar os parâmetros sanguíneos de surubins híbridos cultivados em diferentes sistemas de cultivo, tendo em vista a escassez de estudos hematológicos com este híbrido.

- Descrição de novos parasitos em peixes cultivados em Mato Grosso do Sul

- Conscientizar produtores sobre patologias e cuidados com boas práticas de manejo na piscicultura, bem como a padronização de técnicas sobre envio de material para laboratório como peixes e parasitos.

Para atingir os objetivos propostos acima, a tese será dividida em cinco capítulos e/ou artigos relacionados a seguir, redigidos conforme normas de submissão de cada revista científica.

CAPÍTULO 1

**Relação hospedeiro-parasito-ambiente em híbridos
Pseudoplatystoma reticulatum x *P. corruscans* cultivados no Brasil**

**Host-parasite-environment relationship in the hybrids
Pseudoplatystoma reticulatum x *P. corruscans* farmed in Brazil**

G.T. Jerônimo^a, S.B. Pádua^b, A.S. Ventura^c, M.M. Ishikawa^c, A. Saraiva^d, M.L. Martins^a

^aAQUOS - Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), SC, Brasil.

^bCentro de Aquicultura da Universidade estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, Brasil.

^cEmbrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brazil.

^dUniversidade do Porto, Portugal

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o parasitismo de surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* fêmea x *P. corruscans* macho) e a relação hospedeiro-parasito-ambiente em diferentes modelos de cultivo de peixe em Mato Grosso do Sul, Brasil. Foram analisados 60 surubins híbrido de cultivo intensivo e 60 surubins de cultivo semi intensivo, avaliados em época quente e fria durante um ano. Semanalmente foram realizadas análises da qualidade da água para avaliar a interação das condições ambientais e parasitismo. Histopatologia foi utilizada para verificar possíveis danos causados pelos parasitos nos hospedeiros. Observou-se fauna parasitária diversificada, sendo que *Ichthyophthirius multifiliis* e Monogenea foram os parasitos mais prevalentes em ambas estações, porém sem diferença estatística. Este estudo mostrou que o parasitismo não representou riscos sanitários para a produção de surubim híbrido, o que pode estar relacionado com as boas condições de cultivo e de qualidade ambiental adotadas pelas pisciculturas. Entretanto, esses peixes albergam parasitos atípicos de seus progenitores, causando preocupação ambiental e ecológica.

Palavras-chave: *Pseudoplatystoma* sp., parasitologia, piscicultura, Monogenea, Crustacea, Cestoda

Abstract

This study aimed to evaluate the parasitism in the hybrid surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* female x *P. corruscans* male) and the host-parasite-environment relationship in farmed fish in the Mato Grosso do Sul, Brazil. A total of 60 hybrids from intensive and 60 hybrids from semi intensive culture were examined for a year in the hot and cold season. Water quality was weekly measured to evaluate the interaction among environmental conditions and parasitism. Histopathology was used to observe possible effects of the parasites on the hosts. It was observed a diversified parasitic fauna, being *Ichthyophthirius multifiliis* and Monogenea as the most prevalent in both seasons, but with no significant difference. This study showed that the parasitism did not present damage for health in the production of the hybrid surubim that might be related to good culture conditions and environmental quality implemented by the fish farming. Nevertheless, these fish harbor uncommon parasites from their fathers causing an environmental and ecological preoccupation.

Key words: *Pseudoplatystoma* sp., parasitology, fish farming, Monogenea, Crustacea, Cestoda

Introdução

A produção de bagres nativos é uma atividade em expansão no Brasil, cuja produção concentra-se na região central de seu território, onde são explorados inúmeros cruzamentos entre diferentes espécies. Entre os peixes utilizados para realizar estes cruzamentos artificiais, destacam-se os carnívoros pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma* (Carvalho-Costa et al., 2011).

O gênero *Pseudoplatystoma* compreende oito espécies (Buitrago-Suárez e Burr, 2007), entre elas estão o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* Spix & Agassiz, 1829) e o cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum* Eigenmann & Eigenmann, 1889). São peixes migratórios de grande porte, com grande importância biológica e elevado valor comercial na América do Sul (Bignotto et al., 2009). Na natureza, *P. corruscans* e *P. reticulatum* coexistem na bacia hidrográfica do Paraná e sua proximidade genética infere a capacidade de gerar híbridos pela produção artificial, resultando no surubim híbrido (Bignotto et al., 2009). Atualmente, o surubim híbrido (*Pseudoplatystoma* sp.) se destaca na produção intensiva devido ao grande potencial para exploração industrial, com crescimento rápido, eficiente conversão alimentar e padrão para exportação (Crepaldi et al., 2006).

O estado de Mato Grosso do Sul se destaca na produção do surubim híbrido, que segundo estimativas do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em 2010, produziu aproximadamente 2,5 toneladas. No entanto, a produção de híbridos interespecíficos com habilidade reprodutiva, pode causar impactos irreparáveis aos estoques naturais quando estes escapam dos cultivos e chegam ao ambiente natural, representando grave ameaça para a integridade genética de populações locais (Prado et al., 2011; 2012).

São poucos os estudos parasitológicos em surubins híbridos no Brasil. Naldoni et al. (2009) descreveram pela primeira vez o mixosporídeo *Henneguya pseudoplatystoma* afetando as funções branquiais em surubins híbridos cultivados em Mato Grosso do Sul. Nas fases iniciais de criação, Pádua et al. (2012) relataram os principais parasitos que acometem o período de larvicultura como *Ichthyophthirius multifiliis*, *Epistylis* sp., *Trichodina* sp., *Henneguya* sp. e *Monogenea*. Ainda na alevinagem desses peixes, Pádua et al. (2013) observaram elevado parasitismo por *Epistylis* sp., doença emergente no Brasil.

Devido a escassez de trabalhos relacionados aos aspectos sanitários de surubins híbridos cultivados e visto que para consolidação da cadeia produtiva destes peixes no Brasil, é fundamental o

conhecimento das enfermidades que acometem estes peixes em cultivo. Dessa forma, o presente estudo avaliou a fauna parasitária no surubim híbrido (*P. reticulatum* fêmea x *P. corruscans* macho) e a relação hospedeiro-parasito-ambiente durante o ciclo de produção em sistema intensivo e semi intensivo de produção.

Materiais e Métodos

Local de estudo e peixes

Foram utilizados surubins híbridos (*P. reticulatum* x *P. corruscans*) oriundos de duas pisciculturas de viveiros escavados com diferentes características, denominadas como piscicultura A (sistema de cultivo semi intensivo) e piscicultura B (sistema de cultivo intensivo) (Tabela 1), da região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. No período de junho 2010 a maio de 2011 foram coletados um total de 120 peixes, sendo 60 em cada piscicultura, analisados nas estações quente e fria.

Tabela 1. Características das pisciculturas semi intensiva (A) e intensiva (B) de cultivo de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*, em Mato Grosso do Sul, Brasil.

	Piscicultura A	Piscicultura B
Tamanho da propriedade	20 ha	170 ha
Total de lâmina d'água	5 ha	130 ha
Tamanho do tanque	0,48 ha	1,2 ha
Tipo de cultivo	Semi intensivo	Intensivo
Abastecimento do viveiro	Córrego do Engano	Entrada de água individual, água captada no Rio São Domingos
Origem dos peixes	Alevinagem comercial	Alevinagem própria
Densidade de estocagem	1 peixe/m ²	4 peixes/m ²
Alimentação	1x ao dia	2x ao dia
Ração/Oferta	36% PB	32% PB, 1,5 a 2 kg de peso vivo
Aeração	Sem aeração	Em caso de necessidade
Renovação de água	Sim	Sim. Basicamente por reposição
Manejo entre coletas	Transferências parciais	Transferências parciais
Secagem dos viveiros	Não	Sim
Fase do peixe	Juvenil/Adulto	Juvenil
Mercado consumidor	Pesque-Pague	Mercado interno e exportação

Captura e análise parasitológica

Os peixes foram capturados com rede de arrasto, transferidos para caixas de transporte com aeração e transportados para o Laboratório de Piscicultura da *Embrapa Agropecuária Oeste*. Após eutanásia dos peixes por aprofundamento anestésico com óleo de cravo 75 mg.L⁻¹ (Comitê de Ética 23080.0 29979/2009-05/CEUA/UFSC), foi realizada a biometria e posteriormente necropsiados para análise parasitológica segundo Jerônimo et al. (2011). Para quantificação dos parasitos helmintos, foram utilizadas placas de Petri marcadas, analisadas com auxílio de estereomicroscópio, e os protozoários foram quantificados em câmara de Sedwick Rafter.

A identificação dos parasitos encontrados seguiu a metodologia proposta por Eiras et al. (2006) e Thatcher (2006). A partir dos resultados foram calculados os descritores parasitológicos, taxa de prevalência e intensidade média de parasitismo segundo Bush et al. (1997).

Parâmetros físico-químicos da água

Semanalmente, entre as 08:00 as 09:00h, foi realizado o monitoramento das características físico-químicas da água das pisciculturas. Foram aferidos oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica com multiparâmetro HANNA[®], transparência com auxílio do disco de Secchi e alcalinidade medida pelo método de titulação. Amostras da saída de água dos viveiros foram coletadas para dosagem de ortofosfato, amônia total, nitrito e nitrato por meio de kit colorimétrico (Alfakit[®], São Paulo, Brazil). Os valores obtidos estão apresentados na tabela 2.

Análise histopatológica

Foram coletados fragmentos de brânquias dos peixes analisados, fixados em formalina 10% tamponada para posterior desidratação em série crescente de álcool e inclusão em metacrilato (Historesina Leica). Cortes de 2 µm foram corados com Azul de Toluidina e analisadas as alterações histológicas sob microscopia de luz.

Tabela 2. Parâmetros físico químicos da água dos viveiros das pisciculturas A e B.

	PISCICULTURA A		PISCICULTURA B	
	Estação Fria	Estação Quente	Estação Fria	Estação Quente
Alcalinidade Total (mg.L ⁻¹)	38,56 ± 4,12	39,67 ± 8,87	61,55 ± 5,09	63,29 ± 10,41
pH	7,13 ± 0,42	7,35 ± 0,54	7,25 ± 0,30	7,36 ± 0,50
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	25,91 ± 1,74	26,70 ± 3,80	72,36 ± 5,64	77,33 ± 3,58
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,78 ± 0,81	4,35 ± 1,29	6,41 ± 1,04	3,12 ± 1,32
Temperatura (°C)	18,97 ± 3,17	28,29 ± 0,89	18,90 ± 2,33	28,75 ± 0,80
Transparência (cm)	25,98 ± 4,10	19,79 ± 3,56	40,29 ± 18,31	25,08 ± 6,93
Amônia (mg.L ⁻¹ NH ₃)	0,27 ± 0,07	0,13 ± 0,05	0,20 ± 0,10	0,32 ± 0,20
Ferro Total (mg.L ⁻¹ Fe)	0,17 ± 0,17	0,14 ± 0,27	0,04 ± 0,09	0,13 ± 0,17
Nitrato (mg.L ⁻¹ NO ₃)	0,19 ± 0,13	0,29 ± 0,16	0,19 ± 0,19	0,15 ± 0,07
Nitrito (mg.L ⁻¹ NO ₂)	0,08 ± 0,13	0,03 ± 0,08	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,04
Ortofosfato (mg.L ⁻¹ PO ₄)	0,23 ± 0,36	0,09 ± 0,26	0,00 ± 0,00	0,49 ± 0,41

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram feitas usando o Software IBM® SPSS® Statistics. Para comparação de prevalências entre os tipos de cultivo e entre as estações, foi realizado através do teste de Qui-Quadrado. O teste não paramétrico de Mann-Whitney *U* foi usado para avaliar os dados biométricos e as intensidades parasitárias. O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$. Para os dados de qualidade de água foi feita Análise dos Componentes Principais em cada piscicultura estudada.

Resultados

Na análise dos componentes principais realizada com os dados da piscicultura A (semi intensiva) (Figura 1) a representatividade conjunta dos dois principais fatores correspondeu a 62% da variância. Os resultados evidenciaram maior relação entre a estação fria e valores elevados de transparência, ortofosfato e oxigênio dissolvido, ao passo que a estação quente relacionou-se mais fortemente com valores mais elevados de nitritos e nitratos e temperatura.

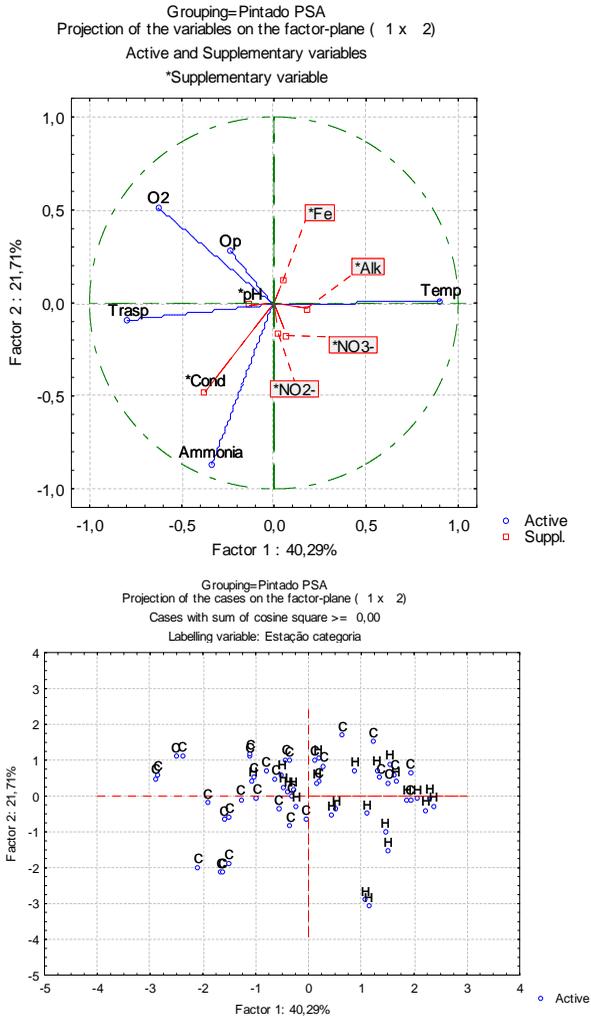


Figura 1: Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans* da piscicultura A. O₂: oxigênio dissolvido; Op: ortofosfato; Trasp: transparência; Cond: condutividade; Temp: temperatura; Alk: alcalinidade; C: estação fria (“cold season”); H: estação quente (“hot season”).

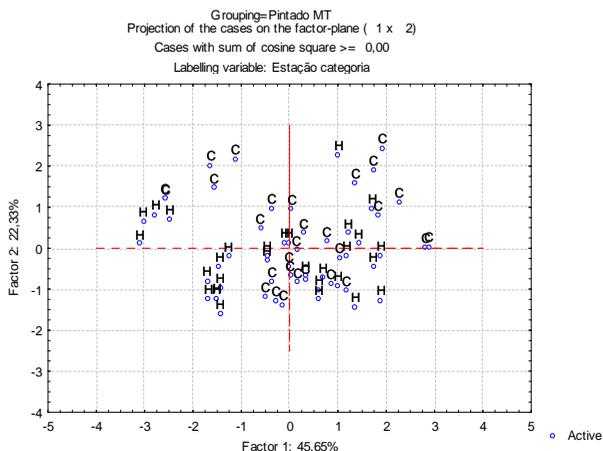
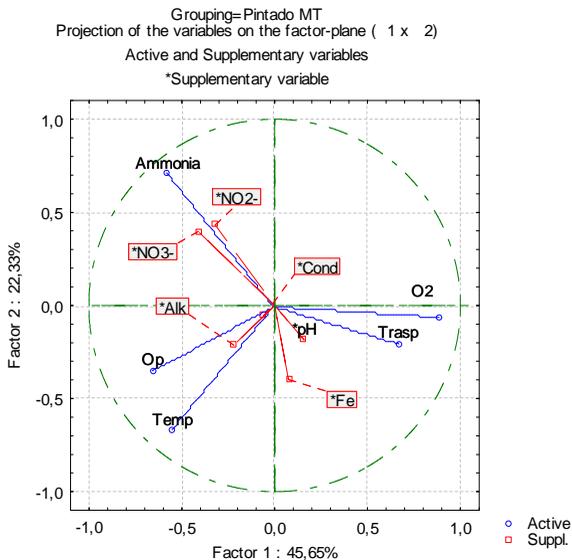


Figura 2: Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans* da piscicultura B. O₂: oxigênio dissolvido; Op: ortofosfato; Trasp: transparência; Cond: condutividade; Temp: temperatura; Alk: alcalinidade; C: estação fria (“cold season”); H: estação quente (“hot season”).

Na piscicultura B (Figura 2), a representatividade conjunta dos dois principais fatores correspondeu a aproximadamente 68% da variância. Os resultados, desta vez, mostraram relações mais difusas entre as estações e os parâmetros de qualidade de água. Porém, é possível verificar maior relação entre a estação fria e valores mais elevados de condutividade elétrica. Os peixes provenientes da piscicultura A foram maiores ($p = 0,001$) quando comparados aos peixes da Piscicultura B e significativamente maiores na estação fria ($p = 0,01$) na piscicultura A (Tabela 3).

Foram identificados ecto e endoparasitos pertencentes a quatro diferentes taxa, compreendendo Protozoa, Myxozoa, Platyhelminthes e Acantocephala. Foram identificados os protozoários ciliados *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, *Trichodina* sp. e *Epistylis* sp., além de mixosporídeos *Henneguya pseudoplatystoma* Naldoni, Arana, Maia, Ceccarelli, Tavares, Borges, Pozo e Adriano, 2009 e *Myxobolus* sp. Entre os Platyhelminthes foram identificados os seguintes Monogenea: *Ameloblastella* sp. Kritsky, Mendonza-Franco e Scholz, 2000; *Amphocleithrium paraguayensis* Price e Romero, 1969; *Vancleaveus ciccinus* Kritsky, Thatcher e Boeger, 1986; *V. fungulus* Kritsky, Thatcher e Boeger, 1986 e *V. janacauensis* Kritsky, Mendonza-Franco e Scholz, 2000. Os cestodas diagnosticados foram *Choanoscolex abscissus* Riegenbach, 1896; *Nominoscolex sudobin* Woodland, 1935 e *Spatulifer rugosa* Woodland, 1935. Não foi possível realizar a identificação do Acanthocephala. *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 e *Dolops carvalhoi* Lemos de Castro, 1949 foram os crustáceos ectoparasitos diagnosticados em surubim híbrido deste estudo.

Ichthyophthirius multifiliis e Monogenea foram os parasitos mais prevalentes (Tabela 4) em ambas as pisciculturas durante os dois períodos, entretanto não apresentaram diferenças significativas. *Ichthyophthirius multifiliis* apresentou aumento significativo na intensidade média ($p=0,008$) na estação fria nos peixes da piscicultura A. Já Monogenea revelaram maior intensidade média na estação quente nos peixes de ambas pisciculturas ($p = 0,008$; $p = 0,001$) (Tabela 5). O mixosporídeo *H. pseudoplatystoma* apresentou maior prevalência ($p = 0,001$) na piscicultura A na estação quente, ao contrário de *Myxobolus* sp. que não apresentou diferença estatística entre as estações e as pisciculturas. Por outro lado, para os crustáceos parasitos observou-se aumento significativo ($p = 0,001$) na prevalência de copepoditos de *L. cyprinacea* na estação fria, bem como na piscicultura B. *Dolops carvalhoi*, apresentou o mesmo comportamento na piscicultura A ($p = 0,004$).

Tabela 3. Dados biométricos de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans* cultivados nas diferentes estações nas diferentes pisciculturas.

Parasitas	Piscicultura A			Piscicultura B			Total		
	Estação Fria (n = 30)	Estação Quente (n = 30)	<i>p</i>	Estação Fria (n = 30)	Estação Quente (n = 30)	<i>p</i>	Piscicultura A (n = 60)	Piscicultura B (n = 60)	<i>p</i>
Peso (g)	1.222±426 (252-2.250)	747±248 (300-1.170)	0,01	613±121 (338-910)	554±152 (328-816)	NS	984±421 (252-2.250)	584±140 (328-910)	0,001
Comprimento (cm)	50,5±5,0 (36-62)	46,4±4,3 (36-57)	0,001	42,3±3,0 (36-50)	42,0±3,0 (36-47)	NS	48,5±5,0 (36-62)	42,2±3,0 (36-50)	0,001

Tabela 4. Prevalência (%) de parasitismo em *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans* das diferentes pisciculturas.

Parasitos	Piscicultura A		Piscicultura B		Total		Órgão parasitado
	Estação Fria (n = 30)	Estação Quente (n = 30)	Estação Fria (n = 30)	Estação Quente (n = 30)	Piscicultura A (n = 60)	Piscicultura B (n = 60)	
CILIOPHORA							
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	100	96,7	100	93,3	98,3	96,7	NS
<i>Trichodina</i> sp.	0	40	0	6,7	20	3,3	0,010
<i>Epistylis</i> sp.	*	*	50	30	0	40	0,001
MYXOSPOREA							
<i>Henneguya pseudoplatystoma</i>	20	80	73,3	53,3	50	60	NS
<i>Myxobolus</i> sp.	40	20	23,3	16,7	30	20	NS
MONOGENEA	100	83,3	100	100	91,7	100	NS
CRUSTACEA							
<i>Lernaea cyprinacea</i> (copepoditos)	3,3	3,3	53,3	3,3	3,3	28,3	0,001
<i>Dolops carvalhoi</i>	36,7	3,3	10	0	20	5	0,027
CESTODA	0	26,7	50	23,3	13,3	36,7	0,006
ACANTOCEPHAL	0	3,3	0	0	1,7	0	NS

(*) Não observado (NS) Não Significativo

Tabela 5: Intensidade média (média \pm desvio padrão, valores mínimo e máximo) de parasitos em *Pseudoplattystoma reticulatum* x *Pseudoplattystoma corruscans* das diferentes pisciculturas.

Parasitos	Piscicultura A			Piscicultura B			Total		
	Estação Fria (n = 30)	Estação Quente (n = 30)	p	Estação Fria (n = 30)	Estação Quente (n = 30)	p	Piscicultura A (n = 60)	Piscicultura B (n = 60)	p
PROTOZOA									
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	13351 \pm 13971 (147-56140)	1919 \pm 1402 (157-5890)	0,004	3258 \pm 2909 (480-13800)	3265 \pm 2600 (143-11267)	NS	7732 \pm 11479 (147-56140)	3261 \pm 2737 (143-13800)	0,002
<i>Trichodina</i> sp.	*	344,9 \pm 221,4 (107-960)	NS	*	155 \pm 0,0 (155-155)	NS	344,9 \pm 221,4 (107-960)	155 \pm 0,0 (155-155)	NS
MONOGENEA	88 \pm 84,4 (7-378)	44,3 \pm 48,5 (2-160)	0,008	117,4 \pm 78,2 (17-383)	252,1 \pm 1,88 (65-934)	0,001	68,6 \pm 73,5 (2-378)	184,8 \pm 158, (17-934)	0,001
CRUSTACEA									
<i>Lernaea cyprinacea</i> (Copepoditos)	3 \pm 0 (3-3)	1 \pm 0 (1-1)	NS	5,5 \pm 3,7 (1-12)	2 \pm 0 (2-2)	NS	2,0 \pm 1,4 (1-3)	5,3 \pm 3,7 (1-12)	NS
CESTODA	*	3,4 \pm 3,5 (1-10)	NS	14,2 \pm 9,4 (3-31)	3,0 \pm 2,5 (1-7)	0,002	3,4 \pm 3,5 (1-10)	10,6 \pm 9,5 (1-31)	0,024

(*) Não observado (NS) Não Significativo

Os cestóides foram significativamente mais prevalentes ($p = 0,006$) nos peixes da piscicultura B (intensiva), entretanto, não apresentaram variação sazonal. Estes vermes apresentaram intensidade média significativamente maior ($p = 0.002$) nos animais na estação fria na piscicultura B (Tabela 5).

Não foram observadas lesões teciduais graves nas brânquias associadas aos parasitos diagnosticados. As alterações encontradas foram hiperplasia na base das lamelas primárias e proliferação das células mucosas em 100% dos peixes analisados (Figura 3).

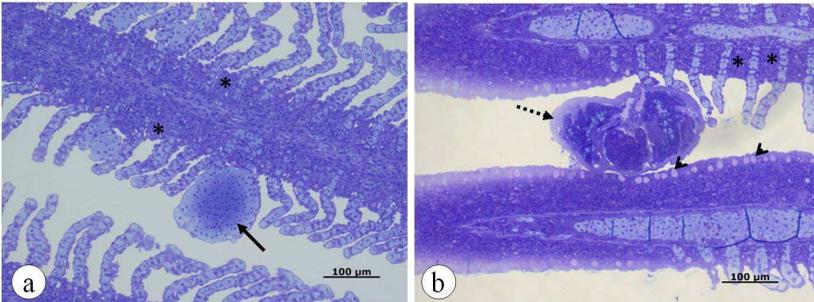


Figura 3. Cortes histológicas da brânquia de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*. Telangiectasia (a – seta) com discreta hiperplasia epitelial localizada na base das lamelas secundárias (a, b – asterisco), presença de Monogenea entre os filamentos branquiais (b – seta pontilhada) com proliferação de células mucosas no tecido adjacente ao parasito (b – ponta das setas). Coloração: Azul de toluidina, barra= 100 µm.

Discussão

Este estudo registra pela primeira vez análise dos parasitos que acometem o surubim híbrido em sistema de engorda em viveiros escavados na América do Sul. As análises revelaram a ocorrência de fauna parasitária diversificada, que pode variar conforme o período do ano, as condições ambientais e o sistema de criação. *Ichthyophthirius multifiliis* e *Monogenea* foram os parasitos mais prevalentes neste estudo, enquanto que em alevinos criados em fazendas berçário *I. multifiliis* (Ishikawa et al., 2012), *Epistylis* sp. (Pádua et al., 2012) e *Trichodina* sp. (Pádua et al., 2013) foram observados como os principais agentes etiológicos. *Monogenea* (Pádua et al., 2012), *Henneguya* (Naldoni et al., 2009) e *Myxobolus* (Ishikawa et al., 2012) foram os únicos metazoários observados em alevinos deste bagre, no entanto, este estudo revela que nas demais fases de criação esses peixes foram

expostos a maior variedade de parasitos metazoários, como diferentes espécies de crustáceos e cestóides.

Monogenea Dactylogyridae são amplamente reconhecidos como parasitos que apresentam especificidade parasitária estrita (Lambert e Gharbi, 1995; Whittington et al., 2000), enquanto os Gyrodactylidae podem apresentar em muitas ocasiões mais de um hospedeiro (Bakke et al., 2002). Neste estudo observou-se apenas Dactylogyridae, sendo que *A. paraguayensis* e *V. fungulus* já foram previamente descritos em bagres pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma* (Suriano e Incorvaia, 1995; Takemoto et al., 2009), sendo este o primeiro registro destas espécies em surubim híbrido. No entanto, *V. ciccinus* é originalmente parasito de *Phractocephalus hemiliopterus* (Pimelodidae), enquanto que *V. janacauensis* é originalmente parasito de *Pterodoras granulosus* (Doradidae) (Suriano e Incorvaia, 1995), ambos são bagres Sul Americanos da ordem Siluriformes. A ocorrência de *V. ciccinus* e *V. janacauensis* em surubim híbrido é atípica, podendo estar relacionada ao processo de hibridação interespecífica, que os torna alvo de preocupação ecológica por possuírem a habilidade de abrigar parasitos não usuais aos progenitores do gênero *Pseudoplatystoma*.

Embora registrou-se a ocorrência atípica de espécies de Monogenea como parasitos branquiais, nas análises histopatológicas não observou-se lesões teciduais graves associadas ao parasitismo por estes helmintos. Alterações proliferativas no epitélio branquial estão entre as principais desordens observadas durante a monogeníase (Mansell et al., 2005; Del Rio-Zaragoza, et al., 2010) podendo evoluir para degeneração e necrose do tecido respiratório, principalmente em infestação mista com outras parasitoses (Yardimci e Pekmezci, 2012). A intensidade e gravidade das lesões branquiais causadas por Monogenea Dactylogyridae estão diretamente relacionadas com a intensidade de parasitismo (Del Rio-Zaragoza et al., 2010). Lesões sub letais nos peixes são observadas em níveis de infestação baixo, moderado e alto, na qual as lesões mais importantes são encontradas em peixes que apresentam maior carga parasitária (Del Rio-Zaragoza et al., 2010). Neste estudo a intensidade de parasitismo de Monogenea não foi alta, o que está relacionada com as alterações teciduais discretas encontradas no tecido respiratório dos peixes.

A intensidade de parasitismo neste estudo não representou riscos sanitários para a produção de surubim híbrido, podendo estar relacionada com as boas condições de cultivo e de qualidade ambiental adotada pelas pisciculturas. A proliferação de *I. multifiliis* está fortemente relacionada com períodos de temperaturas menores nas

regiões tropicais, e neste trabalho coincidiu com período de maior transparência da água, maiores níveis de oxigênio dissolvido e ortofosfato. Os crustáceos também apresentaram maior incidência no período de menor temperatura. Por outro lado, em períodos com maior temperatura a produtividade da biota aquática é maior refletindo em níveis maiores de compostos nitrogenados e condutividade coincidindo com maior intensidade de parasitismo por *Monogenea* na piscicultura B. De fato, o aumento na incidência de *Monogenea* está relacionado com deterioração da qualidade ambiental (Modu et al., 2012; Zargar et al., 2012), que por sua vez favorece a proliferação de patógenos.

Cestóides proteocefalídeos não haviam sido descritos em surubim híbrido, embora estes parasitos sejam comumente encontrados em *Pseudoplatystoma* spp. selvagens (Santos et al., 2003; Campos et al., 2008). A ocorrência desses parasitos em surubim híbrido cultivado foi menor em relação à cachara proveniente do ambiente natural (Campos et al., 2008) e cachara criado em tanques-rede no Pantanal Sul Mato Grossense (Jerônimo et al., 2013). Campos et al. (2009) descreveram importantes lesões teciduais no intestino de cachara parasitado por proteocefalídeos, evidenciando inflamação, necrose focal, hiperplasia das células caliciformes, além de descamação da mucosa e espessamento da membrana basal. No entanto, neste estudo a intensidade de parasitismo por estes helmintos foi baixa não representando grandes riscos aos animais em criação.

Diferentes taxa de parasitos ocorrem em surubim híbrido durante os estágios iniciais de criação (Ishikawa et al., 2012; Pádua et al., 2012; 2013), bem como durante as demais etapas e crescimento e engorda, onde apresentam fauna parasitária mais diversificada como a ocorrência de cestóide proteocefalídeos e crustáceos. Nesta etapa da criação, a incidência de parasitoses pode ser influenciada pelo sistema de criação, temperatura e qualidade ambiental, havendo peculiaridades conforme o agente etiológico e o manejo adotado na criação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro (CNPq 577657/2008-9) e bolsa de Produtividade em Pesquisa a M.L. Martins (CNPq 302493/2010-7), a CAPES pela bolsa de doutorado e doutorado sanduíche a G.T. Jerônimo (BEX 9655-11-5). Ao Dr. Ricardo M. Takemoto (UEM/Maringá, PR) e ao MSc. Luis Eduardo Roland Tavares (UFMS, MS) pelo auxílio na identificação dos parasitos.

Referências

- Bakke, T.A., Harris, P.D., Cable, J., 2002. Host specificity dynamics: observations on gyroductylid monogeneans. *Int J Parasitol* 32 (3), 281.
- Bignotto, T.S., Prioli, A.J., Prioli, S.M.A.P., Maniglia, T.C., Boni, T.A., Lucio, L.C., Gomes, V.N., Prioli, R.N., Oliveira, A.V., Júlio-Júnior, H.F., Prioli, L.M., 2009. Genetic divergence between *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Paraná River Basin. *Braz J Biol* 69 (2), 681-689.
- Buitrago-Suárez, U.A., Burr, B.M., 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512, 1-38.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, W., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83, 575-583.
- Campos, C.M., Fonseca, V.E., Takemoto, R.M., Moraes, F.R., 2008. Fauna parasitária de cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Siluriforme: Pimelodidae) do rio Aquidauana, Pantanal Sul Mato-grossense, Brasil. *Acta Sci Biol Sci* 30, 91-96.
- Campos, C.F.M., Fonseca, V.E., Takemoto, R.M., Moraes, F.R., 2009. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1776) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Aquidauana River, Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Braz J Biol* 69, 93-99.
- Carvalho-Costa, L.F., Piorski, N.M., Willis, S.C., Galetti J.R., Ortí, G., 2011. Molecular systematics of the Neotropical shovelnose catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 based on nuclear and mtDNA markers. *Mol Phyl Evol* 59, 177-194.
- Crepaldi, D.V., Faria, P.M.C., Teixeira, E.A., Ribeiro, L.P., Costa A.A.P., Melo, D.C., Cintra, A.P.R., Prado, S.A., Costa, F.A.A., Drumond, M.L., Lopes, V.E., Moraes, V.E., 2006. O surubim na aquacultura do Brasil. *Rev Bras Rep Ani* 30, 150-158.
- Del Rio-Zaragoza, O.B., Fajer-Avila, E.J., Almazn-Rueda, P., 2010. Haematological and gill responses to an experimental infection of dactylogyrid monogeneans on the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Aquac Res* 41, 1592-1601.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C., 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2nd ed., Eduem, Maringá.

- Ishikawa, M.M., Pádua, S.B., Ventura, A.S., Jerônimo, G.T., Russo, M.R., Carrijo-Mauad, J.R., Martins, M.L., 2012. Biologia e estratégias na sanidade de alevinos de bagres carnívoros. Documentos (Embrapa Agropecuária Oeste. Impresso) 155, 1-47.
- Jerônimo, G.T., Martins, M.L., Ishikawa, M.M., Ventura, A.S., Tavares-Dias, M., 2011. Métodos para Coleta de Parasitos de Peixes. Circular técnica, Embrapa. Macapá, 39, 1-6.
- Jerônimo, G.T., Ventura, A.S., Pádua, S.B., Satake, F., Ishikawa, M.M., Martins, M.L., 2013. Parasitic fauna of cachara cultured in a net-cage in the Paraguay River, Brazil. *Pesq Agropec Bras* 48 (3).
- Lambert, A., El Gharbi, S., 1995. Monogenean host specificity as a biological and taxonomic indicator for fish. *Biol Cons* 72 (2), 227-235.
- Mansell, B., Powell, M.D., Ernst, I., Nowak, B.F., 2005. Effects of the gill monogenean *Zeuxapta seriolae* (Meserve, 1938) and treatment with hydrogen peroxide on pathophysiology of kingfish, *Seriolala landi* Valenciennes, 1833. *J Fish Dis* 28, 253–262.
- Modu, B.M., Saiful, M., Kartini, M., Kasim, Z., Hassan, M., Shaharom-Harrison, F.M., 2012. Effects of Water quality and monogenean parasite in the gills of freshwater catfish, *Hemibagrus nemurus* Valenciennes 1840. *Res J Biol Sci* 4, 242-246.
- MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2010.
- Naldoni J., Arana, S., Maia, A.A.M., Cecarelli, P.S., Tavares, L.E.R., Borges, F.A., Pozo, C.F., Adriano, E.A., 2009. *Henneguya pseudoplatystoma* n. sp causing reduction in epithelial area of gills in the farmed pintado, a South American catfish: Histopathology and ultrastructure. *Vet Parasitol* 166, 52-59.
- Pádua, S.B., Ishikawa, M.M., Kasai, R.Y.D., Jerônimo, G.T., Carrijo-Mauad, J.R., 2012. Parasitic infestations in hybrid surubim catfish fry (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*). *Rev Bras Med Vet* 34, 235-240.
- Pádua, S.B., Ishikawa, M.M., Ventura, A.S., Jerônimo, G.T., Martins, M.L., Tavares, L.E.R., 2013. Brazilian catfish parasitized by *Epistylis* sp. (Ciliophora, Epistylididae), with description of parasite intensity score. *Parasitol Res* 112, 443-446.
- Prado, F.D., Hashimoto, D.T., Mendonça, F.F., Senhorini, J.A., Foresti, F., Porto-Foresti, F., 2011. Molecular identification of hybrids between Neotropical catfish species *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquac Res* 42 (12), 1890-1894.

- Prado, F.D., Hashimoto, D.T., Senhorini, J.A., Foresti, F., Porto-Foresti, F., 2012. Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks of two catfish species (Siluriformes: Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. *Fish Res* 125/126, 300-305.
- Santos, S.M.C., Ceccarelli, P.S., Rêgo, R.F., 2003. Helminths in fish from Pantanal of the Mato Grosso do Sul: first expedition of the Pantanal Program. *Bol Tec CEPTA* 16, 15-26.
- Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C., Lizama, M.A.P., Lacerda, A.C.F., Yamada, F.H., Moreira, L.H.A., Ceschini, T.L., Bellay, S., 2009. Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Braz J Biol* 69 (2), 691-705.
- Thatcher, V.E., 2006. Amazon fish parasites. Sofia-Moscow: Pensoft, 508 p.
- Suriano, D.M., Incorvaia, I.S., 1995. Ancyrocephalid (Monogenea) parasites from siluriform fishes from the Paranean-Platanean ichthyogeographical province in Argentina. *Acta Parasitol* 40 (3), 113-124.
- Whittington, I.D., Cribb, B.W., Hamwood, T.E., Halliday, J.A., 2000. Host-specificity of monogenean (Platyhelminth) parasites: a role for anterior adhesive areas? *Int J Parasitol* 30 (3), 305-320.
- Yardimci, B., Pekmezci, G.Z., 2012. Gill histopathology in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* (L.) co-infected by *Diplectanum aequans* (Wagener, 1857) and *Lernanthropus kroyeri* (van Beneden, 1851). *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 59, 61-64.
- Zargar, U.R., Chishti, M.Z., Yousuf, A.R., Fayaz A., 2012. Infection level of monogenean gill parasite, *Diplozoon kashmirensis* (Monogenea, Polyopisthocotylea) in the Crucian carp, *Carassius carassius* from lake ecosystems of an altered water quality: What factors do have an impact to the *Diplozoon* infection? *Vet Parasitol* 189, 218-226.

CAPÍTULO 2

Parâmetros hematológicos de surubim híbrido cultivado em piscicultura de sistema intensivo e semi intensivo no Brasil

Haematological parameters of the hybrid surubim farmed in intensive and semi intensive system in Brazil

G.T. Jerônimo^a, A. Brum^a, S.B. Pádua^b, E.L.T.Gonçalves^a, R.S.Capecci^c, M.M. Ishikawa^c, M.L. Martins^a

^aAQUOS - Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), SC, Brasil.

^bCentro de Aquicultura da Universidade estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, Brasil.

^cEmbrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil.

Resumo

Este estudo avaliou os parâmetros hematológicos do surubim híbrido (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*) cultivado em sistema intensivo e de pesque-pague no estado de Mato Grosso do Sul, Centro Oeste do Brasil, nas estações quente e fria. Foram utilizados 240 peixes, sendo 120 animais de uma piscicultura comercial e 120 animais de um pesque-pague, e o perfil hematológico foi comparado de acordo com a época do ano, quente ou fria. Semanalmente foram realizadas análises da qualidade da água para avaliar a interação das condições ambientais sobre a hematologia dos peixes. Peixes do sistema intensivo apresentaram o hematócrito e os leucócitos totais mais altos na estação quente, enquanto a proteína plasmática total, a hemoglobina, a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e volume corpuscular médio (VCM) foram mais altos na estação fria. Nos do sistema semi intensivo, os números totais de eritrócitos e trombócitos foram mais altos na estação quente, enquanto a CHCM e o VCM foram mais altos na estação fria. Não foram observadas alterações nos números de linfócitos, neutrófilos, monócitos, basófilos, eosinófilos e leucócitos granular PAS-positivo (LG-PAS) em função do tipo de manejo e período. Em relação à qualidade da água, a estação quente esteve diretamente relacionada ao aumento de temperatura e à redução do oxigênio dissolvido, ocorrendo o inverso na estação fria.

Palavras-chave: Siluriformes, hematologia, temperatura, sistema de cultivo

Abstract

This study evaluated the haematological parameters of the hybrid surubim (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*) farmed in intensive and fee fishing system in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil in the hot and cold season. A total of 240 fish were examined, 120 from a fish farm and 120 from a fee-fishing for comparison between the hot and cold season. The water quality was weekly measured to evaluate the influence of environmental conditions on the haematology. Fish from intensive system showed hematocrit and white blood cell count (WBC) higher in the hot season while the total plasmatic protein, hemoglobin concentration, mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) and mean corpuscular volume (MCV) were higher in the cold season. In fish from fee-fishing the red blood cells count (RBC) and total thrombocyte number were higher in the hot season while the MCHC and MCV were higher in the cold one. It was not observed alterations in the numbers of lymphocytes, neutrophils, basophils,

eosinophils and granular leukocytes PAS-positive. This study showed the influence of temperature on the hematological parameters in the hybrid surubim kept under normal farming conditions. Regarding water quality, hot season was directly related to increased water temperature and decreased dissolved oxygen and the opposite was found in the cold one.

Key words: Siluriformes, haematology, temperature, culture system

Introdução

Atualmente, o Brasil está entre os principais países com grande potencial de crescimento na aquicultura continental. A intensa captura de espécies de importância econômica ocasiona diminuição do estoque natural e consequente redução da produção pesqueira, levando ao crescente interesse em seu cultivo (Crepaldi et al. 2006). Peixes do gênero *Pseudoplatystoma* (Siluriformes) são de grande importância tanto na pesca quanto na aquicultura, com expressiva contribuição na economia pesqueira do Brasil central (Campos 2005). No ano de 2007, cerca de 670 toneladas de *Pseudoplatystoma* spp. foram produzidas em pisciculturas brasileiras, gerando uma receita de US\$ 1.467.000,00 (FAO 2009).

Pseudoplatystoma corruscans (Spix e Agassiz, 1829) (popularmente conhecido no Brasil como “pintado” ou “surubim”) e *Pseudoplatystoma reticulatum* Eigenmann e Eigenmann, 1889 (conhecido como “cachara” ou “cachara pantaneiro”) são espécies carnívoras e migratórias, alcançam grande porte na idade adulta de até 100 kg e 20 kg, respectivamente (Campos 2005). Em cultivo, os surubins chegam a 2 kg em apenas um ano (Zaniboni Filho 2004). A estratégia de cruzar *P. corruscans* com *P. reticulatum* para produzir alevinos híbridos aumentou a sobrevivência na larvicultura em relação ao cultivo de *P. corruscans* (Naldoni et al. 2009), favorecendo as práticas de manejo (Ishikawa et al. 2012). Além disso, o híbrido apresenta excelentes características zootécnicas para cultivo, alto valor de mercado com inclusão no mercado internacional, bom rendimento de carcaça, sabor apreciado e ausência de espinhos (Labarrère 2012). Por outro lado, para promover boas práticas de manejo e otimizar a produção, é necessário conhecer suas peculiaridades biológicas (Ishikawa et al. 2012).

A piscicultura intensiva é responsável por constante pressão nos animais devido ao estresse causado pelas altas densidades de estocagem, transporte, oscilações nos parâmetros de qualidade da água e alimentação inadequada, além da pressão por patógenos. Desta forma, o

perfil hematológico pode ser ferramenta prática e interessante para indicar o estado de saúde dos peixes (Labarrère et al. 2012).

Estudos sobre a hematologia do surubim híbrido ainda são escassos. A descrição morfológica e citoquímica dos leucócitos foi registrada por Beelen et al. (2003). Mais tarde, outros estudos relataram o eritrograma e proteínas plasmáticas totais dos surubins híbridos cultivados no Estado do Mato Grosso do Sul (Tavares-Dias et al. 2009) e sob diferentes densidades de estocagem (Labarrère et al. 2012), além de alterações hematológicas causadas decorrente de infecção por *Pseudomonas* sp. (Tavares-Dias et al. 2009), suplementação dietária com simbiótico (Mouriño et al. 2012), infecção experimental com *Aeromonas hydrophila* (Silva et al. 2012) e teste de diferentes anticoagulantes no sangue (Ishikawa et al. 2010). No entanto, pouco se conhece sobre o perfil hematológico desses animais em fazendas de criação, especialmente em relação à série leucocitária que por sua vez constituem uma das principais vias de defesa do sistema imunológico (Tavares-Dias et al. 2009).

Tendo em vista o crescente interesse no cultivo do surubim híbrido no Brasil e a escassez de informações que sirvam como referência para avaliar suas condições de saúde, o objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros hematológicos de peixes mantidos em sistema intensivo e semi intensivo, em duas épocas do ano, quente e fria.

Material e Métodos

Um total de 240 surubins híbridos (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*) foram capturados com rede de arrasto de um sistema intensivo (n=120) e de um pesque-pague (n=120) no período de junho de 2010 a maio de 2011 na estação quente (Outubro a Março) e estação fria (Abril a Setembro), as quais são bem definidas na região da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, e utilizados para análise hematológica. Durante as estações, semanalmente, das 08:00 a 09:00h, foi realizado o monitoramento das características físico-químicas da água das pisciculturas. Foram aferidos oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica com multiparâmetro HANNA[®], transparência com auxílio do disco de Secchi e alcalinidade foi mensurada pelo método de titulação. Amostras da saída de água dos viveiros foram coletadas para dosagem de ortofosfato, amônia total, nitrito e nitrato por meio de kit colorimétrico (Alfakit[®], São Paulo, Brazil). Os valores obtidos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros físico químicos da água dos viveiros das pisciculturas intensiva e semi intensiva.

PARÂMETROS	PISCICULTURA INTENSIVA		PISCICULTURA SEMI INTENSIVA	
	Estação Fria	Estação Quente	Estação Fria	Estação Quente
Alcalinidade Total (mg.L ⁻¹)	61,55 ± 5,09	63,29 ± 10,41	38,56 ± 4,12	39,67 ± 8,87
pH	7,25 ± 0,30	7,36 ± 0,50	7,13 ± 0,42	7,35 ± 0,54
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	72,36 ± 5,64	77,33 ± 3,58	25,91 ± 1,74	26,70 ± 3,80
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,41 ± 1,04	3,12 ± 1,32	6,78 ± 0,81	4,35 ± 1,29
Temperatura (°C)	18,90 ± 2,33	28,75 ± 0,80	18,97 ± 3,17	28,29 ± 0,89
Transparência (cm)	40,29 ± 18,31	25,08 ± 6,93	25,98 ± 4,10	19,79 ± 3,56
Amônia (mg.L ⁻¹ NH ₃)	0,20 ± 0,10	0,32 ± 0,20	0,27 ± 0,07	0,13 ± 0,05
Ferro Total (mg.L ⁻¹ Fe)	0,04 ± 0,09	0,13 ± 0,17	0,17 ± 0,17	0,14 ± 0,27
Nitrato (mg.L ⁻¹ NO ₃)	0,19 ± 0,19	0,15 ± 0,07	0,19 ± 0,13	0,29 ± 0,16
Nitrito (mg.L ⁻¹ NO ₂)	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,04	0,08 ± 0,13	0,03 ± 0,08
Ortofosfato (mg.L ⁻¹ PO ₄)	0,00 ± 0,00	0,49 ± 0,41	0,23 ± 0,36	0,09 ± 0,26

Após a captura os animais foram anestesiados com óleo de cravo (75 mg.L⁻¹) para coleta de sangue e análise hematológica (Ishikawa et al. 2011) (Comitê de Ética 23080.0 29979/2009-05/CEUA/UFSC). O sangue foi coletado por punção do vaso caudal com seringas contendo EDTA 3%, acondicionado, refrigerado e transportado ao Laboratório de Piscicultura da Embrapa Agropecuária Oeste, para medida do percentual de hematócrito pelo método do microhematócrito (Goldenfarb et al. 1971); concentração de hemoglobina pelo método da cianometahemoglobina (Collier 1944); contagem total de eritrócitos (RBC) em câmara de Neubauer após diluição 1:200 em solução de formol-citrato; volume corpuscular médio (VCM); concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (Wintrobe 1934) e proteínas plasmáticas totais determinadas com refratômetro portátil. Os números totais de leucócitos e trombócitos foram obtidos pelo método indireto a partir de extensões coradas com May Grünwald-Giemsa-Wright (MGGW) (Ishikawa et al. 2008).

Os dados biométricos e os parâmetros hematológicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) fatorial comparando entre as estações e as propriedades. A homocedasticidade das variáveis

analisadas foi verificada através teste de Levene e o teste de Tukey foi utilizado para comparação das médias ao nível de significância de 5%.

Os dados de qualidade de água foram submetidos à análise dos componentes principais (PCA) com o intuito de verificar a relação das variáveis com as diferentes estações.

Resultados

Na análise dos componentes principais realizada com os dados da piscicultura semi intensiva (Figura 1) a representatividade conjunta dos dois principais fatores correspondeu a 62% da variância. Observamos maior relação entre a estação fria e valores elevados de transparência e oxigênio dissolvido, ao passo que a estação quente relacionou-se mais fortemente com valores mais elevados de nitritos e nitratos e temperatura. Essas relações podem ser decorrentes de menor produtividade primária nos viveiros durante a estação fria, relacionada com valores de amônia mais elevados devido a menor capacidade de ciclagem dos nutrientes, seguida por aumento da nitrificação conforme o aumento na produtividade na estação quente.

Nos peixes provenientes do sistema intensivo, a representatividade conjunta dos dois principais fatores correspondeu a aproximadamente 68% da variância. Não foi observado relação entre as estações e os parâmetros de qualidade de água. Porém, é possível verificar uma relação entre a estação fria e valores mais elevados de oxigênio dissolvido e transparência (Figura 2).

O peso corporal dos animais apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as estações, sendo maior na estação fria do que na quente, em função do próprio período de engorda. Porém, não houve mudança significativa no comprimento (Tabela 2).

Os peixes do sistema intensivo apresentaram valores médios de hematócrito mais altos na estação fria, assim como os de proteína plasmática total, hemoglobina, CHCM e VCM. Os valores médios de leucócitos nos peixes foram maiores na estação quente não sendo encontradas diferenças significativas nos números de eritrócitos, trombócitos, linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos, basófilos e Leucócito Granular PAS+ (LG-PAS). Nos animais do sistema semi intensivo, a estação fria foi responsável por aumentar os valores de hemoglobina, CHCM e VCM, assim como nos do sistema intensivo ($p < 0,05$). Na estação quente, os números de eritrócitos e de trombócitos foram mais altos, porém não observamos influência sazonal significativa no hematócrito, proteínas plasmáticas totais, leucócitos totais, linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos, basófilos e LG-PAS (Tabela 2).

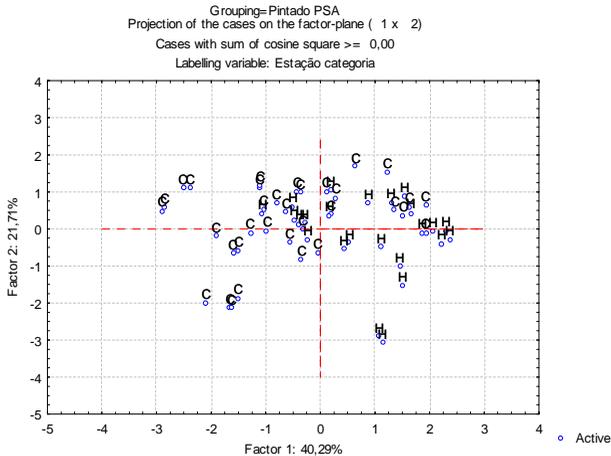
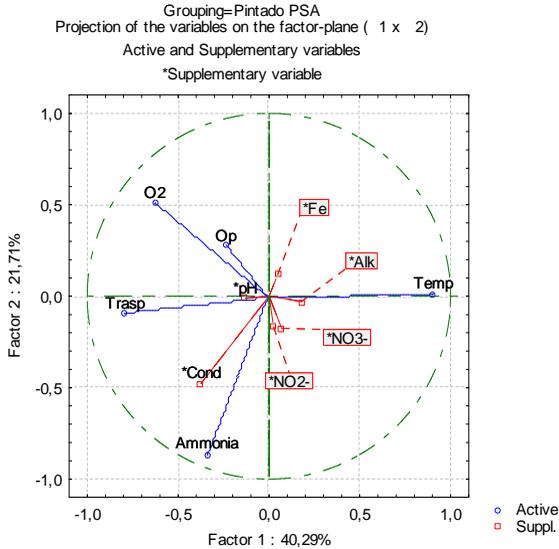


Figura 1: Análise dos componentes principais (PCA) dos parâmetros de qualidade de água obtidos do viveiro de cultivo semi intensivo para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*). O2= oxigênio dissolvido; Op= ortofosfato; Trasp= transparência; Cond= condutividade; Temp= temperatura; Alk= alcalinidade; C = estação fria (“cold season”); H = estação quente (“hot season”).

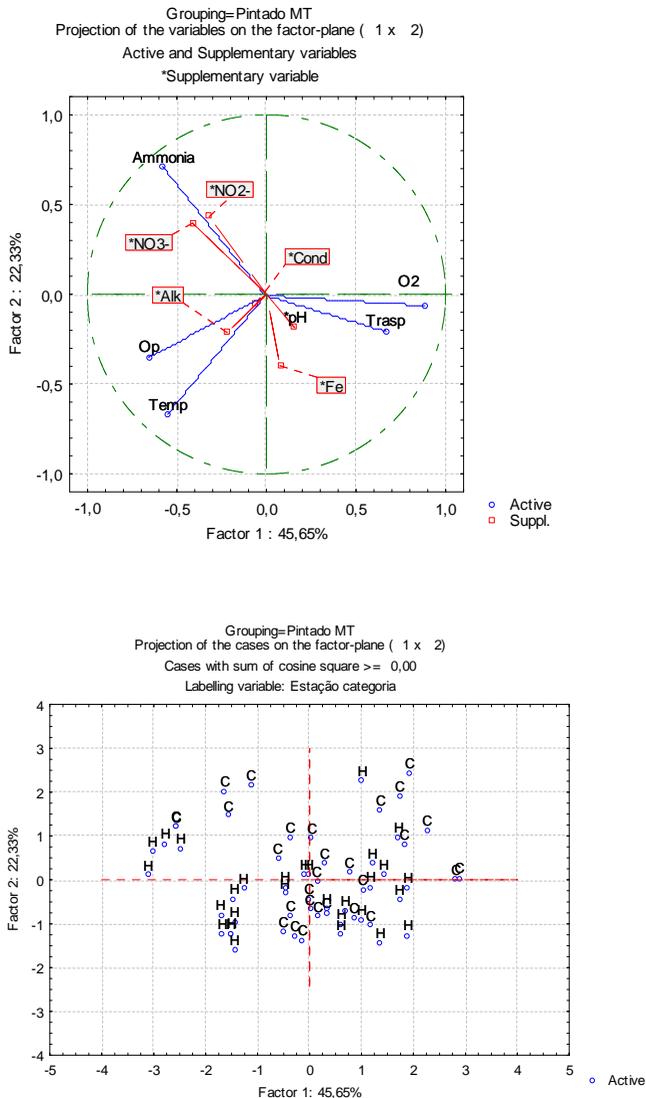


Figura 2: Análise dos componentes principais dos parâmetros de qualidade de água (PCA) obtidos do viveiro da piscicultura intensiva para surubim híbrido (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*). Alk= alcalinidade; Cond= condutividade; Op= ortofosfato; Trasp= transparência; Temp= temperatura; Fe= ferro; C = Estação Fria (“Cold Season”); H = Estação Quente (“Hot Season”)

Tabela 2. Biometria e parâmetros hematológicos de surubim híbrido (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*) cultivado no Brasil. PPT: proteínas plasmáticas totais, MCHC: concentração de hemoglobina corpuscular média, MCV: volume corpuscular médio, LG-PAS: leucócitos granular PAS-positivo.

Parâmetros	Piscicultura intensiva		Piscicultura semi intensiva	
	Estação quente	Estação fria	Estação quente	Estação fria
Peso (g)	565,83±158,50 ^b	637,77±114,80 ^a	939,38±383,48 ^b	1203,73±409,20 ^a
Comprimento (cm)	42,23 ± 3,34	42,35 ± 6,12	48,93 ± 5,35	49,97 ± 5,35
Hematócrito (%)	34,83 ± 3,00 ^b	37,09 ± 4,19 ^{aA}	33,05 ± 7,30	32,93 ± 6,82 ^B
PPT (g.dL ⁻¹)	4,68 ± 0,39 ^{bB}	5,41 ± 0,64 ^{aB}	6,19 ± 1,30 ^A	6,35 ± 0,65 ^A
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	3,14 ± 0,72 ^b	7,35 ± 3,65 ^{aB}	3,74 ± 0,93 ^b	8,65 ± 3,31 ^{aA}
Eritrócitos (x10 ⁶ .µL ⁻¹)	2,23 ± 2,04	1,96 ± 0,51 ^B	1,92 ± 0,36 ^a	1,57 ± 0,26 ^{bA}
CHCM (g.dL ⁻¹)	9,04 ± 2,06 ^b	20,03 ± 10,00 ^{aA}	1,72 ± 3,46 ^b	28,97 ± 17,26 ^{aB}
MCV (fL)	179,84 ± 41,61 ^b	202,76 ± 59,68 ^a	178,57 ± 53,24 ^b	215,89 ± 65,00 ^a
Leucócitos Totais (x10 ³ .µL ⁻¹)	71,83 ± 31,85 ^{aA}	61,43 ± 18,69 ^{bA}	52,59 ± 25,46 ^B	46,39 ± 16,83 ^B
Trombócitos(x10 ³ .µL ⁻¹)	43,10 ± 26,61 ^A	42,99 ± 20,47 ^A	29,81 ± 21,33 ^{aB}	21,90 ± 15,86 ^{bB}
Linfócitos (x10 ³ .µL ⁻¹)	64,17 ± 27,65	54,20 ± 17,16	46,58 ± 23,74	40,68 ± 15,93
Neutrófilos (x10 ³ .µL ⁻¹)	4,58 ± 3,86	4,86 ± 3,12	3,41 ± 2,26	3,21 ± 3,00
Monócitos (x10 ³ .µL ⁻¹)	0,78 ± 0,88	0,84 ± 1,00	0,30 ± 0,51	0,32 ± 0,46
Eosinófilos (x10 ³ .µL ⁻¹)	0,80 ± 1,00	0,42 ± 0,54	0,55 ± 0,61	0,30 ± 0,38
Basófilos (x10 ³ .µL ⁻¹)	0,86 ± 1,38	0,76 ± 0,85	0,70 ± 0,74	0,41 ± 0,64
LG-PAS (x10 ³ .µL ⁻¹)	0,64 ± 0,98	0,39 ± 0,61 ^A	0,97 ± 1,58	0,76 ± 0,77 ^B

* Letras minúsculas indicam diferença significativa (p<0,05) entre as estações, letras maiúsculas indicam diferença significativa entre os locais, dentro da mesma estação.

Comparando os sistemas de cultivo dentro da mesma época, os valores de proteína plasmática total foram mais altos nos peixes da piscicultura semi intensiva em relação à intensiva, tanto na fria quanto na quente. Na estação fria, os animais do sistema semi intensivo também apresentaram maiores valores de hemoglobina, CHCM e LG-PAS e menores valores de hematócrito, eritrócitos, leucócitos totais e trombócitos. Na estação quente, os números totais de leucócitos e trombócitos foram maiores nos animais da piscicultura intensiva. Na época quente, não houve diferenças significativas no hematócrito, hemoglobina, eritrócitos, CHCM, VCM, linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos, basófilos e LG-PAS, enquanto que na fria os animais de ambos os sistemas também apresentaram valores semelhantes de VCM, linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos e basófilos (Tabela 2).

Discussão

A hematologia tem sido amplamente utilizada como importante ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo, permitindo inferências sobre suas condições de higidez (Ishikawa et al. 2010). Considerando que os parâmetros hematológicos são susceptíveis a alterações de acordo com as mudanças do ambiente aquático, eles podem ajudar a compreender o processo de adaptação dos animais ao seu ambiente (Ranzani-Paiva et al. 2005) e a obter referências para identificar qualquer modificação na condição de saúde dos peixes (Ranzani-Paiva et al. 1997). Este tipo de monitoramento é de suma importância no cultivo, tendo em vista que as condições impostas pela aquicultura afetam as funções fisiológicas básicas dos peixes cultivados, pela submissão a fatores estressantes (Tavares-Dias e Moraes 2007).

Os valores de hematócrito neste estudo estão de acordo com a faixa de valores relatada por Tavares-Dias et al. (2009), porém foram altos em comparação a outros estudos com surubim híbrido (Beelen et al. 2003; Ishikawa et al. 2010; Mouriño et al. 2012), ocorrendo ainda aumento durante a estação fria nos peixes do sistema intensivo, com valores significativamente maiores do que nos animais do sistema semi intensivo na mesma estação, pois apresentaram quantidades significativamente maiores de eritrócitos. Tendo em vista que os valores de eritrócitos foram semelhantes aos relatados na literatura para este híbrido, o hematócrito alto se deve ao alto VCM dos eritrócitos.

Na estação fria, as concentrações médias de hemoglobina foram semelhantes às relatadas por Labarrère et al. (2012) para o surubim híbrido em diferentes densidades de cultivo. Tanto nos peixes do

sistema intensivo quanto nos do pesque-pague, houve redução na concentração de hemoglobina na estação quente. Contrariamente, Santos et al. (2012) observaram aumento da hemoglobina no verão, tendo em vista que nesta época a disponibilidade de oxigênio dissolvido na água é menor e a atividade metabólica dos peixes aumenta. O CHCM apresentou comportamento semelhante ao da hemoglobina, com valores similares aos de Labarrère et al. (2012) e Tavares-Dias et al. (2009) na estação fria e expressiva redução na estação quente, em ambos os locais de cultivo. A redução no CHCM é indicativo de anemia (Labarrère 2012), neste caso podendo também indicar maior proporção de eritrócitos jovens, uma vez que estes não possuem quantidade adequada de hemoglobina (Tavares-Dias et al. 2009). Isto se evidencia pelo maior número de eritrócitos e menor VCM nesta mesma época. Em relação ao sistema de cultivo, durante a estação fria os animais do pesque-pague apresentaram valores mais altos de hemoglobina e CHCM do que os da piscicultura intensiva.

O VCM dos eritrócitos foi maior do que as médias relatadas por Mouriño et al. (2012), porém esteve dentro do intervalo registrado por Tavares-Dias et al. (2009) para o surubim híbrido. Além disso, ocorreu redução do VCM na estação quente, em ambos os locais. No caso do sistema semi intensivo, esta alteração veio acompanhada de aumento no número de eritrócitos. Portanto, os menores valores de VCM se devem à maior quantidade de células vermelhas imaturas no sangue (Affonso et al. 2002), recrutadas para otimizar o transporte de oxigênio, uma vez que a estação quente está relacionada a menores concentrações de oxigênio dissolvido na água. O volume dos eritrócitos também está relacionado ao seu nível de atividade (Glazova 1976; Wintrobe 1934), sendo maior quando o animal é mais sedentário. Dessa forma, o aumento no VCM na estação fria pode estar fortemente relacionado à redução da atividade metabólica e locomotora dos animais, o que reduz a demanda de oxigênio.

As concentrações de proteína plasmática total foram semelhantes ao observado por Ishikawa et al. (2010) e Tavares-Dias et al. (2009) em surubim híbrido. As proteínas plasmáticas são responsáveis por funções vitais, como carreamento de metabólitos, defesa humoral e coagulação (Tavares-Dias et al. 2009). Nos animais do sistema intensivo, houve aumento significativo deste parâmetro na estação fria, enquanto que nos do pesque-pague permaneceram sem alterações. Semelhante ao observado nos peixes do sistema semi intensivo, De Pedro et al. (2005) e Swain et al. (2007) não observaram alteração sazonal neste parâmetro. O aumento que ocorreu na estação fria ainda está dentro faixa de

variação descrita por Tavares-Dias et al. (2009). A proteína total é alterada principalmente por mudanças no volume plasmático, sendo que o aumento é causado por mudança de fluido no plasma para o compartimento intracelular. Isto ocorre por desequilíbrio osmótico entre os compartimentos extracelular e intracelular, e qualquer estresse que induz tal desequilíbrio pode levar ao aumento de proteína no plasma (McDonald e Milligan 1992). Estudos anteriores já demonstraram que o estresse aumenta a quantidade de proteínas totais séricas (Milligan e Wood 1986; McDonald e Milligan 1992; Melo et al. 2009). No presente estudo a estação fria esteve associada ao aumento da concentração de amônia, o que poderia ser um fator adicional de estresse, além da alta densidade e da redução da temperatura. Em relação ao sistema de cultivo, os animais do sistema semi intensivo apresentaram maiores valores de proteína plasmática total em ambas as estações, que apesar de mais altos, ainda estão em conformidade com o relatado na literatura como valores de referência para surubins híbridos (Tavares-Dias et al. 2009). Contrariamente, Hrubec et al. (2000) observaram valores mais altos em peixes de cultivo intensivo em comparação com peixes criados em baixa densidade.

Os valores de eritrócitos foram semelhantes aos relatados na literatura para este híbrido (Tavares-Dias et al. 2009; Mouriño et al. 2012). No sistema semi intensivo, maiores valores foram observados durante a estação quente, conforme também relatado por Jerônimo et al. (2011), De Pedro et al. (2005) e Guijarro et al. (2003). Tendo em vista que esta época esteve relacionada a concentrações mais baixas de oxigênio dissolvido na água, pode-se afirmar que os peixes aumentaram a produção de eritrócitos para melhorar a capacidade de transporte de oxigênio, compensando sua disponibilidade reduzida (Jerônimo et al. 2011). Dentro da estação fria, os animais da piscicultura intensiva apresentaram maior número de eritrócitos, portanto, é possível que neste sistema as concentrações de oxigênio dissolvido na água estivessem mais baixas, demonstrando também um efeito compensatório.

O número de leucócitos e trombócitos totais no sangue podem ser indicativo do estado de saúde dos peixes (Tavares-Dias e Moraes 2007), sendo que nos peixes provenientes de sistema semi intensivo, foi semelhante ao relatado por Mouriño et al. (2012) e Silva et al. (2012) para o surubim híbrido, enquanto que nos peixes de sistema intensivo houve tendência a valores mais altos em ambas as estações. Este aumento pode estar relacionado ao estresse (Martins et al. 2004), devido às maiores densidades e ao manejo mais intenso. Além disso, os animais desta piscicultura mostraram aumento no número de leucócitos na

estação quente, corroborando os estudos de Morgan et al. (2008), De Pedro et al. (2005) e Collazos et al. (1998).

O número de trombócitos totais nos peixes do pesque-pague foi similar ao relatado para o surubim híbrido por Mouriño et al. (2012) e Silva et al. (2012), porém nos peixes de sistema intensivo houve maiores valores, semelhante ao relatado por Tavares-Dias et al. (2009), não havendo variação sazonal, enquanto que os do pesque-pague apresentaram mais trombócitos na estação quente. Os trombócitos, além de participarem na coagulação do sangue, também possuem função de defesa (Martins et al. 2008). A variação sazonal encontrada no número de leucócitos e trombócitos corrobora a hipótese de Slater e Schreck (1998), de que o comportamento dos parâmetros imunológicos geralmente consiste de aumento no verão e diminuição no inverno. Segundo Engelsma et al. (2003), temperatura mais baixa, afeta tanto a quantidade como a função das células de defesa.

Em relação à contagem diferencial de leucócitos, nenhum dos leucócitos apresentou diferença significativa entre as estações, resultado também relatado por Swain et al. (2007). Os números de linfócitos foram semelhantes aos relatados por Mouriño et al. (2012) em surubins híbridos que receberam suplementação dietária com prebiótico e/ou probiótico, e mais altos do que as observadas por Tavares-Dias et al. (2009) em surubins híbridos cultivados no Mato Grosso do Sul. Os números de neutrófilos foram maiores do que o relatado por Mouriño et al. (2012), discretamente mais alto do que o encontrado por Tavares-Dias et al. (2009) e similares aos achados de Mouriño et al. (2012), sendo que neste último eram surubins híbridos suplementados com probiótico e desafiados ou não com *Aeromonas hydrophila*. Os valores de monócitos foram inferiores aos relatados por Tavares-Dias et al. (2009), sendo que nos do sistema intensivo foram semelhantes ao observado por Mouriño et al. (2012), porém os peixes do sistema semi intensivo apresentaram menores valores de monócitos do que o observado por Tavares-Dias et al. (2009) e Mouriño et al. (2012). O maior número de monócitos encontrado nos peixes da piscicultura intensiva pode estar associado à maior densidade de estocagem.

Em relação aos eosinófilos, o número foi semelhante ao relatado por Tavares-Dias et al. (2009) e Mouriño et al. (2012) para este híbrido. Os basófilos apareceram em quantidade semelhante aos observados por Mouriño et al. (2012), porém drasticamente mais altas do que o relatado por Tavares-Dias et al. (2009). Quanto aos LG-PAS, as quantidades foram semelhantes às registradas por Mouriño et al. (2012), sendo mais altas na piscicultura semi intensivo do que na intensiva durante a estação

fria. De acordo com Schalch et al. (2005), alterações nos números de LG-PAS estão relacionadas a quadros de estresse, podendo ser provocado por parasitismo. Esta afirmação corrobora as observações de Ranzani-Paiva et al. (1987) sobre a alta frequência desta célula em carpas parasitadas por *Argulus* sp. É possível que a redução na eficiência do sistema imunológico esteja associada à estação fria tenha tornado os peixes mais susceptíveis ao parasitismo.

Os presentes resultados demonstraram a possível influência da época do ano sobre os valores hematológicos do surubim híbrido mantido em sistema intensivo e pesque-pague. A redução no número de leucócitos juntamente com o aumento no CHCM, VCM, hematócrito e proteínas plasmáticas totais nos peixes do sistema intensivo na estação fria podem estar relacionados à necessidade de melhorar as defesas do organismo nessa época. Por outro lado, nos peixes de sistema semi intensivo, também na estação fria, o aumento na concentração de hemoglobina, CHCM, VCM, bem como redução no número de trombócitos poderia estar relacionado ao sistema de manutenção dos peixes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro (CNPq 577657/2008-9) e bolsa de Produtividade em Pesquisa a M.L. Martins (CNPq 302493/2010-7), a CAPES pela bolsa sanduiche a G.T. Jerônimo (BEX 9655-11-5) e de Mestrado a A. Brum.

Referências

- Affonso EG, Polez VLP, Corrêa CF, Mazon AF, Araújo MRR, Moraes G, Rantin FT (2002) Blood parameters and metabolites in the teleost fish *Colossoma macropomum* exposed to sulfide or hypoxia. *Comp Biochem Physiol Part C* 133:375-382. doi: 10.1016/S1532-0456(02)00127-8
- Beelen R, Boyd B, Garavello JC, Pavanelli GC, Ainsworth AJ (2003) A cytochemical, light and electron microscopic study of the peripheral blood leucocytes of hybrid surubim catfish (*Pseudoplatystoma corruscans* x *Pseudoplatystoma fasciatum*). *Comp Clin Pathol* 12:61-68. doi:10.1007/s00580-003-0484-0
- Campos JL (2005) O cultivo do pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829). In: Baldisserotto B, Gomes LC (eds.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Editora UFSM, Santa Maria, pp. 327-343.

- Collazos ME, Ortega E, Barriga C, Rodriguez AB (1998) Seasonal variations in haematological parameters in male and female tench (*Tinca tinca*). Mol Cel Biol 183:165-168. doi:0.1111/j.1365-2109.2005.01338
- Collier HB (1944) The standardizations of blood hemoglobin determinations. Can Med Assoc J 50: 550-552.
- Crepaldi DV, Faria PMC, Teixeira EA, Ribeiro LP, Costa AAP, Melo DC, Cintra APR, Prado SA, Costa FAA, Drumond ML, Lopes VE, Moraes VE (2006) O surubim na aquacultura do Brasil. Rev Bras Reprod Anim 30:150-158.
- De Pedro N, Guijarro AL, Lopez-Patiño MA, Martínez-Álvarez R, Delgado MJ (2005) Daily and seasonal variations in haematological and blood biochemical parameters in the tench, *Tinca tinca* Linnaeus, 1758. Aquac Res 36:1185-1196.doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01338
- Engelsma MY, Hougee S, Nap D, Hofenk M, Jan HW, Rombout M (2003) Multiple acute temperature stress affects leucocyte populations and antibody responses in common carp, *Cyprinus carpio* L. Fish Shellfish Immunol 12:61-76. doi:10.1016/S1050-4648(03)00006-8
- FAO. FIGIS – Fisheries and aquaculture information and statistics service, 2009.
- Goldenfarb PB, Bowyer FP, Hall E, Brosius E (1971) Reproductibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. Am J Clin Pathol 56:35-39.
- Glazova TN (1976) Physiological and biochemical blood characteristics of some species of tropical fish from the Pacific Ocean J Ichthyol 16:95-105.
- Guijarro AI, Lopez-Patiño MA, Pinillos ML, Isorna E, De Pedro N, Alonso-Gómez AL, Alonso-Debate M, Delgado MJ (2003) Seasonal changes in haematology and metabolic resource in the tench. J Fish Biol 62:803-815.doi:10.1046/j.1095-8649.2003.00066
- Hrubec TC, Cardinale JL, Smith SA (2000) Hematology and chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). Vet Clin Pathol 29:7-12.doi:10.1111/j.1939-165X.2000.tb00389
- Ishikawa NM, Ranzani-Paiva MJT, Lombardi JV (2008) Total leukocyte counts methods in fish, *Oreochromis niloticus*. Arch Vet Sci 13:54-63.
- Ishikawa MM, Pádua SB, Satake F, Hisano H, Jerônimo GT, Martins ML (2010) Heparin and Na₂EDTA as anticoagulants for hybrid

- surubim catfish (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*): efficacy and hematological changes. *Ci Rur* 40:1557-1561.
- Ishikawa MM, Pádua SB, Satake F, Martins ML, Tavares-Dias M (2011) Morphological identification of Anaplasmatocae-like organisms in monocytes of the hybrid surubim catfish (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*). *Rev Bras Med Vet*, 33:225-228.
- Ishikawa MM, Pádua SB, Ventura AS, Jerônimo GT, Russo MR, Carrijo Mauad JR, Martins ML (2012) *Biologia e Estratégias na Sanidade de Alevinos de Bagres Carnívoros*. Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 115. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/945230>. Accessed 01 Apr 2013.
- Jerônimo GT, Lafitte LV, Speck GM, Martins ML (2011) Seasonal influence on the hematological parameters in cultured Nile tilapia from southern Brazil. *Braz J Biol* 71:719-725. doi:10.1590/S1519-69842011000400017
- Labarrère CR, Faria PMC, Teixeira EA, Melo MM (2012) Erytrogram of hybrids surubins (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. reticulatum*) kept at diferente stocking densities. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 64:510-514. doi:10.1590/S0102-09352012000200037
- Martins ML, Pilarsky F, Onaka EM, Nomura DT, Fenerick JJ, Ribeiro K, Myiazaki DMY, Castro MP (2004) Haematology and acute inflammatory response of *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submitted to a single and consecutive stress of capture. *Bol Inst Pesca* 30:71-80.
- Martins ML, Mouriño JL, Amaral GV, Vieira FN, Dotta G, Jatobá AMB, Pedrotti FS, Jerônimo GT, Buglione-Neto CC, Pereira JG (2008) Haematological changes in Nile tilapia experimentally infected with *Enterococcus* sp. *Braz J Biol* 68:631-637. doi:10.1590/S1519-69842008000300025
- Melo DC, Oliveira DAA, Melo MM, Junior DV, Teixeira EA, Guimarães SR (2009) Perfil proteico de tilápia nilótica chitralada (*Oreochromis niloticus*), submetida ao estresse crônico por hipóxia. *Arq Bras Med Vet Zootec* 61:1183-1190.
- McDonald DG, Milligan CL (1992) Chemical properties of the blood. In: Hoar WS, Randall DJ, Farrel AP (eds.) *Fish Physiology*, San Diego, pp.55-134.
- Milligan CL, Wood CM (1986) Intracellular and extracellular acid-base status and H[±] exchange with the environment after exhaustive exercise in the rainbow trout. *J Exper Biol* 123: 92-121.

- Morgan AL, Thompson KD, Auchinache NA, Migaud H (2008) The effect of seasonality on normal hematological and innate immune parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* L. *Fish Shellfish Immunol* 25:791-799. doi: 10.1016/j.fsi.2008.05.011
- Mouriño JLP, Vieira FN, Jatobá A, Silva BC, Jesus GFA, Seiffert WQ, Martins ML (2012) Effect of dietary supplementation of inulin and *W. cibaria* on haemato-immunological parameters of hybrid surubim (*Pseudoplatystoma* sp.). *Aquac Nutr* 18:73-80. doi:10.1111/j.1365-2095.2011.00879.x
- Naldoni J, Arana S, Maia AAM, Ceccarelli PS, Tavares LER, Borges FA, Pozo CF, Adriano EA. (2009) *Henneguya pseudoplatystoma* n. sp. causing a reduction in epithelial area of gills in the farmed pintado, a South American catfish: Histopathology and ultrastructure. *Vet Parasitol* 166:52-59. doi:10.1016/j.vetpar.2009.07.034
- Ranzani-Paiva MJT, Romagosa E, Ishikawa C (2005) Hematological parameters of “cachara” *Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus, 1766 (Osteichthyes, Pimelodidae), reared in captivity. *Bol Inst Pesca* 31:47-53.
- Ranzani-Paiva MJ, Ishikawa CM, Portella MC, Celiberto RJ (1987) Hematologia da carpa comum *Cyprinus carpio*, infestada por *Argulus* sp. e após um tratamento com fosfato de 0,0-dimetil-oxi-2,2-tricloroetilo (Neguvon). *Bol Inst Pesca* 14:83-92.
- Ranzani-Paiva MJT, Ishikawa CM, Campos BES, Eiras AC (1997) Haematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil platanus* Günther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brasil. *Rev Bras Zool* 14:329-339. doi:10.1590/S0101-81751997000200007
- Santos AA, Ranzani-Paiva MJT, Veiga ML, Faustino L, Egami MI (2012) Hematological parameters and phagocytic activity in fat snook (*Centropomus parallelus*) bred in captivity. *Fish Shell Immunol* 33:953-961. doi: 10.1016/j.fsi.2012.08.005
- Schalch SHC, Belo MAA, Soares VE, Moraes JRE, Moraes FR (2005) Eficácia do diflubenzuron no controle de *Dolops carvalhoi* (Crustacea: Branchiura) em jovens pacus *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) naturalmente infectados. *Acta Sci Anim Sci* 27:297-302. doi:10.4025/actascianimsci.v27i2.1235
- Silva BC, Mouriño JLP, Vieira FN, Jatobá A, Seiffert WQ, Martins ML (2012) Haemorrhagic septicaemia in hybrid surubim (*Pseudoplatystoma corruscans* x *Pseudoplatystoma fasciatum*)

- caused by *Aeromonas hydrophila*. *Aquac Res* 43:908-916. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02905.
- Slater CH, Schreck CB (1998) Season and physiological parameters modulate salmonid leucocyte androgen receptor affinity and abundance. *Fish Shellfish Immunol* 8:379-391. doi:10.1006/fsim.1998.0150
- Swain P, Dash S, Sahoo PK, Routray P, Gupta SD, Meher PK, Sarangi N (2007) Non-specific immune parameters of brood Indian major carp *Labeo rohita* and their seasonal variations. *Fish Shellfish Immunol* 22: 38-43. doi:10.1016/j.fsi.2006.03.010
- Tavares-Dias M, Moraes FR (2007) Leukocyte and thrombocyte reference values for channel catfish (*Ictalurus punctatus* Raf), with an assessment of morphologic, cytochemical, and ultrastructural features. *Vet Clin Pathol* 36:49-54
- Tavares-Dias M, Ishikawa MM, Martins ML, Satake F, Hisano H, Pádua SB, Jerônimo GT, Sant'Ana AR (2009) Hematologia: Ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: Saran Neto A, Mariano WS, Sória SFP (eds) *Tópicos Especiais em Saúde e Produção Animal*. São Carlos, pp. 43-80.
- Wintrobe MM (1934). Variations in size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematol* 51:32-49.
- Zaniboni-Filho (2004) Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: Poli CR, Poli ATB, Andreatta ER, Beltrame E (eds.). *Aquicultura: Experiências Brasileiras*. Florianópolis, pp 337-369.

CAPÍTULO 3

NOTA CIENTÍFICA

Parasitofauna de cachara cultivado em tanque-rede no Rio Paraguai, Brasil

Parasitic fauna of cachara cultured in net-cages in Paraguay River, Brazil

Gabriela Tomas Jerônimo⁽¹⁾, Arlene Sobrinho Ventura⁽²⁾, Santiago Benites de Pádua⁽³⁾, Fabiana Satake⁽⁴⁾, Marcia Mayumi Ishikawa⁽⁵⁾ e Mauricio Laterça Martins⁽¹⁾

¹Laboratório AQUOS-Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga 1346, 88040-900, Florianópolis, SC. Email: gabriela@cca.ufsc.br, mlaterca@cca.ufsc.br; ²Faculdade Anhanguera de Dourados, Rua Manoel Santiago, 1775, Vila São Luis, 79925-150, Dourados, MS. Email: arlenesventura@yahoo.com.br; ³Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Centro de Aquicultura, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castelane, s/nº, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. E-mail: santiagoopadua@live.com; ⁴Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Ciências Veterinárias, campus II, 58397-000 Areia, PB. E-mail: fabiana@cca.ufpb.br; ⁵Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, km 253,6, 79804-970, Dourados, MS. Email: marcia@cpao.embrapa.br;

Nota Científica aceita para publicação na *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 3, 2013

Resumo – O objetivo deste trabalho foi descrever a fauna parasitária de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) cultivado em tanque-rede, no rio Paraguai. Dez peixes com peso médio de $598,0 \pm 81,3$ g e comprimento total médio de $38,6 \pm 1,6$ cm foram examinados. Todos os peixes necropsiados apresentaram infestação por pelo menos duas espécies de parasitos. Entre os parasitos, foram encontrados *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora), *Myxobolus* sp. e *Henneguya* sp. (Myxozoa), Monogenea, *Choanoscolex abscissus* e *Nominoscolex sudobim* (Cestoda), *Dolops carvalhoi* (Crustacea) e Digenea. O protozoário *I. multifiliis* foi o parasito com maior prevalência.

Termos para indexação: *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Ichthyophthirius multifiliis*, controle sanitário, ictiofauna nativa, Monogenea.

Abstract – The objective of this work was to describe the parasitic fauna of cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) cultured in net-cages in the Paraguai River, Brazil. Ten fish with mean weight 598.0 ± 81.3 g and total length 38.6 ± 1.6 cm were examined. All fish were parasitized by at least two species. Among them, *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora), *Myxobolus* sp. and *Henneguya* sp. (Myxozoa), Monogenea, *Choanoscolex abscissus* and *Nominoscolex sudobim* (Cestoda), *Dolops carvalhoi* (Crustacea) and Digenea were diagnosed. The protozoan *I. multifiliis* was the most prevalent parasite.

Index terms: *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Ichthyophthirius multifiliis*, sanitary control, Brazilian native fish fauna, Monogenea.

A produção comercial de espécies pertencentes à ictiofauna nativa é importante alternativa econômica, principalmente quando a introdução de espécies exóticas ou híbridos férteis podem representar risco à integridade genética de populações locais. Entre as espécies nativas que possuem grande importância econômica na região do Pantanal matrogrossense, destaca-se o cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum* Eigenmann e Eigenmann, 1889), anteriormente denominado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Siluriformes: Pimelodidae) (Carvalho-Costa et al., 2011; Prado et al., 2012). Este bagre carnívoro vem sendo amplamente utilizado para produção artificial do surubim híbrido (*P. reticulatum* fêmea x *P. corruscans* macho) que, por sua vez, está entre os principais peixes cultivados em escala industrial na região Centro-Oeste brasileira (Ishikawa et al. 2011).

Os estudos sobre fisiologia, manejo, exigências nutricionais, melhoramento genético, sanidade e processamento industrial são

necessários para alavancar de forma ordenada a piscicultura no Brasil. As epizootias estão entre os principais entraves na criação comercial de peixes, onde as altas densidades de estocagem associadas a medidas de manejo inadequadas favorecem o surgimento e disseminação de enfermidades. As doenças parasitárias podem causar diminuição na produtividade dos peixes, em razão do aumento na mortalidade e redução no desempenho zootécnico dos animais cultivados. Além disso, alguns parasitos potencialmente zoonóticos podem utilizar os peixes como hospedeiros, e apresentar riscos à saúde pública (Barros et al., 2006, 2009).

Os estudos parasitológicos em peixes pimelodídeos são escassos, especialmente com o cachara pantaneiro. As informações disponíveis são restritas a peixes oriundos do ambiente natural (Santos et al., 2003; Barros et al., 2006; Campos et al., 2008; Barros et al., 2009; Campos et al., 2009 a; Naldoni et al., 2011). Recentemente, Pádua et al. (2012) observaram infestações por *Epistylis* sp. em bagres carnívoros, inclusive em *P. reticulatum*, durante a fase inicial de criação. Dessa forma, faz-se necessário estudar os parasitos que o cachara abriga durante seu cultivo, para viabilizar a elaboração de medidas profiláticas adequadas para o manejo sanitário deste importante peixe.

O objetivo deste trabalho foi descrever a fauna parasitária de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) cultivado em tanque-rede, no rio Paraguai.

Foram examinados dez peixes com peso médio de $598 \pm 81,3$ g e comprimento total médio de $38,6 \pm 1,6$ cm, cultivados experimentalmente à densidade de 60 peixes.m⁻³, em tanque-rede de 4 m³, instalado no rio Paraguai, na cidade de Ladário, Pantanal sul-matogrossense. Para análise parasitológica, procedeu-se à eutanásia dos animais por secção medular, com observação macroscópica do tegumento para detecção de parasitos e exame parasitológico segundo Eiras et al. (2006). A identificação seguiu a metodologia proposta por Eiras et al. (2006) e Thatcher (2006). A partir dos resultados, calculou-se a taxa de prevalência, para cada parasito, segundo Bush et al. (1997).

Todos os peixes avaliados apresentaram parasitismo por pelo menos duas espécies de parasitos (Tabela 1). Entre estes, foi diagnosticado o protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 (Ciliophora) no tegumento e brânquia; dois gêneros de Myxozoa, *Myxobolus* sp. e *Henneguya* sp., cujo sítio de parasitismo foi o fígado, baço e rim; Monogenea gen sp. o segundo parasito mais prevalente foi encontrado nas brânquias; duas espécies de Cestoda, *Choanoscolex abscissus* Riggenbach, 1895 e *Nominoscolex sudobim* Woodland, 1934,

Tabela 1. Prevalência de parasitos em cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) cultivado em tanque-rede, no Pantanal sul-mato-grossense.

Parasitos	PE/PP	Prevalência (%)	Sítio de infecção
Protozoa			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10/10	100	Tegumento e brânquias
Myxozoa			
<i>Henneguya</i> sp.	10/4	40	Fígado, baço e rim
<i>Myxobolus</i> sp.	10/5	50	Fígado, baço e rim
Platyhelminthes			
Monogenea	10/8	80	Brânquias
Digenea (Metacercária)	10/2	20	Olhos
Digenea (Adulto)	10/1	10	Intestino médio
Cestoda			
<i>Choanoscolex abscissus</i>	10/6	60	Intestino médio
<i>Nominoscolex sudobim</i>	10/6	60	Intestino médio
Crustacea			
<i>Dolops carvalhoi</i>	10/1	10	Tegumento, brânquias e cavidade bucal

PE: peixes examinados, PP: peixes parasitados.

situadas na porção média do intestino; uma espécie de crustáceo *Dolops carvalhoi* Castro, 1949 (Branchiura) no tegumento, brânquias e cavidade bucal; e formas larvais de digenéticos não identificados (metacercárias) no olho e formas adultas na porção média do intestino.

No estudo epidemiológico realizado por Martins et al. (2002), os principais agentes parasitários que acometeram os peixes em sistema de criação foram os protozoários ciliados e dinoflagelados, juntamente com platelmintos Monogenea, o que caracteriza resultado semelhante ao observado no presente estudo. O ciliado *I. multifiliis* apresentou prevalência superior à descrita por Martins et al. (2002) em cinco espécies produzidas no Brasil, e também superior aos valores registrados para alevinos de surubim híbridos mantidos em berçários (Ishikawa et al., 2011). Este é o primeiro registro desse protozoário em cachara oriundo de ambiente natural (Santos et al., 2003; Campos et al., 2008, 2009 a). Portanto, esse fato evidencia que a fauna parasitária de

peixes mantidos em sistemas de criação difere da observada em espécimes provenientes do ambiente natural. A alta prevalência dos helmintos Monogenea observada neste estudo não deve ser atribuída à alta densidade de estocagem utilizada nos tanques rede e nem ao declínio da qualidade do ambiente aquático, atributos estes que usualmente refletem infestações maciças por este parasito, já que Campos et al. (2008) observou 100% de prevalência de Monogenea em cacharas (*P. fasciatum*) em ambiente natural, no rio Aquidauna.

Doenças causadas por mixosporídeos são emergentes no Brasil. Novas espécies têm sido descritas recentemente em bagres pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma*, geralmente determinando altas taxas de prevalência com importantes lesões teciduais, especialmente em animais mantidos em cativeiro, como descrito para *Henneguya pseudoplatystoma* Naldoni, Arana, Maia, Ceccarelli, Tavares, Borges, Pozo e Adriano, 2009 em surubim híbrido (Naldoni et al., 2009), e para *H. eirasi* Naldoni, Arana, Maia, Silva, Carriero, Ceccarelli, Tavares e Adriano, 2011 em pintado e cachara (Naldoni et al., 2011). No presente estudo também foram registradas altas taxas de prevalência desses parasitos, possivelmente em razão da facilidade na transmissão horizontal com o adensamento populacional. Até o momento não haviam sido descritas espécies de *Myxobolus* nesses peixes, mas este mixosporídeo esteve presente com alta prevalência, neste estudo, em cachara pantaneiro em regime de criação.

Cestóides proteocefalídeos são os principais endohelmintos descritos em cachara (Santos et al., 2003; Campos et al., 2008), seguidos por Nematoda (Santos et al., 2003; Campos et al., 2008; Barros et al., 2006, 2009) e Digenea (Campos et al., 2008). Neste estudo, não foram observados nematóides, e as duas espécies de cestóides já haviam sido previamente registradas para este peixe, com taxa de prevalência similar (Campos et al., 2008). Estes parasitos causam importantes lesões teciduais nos órgãos infectados, com ocorrência de inflamação, necrose focal, hiperplasia das células caliciformes, além de descamação da mucosa e espessamento da membrana basal (Campos et al., 2009 b). Com isso, ocorre diminuição da superfície funcional para absorção de nutrientes, além disso, estes parasitos competem com o hospedeiro pelos alimentos presentes no lúmen intestinal.

Os crustáceos branquiúros, encontrados em cachara de tanque-rede, têm sido descritos em pimelodídeos da Amazônia (Mamani et al., 2004) e Pantanal (Campos et al., 2008). *Dolops carvalhoi* foi registrado com prevalência de 17 a 79% em *P. fasciatum* da Amazônia (Mamani et al., 2004). Campos et al. (2008) registrou a ocorrência de *Argulus* sp. em

cachara pantaneiro (*P. reticulatum*), mas não relatou a prevalência. A prevalência registrada no presente estudo foi baixa, mas a importância deste parasito reside em sua habilidade de mudar de hospedeiro constantemente, o que o torna vetor importante de doenças infecciosas na piscicultura (Luque, 2004).

O cachara cultivado em tanque-rede apresentou grande diversidade de parasitos. *Ichthyophthirius multifiliis* foi o parasito com maior prevalência, seguido de Monogenea. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento da fauna parasitária de *P. reticulatum* em cultivo, pois até o momento são encontrados apenas trabalhos com cacharas oriundos de ambiente natural. Dessa forma, este trabalho pode contribuir para o avanço na consolidação do cultivo da espécie, no Brasil.

Referências

- BARROS, L.A.; MORAES FILHO, J.; OLIVEIRA, R.L. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, p. 55-57, 2006.
- BARROS, L.A.; OLIVEIRA, R.L.; MORAES FILHO, J.; JUSTINO, C.H.S.; MATEUS, L.A.F.. Análise do parasitismo por *Contracaecum* sp. e *Eustrongylides* sp. em cacharas, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) (Pisces: Pimelodidae) provenientes do Rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 16, p. 58-61, 2009.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **Journal of Parasitol**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.
- CAMPOS, C.M.; FONSECA, V.E.; TAKEMOTO, R.M.; MORAES, F.R. Fauna parasitária de cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Siluriforme: Pimelodidae) do rio Aquidauana, Pantanal Sul Mato-grossense, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 30, n. 1, p. 91-96, 2008.
- CAMPOS, C.M.; FONSECA, V.E.; TAKEMOTO, R.M.; MORAES, F.R. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1776) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Aquidauana River, Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n.1, p. 93-99, 2009 a.
- CAMPOS, C.M.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R. Histopatologia do intestino de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Osteichthyes,

- Pimelodidae) parasitados com cestodas proteocefalídeos e nematodas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 1, p. 153-158, 2009 b.
- CARVALHO-COSTA, L.F.; PIORSKI, N.M.; WILLIS, S.C.; GALETTI JR, P.M.; ORTÍ, G. Molecular systematics of the neotropical shovelnose catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 based on nuclear and mtDNA markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 59, p. 177-194, 2011.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia**. 2º ed. Maringá: Eduem, 2006.
- ISHIKAWA, M.M.; PÁDUA, S.B.; VENTURA, A.S.; CAPECCI, R.S.; VENDRUSCOLO, A.B.; CARRIJO-MAUAD, J.R. **Infestação por Ictio (*Ichthyophthirius multifiliis*) em surubim híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* ♀ x *P. corruscans* ♂) durante a fase inicial de criação**. Comunicado Técnico (Embrapa Agropecuária Oeste), v. 165, p. 1-5, 2011.
- LUQUE, J.L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, suplemento 1, p. 161-165, 2004
- MAMANI, M.; HAMEL, C.; VAN DAMME, P.A. Ectoparasites (Crustacea: Branchiura) of *Pseudoplatystoma fasciatum* (surubí) and *P. tigrinum* (chuncuina) in Bolivian white-water floodplains. **Ecología en Bolivia**, v. 39, n. 2, p. 9-20, 2004.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.; BOZZO, F.R.; PAIVA, A.M.F.C.; GONÇALVES, A. Recent studies on parasitic of freshwater fish in the State of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 981-985, 2002.
- NALDONI, J.; ARANA, S.; MAIA, A.A.M.; CECCARELLI, P.S.; TAVARES, L.E.R.; BORGES, F.A.; POZO, C.F. ADRIANO, E.A. *Henneguya pseudoplatystoma* n.sp causing reduction in epithelial area of gills in the farmed pintado, a Suth American catfish: Histopathology and ultrastructure. **Veterinary Parasitology**, v. 166, n. 1-3, 52-59, 2009.
- NALDONI, J.; ARANA, S.; MAIA, A.A.M.; SILVA, M.R.M.; CARRIERO, M.M.; CECCARELLI, P.S.; TAVARES, L.E.R.; ADRIANO, E.A. Host-parasite-environment relationship, morphology and molecular analyses of *Henneguya eirasi* n. sp. parasite of two wild *Pseudoplatystoma* spp. in Pantanal Wetland, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 177, n. 3-4, 11, p. 247-255, 2011.

- PÁDUA, S.B.; ISHIKAWA, M.M.; VENTURA, A.S.; JERÔNIMO, G.T.; MARTINS, M.L.; TAVARES, L.E.R. Brazilian catfish parasitized by *Epistylis* sp. (Ciliophora, Epistylididae), with description of parasite intensity score. **Parasitology Research**, 2012.
- PRADO, F.D.; HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks of two catfish species (Siluriformes: Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. **Fisheries Research**, v. 125, p. 300-305, 2012.
- SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; RÊGO, R.F. Helintos em peixes do Pantanal sul-mato-grossense: primeira expedição do Programa Pantanal. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 16, p. 15-26, 2003.
- THATCHER V.E. **Amazon fish parasites**. Sofia-Moscow: Pensoft, p. 508, 2006.

CAPÍTULO 4

Análise hematológica e histopatológica no peixe Sul Americano *Piaractus mesopotamicus* parasitado por Monogenea *Anacanthorus penilabiatus* (Dactylogyridae)

Haematological and histopathological analysis in South American fish *Piaractus mesopotamicus* parasitized by monogenean *Anacanthorus penilabiatus* (Dactylogyridae)

Jerônimo, GT.^a, Pádua, SB.^b, Bampi, D.^a, Gonçalves, ELT.^a, Garcia, P.^a, Ishikawa, MM.^c e Martins, ML.^a

^aAQUOS – Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil.

^bCentro de Aquicultura da Universidade do Estado de São Paulo, CAUNESP, Jaboticabal, Brasil.

^cEmbrapa Agropecuária Oeste

Endereço para correspondência: AQUOS – Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. E-mail: mlaterca@cca.ufsc.br

Título abreviado: Relação hospedeiro-parasito de Monogenea e pacu

Abstract

Monogeneans are the parasites most frequently found on the body surface and gills of fish and can cause large losses in farmed fish. Some studies demonstrate that elevated parasitic levels may cause hematological alterations. But few studies report the effects of parasitism on the hematology and histopathology of native freshwater farmed fish. This study evaluated the host-parasite relationship in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) parasitized by the monogenean *Anacanthorus penilabiatus*. Hematological and parasitological assessments were obtained in 60 fish captured in a fish farm located in Dourados, State of Mato Grosso do Sul, Central Brazil. Fish were analyzed in different categories of parasite number: class I (n=13; 0-200 parasites), class II (n=17; 201-1,200 parasites); class III (n=7; 1,201-2,200 parasites); and class IV (n=23; more than 2,200 parasites per host). The highest levels of parasitism caused significant decrease ($p < 0.05$) in the hematocrit, red blood cells (RBC), mean hemoglobin concentration (MHC) and basophils number. Thrombocytes, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), monocytes, eosinophils, neutrophils and LG-PAS did not present significant difference among the parasitic levels. In contrast, increased number of total leukocytes and lymphocytes were found in highly parasitized fish. A positive linear correlation ($p < 0.01$) was found between the amount of parasites and fish weight. Histopathology revealed severe hyperplasia, sub-epithelial edema, fusion of the secondary lamellae, focal and multifocal necrosis in highly parasitized fish.

Keywords: Pacu, fish farm, parasitism, haematology, histology

Resumo

Monogenea são parasitos frequentemente encontrados na superfície corporal e brânquias dos peixes, e podem acarretar grandes perdas em peixes cultivados. Alguns estudos demonstram que elevados níveis de infestação parasitária podem alterar os parâmetros sanguíneos. Porém, poucos estudos relatam os efeitos do parasitismo sobre as características hematológicas em peixes nativos de água doce. Este estudo avaliou a relação parasito-hospedeiro em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) parasitado por Monogenea *Anacanthorus penilabiatus*. Avaliações hematológicas e parasitológicas foram obtidas de 60 peixes capturados de uma piscicultura localizada em Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil Central. Os peixes foram analisados em diferentes categorias de número de parasitos: classe I (n=13; 0-200 parasitos), classe II (n=17;

201-1.200 parasitos); classe III (n=7; 1.201-2.200 parasitos); e classe IV (n=23; mais do que 2.200 parasitos por hospedeiro). Os níveis mais elevados de parasitismo causaram diminuição significativa ($p < 0.05$) no hematócrito, eritrócitos (RBC), concentração de hemoglobina (CMH) e número de basófilos. Trombócitos, volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), monócitos, eosinófilos, neutrófilos e LG-AS não apresentaram diferença significativa entre os níveis de parasitismo. Em contraste, aumento no número de leucócitos totais e linfócitos foram encontrados em peixes altamente parasitados. Houve correlação linear positiva entre a quantidade de parasitos e o peso dos peixes. O exame histopatológico revelou severa hiperplasia, edema sub-epitelial, fusão das lamellas secundárias e necroses focal e multifocal em peixes altamente parasitados.

Palavras chave: Pacu, piscicultura, parasitismo, hematologia, histologia

Introdução

Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887, popularmente conhecido como *pacu* é abundante nos rios brasileiros distribuídos em várias regiões da Bacia do Prata. É uma espécie de grande importância para a aquicultura, pesca e pesca esportiva em sua região de origem (Zaniboni-Filho, 2004) e ainda uma das mais estudadas devido à sua importância econômica para as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Segundo os dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2012), no Brasil, em 2010, foi observado incremento de 35% na produção de pacu em relação a 2008. Entretanto, o desenvolvimento da aquicultura implica em intensificação da produção podendo levar a problemas de qualidade de água, alimentação inadequada e doenças infecciosas e parasitárias culminando em perdas econômicas significativas (Jerônimo et al., 2011).

Infestações parasitárias severas constituem um dos mais importantes entraves para a criação de peixes, levando a surtos epizooticos (Khan, 2009), além de poder introduzir doenças em novos ambientes afetando populações selvagens (Krlóšek et al., 2006). A importância do impacto de doenças sobre o organismo hospedeiro, deve ser enfatizada, uma vez que contribui para elaborar estratégias de controle e terapêutica de enfermidades.

No Brasil, helmintos Monogenea constituem-se nos principais parasitos que acometem espécies de peixes cultivadas (Martins et al., 2002), podendo atuar tanto como ecto ou endoparasitos (Jerônimo et al., 2010). A relação parasito-hospedeiro ainda é pouco estudada, além

disso, estes helmintos possuem diferentes estratégias de fixação no hospedeiro e de reprodução, mecanismos que podem influenciar em sua patogenicidade. Alguns estudos demonstram que a infestação por *Monogenea* pode determinar alterações no tegumento (Hirazawa et al., 2010), brânquia (Del Rio-Zaragoza et al., 2010) além dos constituintes sanguíneos dos peixes (Tavares-Dias et al., 2008; Araújo et al., 2009; Del Rio-Zaragoza et al., 2010), conseqüentemente favorecendo infecções secundárias (Xu et al., 2007).

Este estudo avaliou a relação parasito-hospedeiro em pacu, *P. mesopotamicus*, parasitado por *Anacanthorus penilabiatus* Boeger, Husack e Martins, 1995. Os efeitos da infestação por *Monogenea* foram avaliados nas épocas quente e fria, usando histopatologia e hematologia nas diferentes classes de intensidade de parasitos.

Materiais e Métodos

No período de julho (estação fria) e outubro (estação quente) de 2009, 60 peixes, 30 em cada estação, foram capturados com rede de arrasto em piscicultura semi-intensiva na região da Grande Dourados, MS, Brasil Central. Logo após a captura, os peixes foram imobilizados com a utilização de panos umedecidos e submetidos a imediata coleta sanguínea com seringas contendo EDTA 3%, conforme preconizações de Ishikawa et al. (2010) e transportados para o laboratório de piscicultura da Embrapa Agropecuaria Oeste para análise parasitológica.

A partir das amostras sanguíneas procedeu-se a dosagem do percentual de hematócrito (Goldenfarb et al. 1971), dosagem da taxa de hemoglobina pelo método de Collier (1944), e contagem do número total de eritrócitos (RBC) em câmara de Neubauer após diluição do sangue (1:200) em solução de formol citrato. Os índices hematimétricos, tais como volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram obtidos de acordo com Wintrobe (1934). O teor de proteínas plasmáticas totais foi determinado por meio de refratometria, com auxílio de refratômetro portátil.

Para contagem total de leucócitos e trombócitos, bem como para contagem diferencial dos leucócitos, as extensões sanguíneas foram coradas com May Grünwald-Giemsa-Wright (Tavares-Dias e Moraes, 2006).

Após eutanásia dos peixes com óleo de cravo 75 mg.L⁻¹ (Comitê de Ética 23080.0 29979/2009-05/CEUA/UFSC), as brânquias foram removidas dos peixes, banhadas em água a 60°C e fixadas em solução de formalina 5%, para quantificação dos parasitos em placas de Petri. Os índices parasitológicos foram calculados de acordo com Bush et al.

(1997). Para identificação dos parasitos, seguiu-se a metodologia de Kritsky et al. (1995), com montagens em Hoyer's, observação das estruturas esclerotizadas e identificação de acordo com Boeger et al. (1995). Após contagem dos parasitos, os peixes foram divididos em diferentes categorias: classe I (n=13; 0-200 parasitos), classe II (n=17; 201-1.200 parasitos); classe III (n=7; 1.201-2.200 parasitos e classe IV (n=23; mais que 2.200 parasitos).

Para histopatologia, as brânquias de 20 peixes (10 de cada estação) foram fixadas em solução de formalina tamponada 10%, processadas por técnicas usuais de histologia, incluídas em parafina para cortes de 5µm e coloração com hematoxilina-eosina

Os parâmetros de qualidade de água foram medidos durante o mês antecedente da coleta de peixes, na estação fria e estação quente, respectivamente: Temperatura da água $20,83 \pm 0,18$; $24,96 \pm 0,36$, oxigênio dissolvido $5,90 \pm 0,96$; $2,28 \pm 0,74$, condutividade elétrica $60,74 \pm 5,11$; $48,69 \pm 3,38$ e pH $7,29 \pm 0,18$; $6,71 \pm 0,21$ foram medidos com multiparâmetro HANNA®; alcalinidade $52,31 \pm 6,86$; $64,47 \pm 5,82$ e dureza $30,62 \pm 2,28$; $23,35 \pm 3,71$ pelo método de titulação, e amônia $0,29 \pm 0,12$; $0,63 \pm 0,23$ e ferro $1,34 \pm 0,35$; $0,72 \pm 0,19$ por kit colorimétrico ALFAKIT®.

Os dados de qualidade de água foram submetidos a Análise dos Componentes Principais (PCA). Para comparar a quantidade de Monogenea entre as estações, os valores foram transformados em raiz quadrada e submetidos à análise de variância (ANOVA). A homocedasticidade foi testada pelo teste de Barlett e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Os parâmetros hematológicos foram comparados pela análise de variância (ANOVA). Os dados foram transformados em raiz quadrada e os percentuais transformados em raiz quadrada do arcoseno. A homocedasticidade foi testada pelo teste de Bartlett e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

Resultados

Os parasitos foram identificados como *A. penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) onde a prevalência foi de 100% em ambas as estações, porém a intensidade média e abundância média dos parasitos foram significativamente maiores na estação quente quando comparado à estação fria ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Na análise dos componentes principais (PCA) (Figura 1), a representação dos fatores correspondeu a 88,05% da variância. Os resultados evidenciaram claramente, relação mais forte entre a estação

fria e os valores elevados de condutividade elétrica, dureza, pH, oxigênio dissolvido e ferro. Ao contrário, a estação quente foi fortemente correlacionada com os níveis de amônia, temperatura e alcalinidade.

Tabela 1. Índices parasitológicos de *Piaractus mesopotamicus* infestados por *Anacanthorus penilabiatus* nas estações quente e fria.

	Estação Fria	Estação Quente
Prevalência (%)	100	100
Intensidade Média	316.3 ± 282.1 ^b	2,742.3 ± 615.0 ^a
Abundância Média	316.3 ± 282.1 ^b	2,742.3 ± 615.0 ^a
Variação	(24 – 1,113)	(1,979 – 4,269)

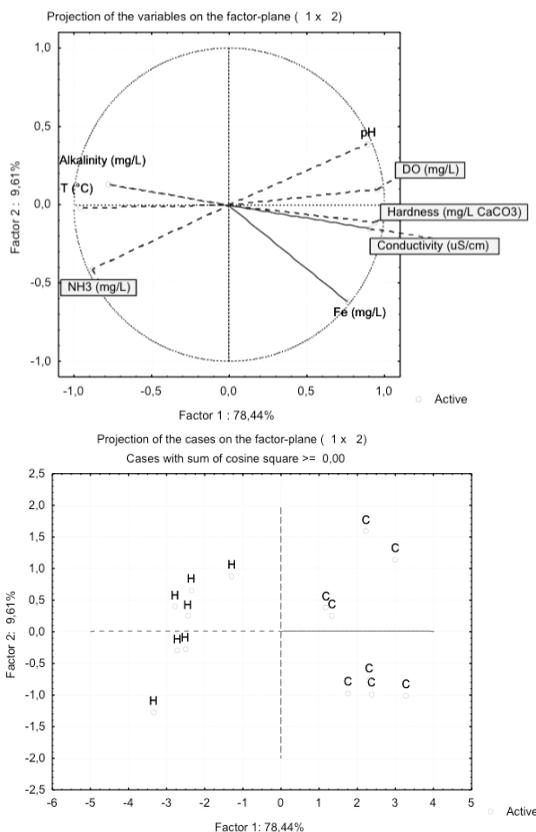


Figura 1. Análise dos Componentes Principais (PCA) da qualidade de água na estação fria (C), e estação quente (H).

Os peixes das classes III e IV, os mais parasitados, apresentaram maiores ($p < 0,05$) médias de peso e comprimento quando comparados aos das classes I e II, os quais apresentaram 0 a 1.200 parasitos por hospedeiro (Tabela 2). A infestação parasitária causou decréscimo significativo ($p < 0,05$) no hematócrito e RBC nas classes II e IV, bem como redução da concentração de hemoglobina nos peixes da classe IV, os mais parasitados (Tabela 2). Diminuição significativa ($p < 0,05$) no número de basófilos foi também observada em peixes das classes III e IV. Por outro lado, aumento na contagem de WBC seguido por aumento ($p < 0,05$) no número de linfócitos foram observados nos peixes das classes III e IV (Tabela 3). Trombócitos, MCV, MCHC, monócitos, eosinófilos, neutrófilos e LG-PAS não apresentaram diferença entre as classes de parasitismo (Tabelas 2 e 3). Regressão linear positiva ($p < 0,01$) foi encontrada entre o número de parasitos e peso dos peixes (Figura 2).

Tabela 2. Parâmetros biométricos, eritrograma e proteína plasmática total em *Piaractus mesopotamicus* parasitados por diferentes classes de parasitismo por *Anacanthorus penilabiatius*.

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Peso (g)	492.6 ±191.1 ^b	410.1±109.9 ^b	929.9±199.8 ^a	932.8±162.2 ^a
Comprimento (cm)	26.6±2.8 ^b	25.4±2.5 ^b	32.6±1.8 ^a	31.4±2.1 ^a
Hematócrito (%)	33.2±2.7 ^c	33.3±2.9 ^c	29.0±3.3 ^b	31.1±3.0 ^a
Eritrócitos ($\times 10^6 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	1.7±0.1 ^a	1.7±0.2 ^a	1.2±0.2 ^b	1.3±0.2 ^b
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	7.9±0.5 ^a	7.7±0.7 ^a	7.1±0.6 ^{ab}	7.1±0.8 ^b
MCV (g.dL ⁻¹)	199.6±8.2 ^a	200.2±13.3 ^a	239.9±13.3 ^a	236.7±20.2 ^a
MCHC (g.dL ⁻¹)	23.7±1.0 ^a	23.1±1.2 ^a	24.5±1.1 ^a	22.7±2.1 ^a
TPP (g.L ⁻¹)	4.9±0.4 ^{bc}	4.6±0.4 ^c	5.4±0.1 ^a	5.1±0.4 ^{ab}

MCV: Volume Corpuscular Médio, MCHC: Concentração Corpuscular média de Hemoglobina, TPP: Proteínas Plasmáticas Totais. Classe I: 0-200; Classe II: 201-1,200; Classe III: 1,201-2,200; Classe IV: mais que 2,200 parasitos por hospedeiro.

Tabela 3. Número total de leucócitos e trombócitos e contagem diferencial de leucócitos em *Piaractus mesopotamicus* parasitados por diferentes classes de parasitismo por *Anacanthorus penilabiatus*.

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Leucócitos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	23.3 \pm 8.2 ^b	25.7 \pm 12.2 ^{ab}	34.0 \pm 10.7 ^a	48.6 \pm 18.9 ^a
Trombócitos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	30.8 \pm 9.4 ^a	28.2 \pm 9.2 ^a	24.9 \pm 0.6 ^a	30.4 \pm 10.1 ^a
Monócitos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	0.9 \pm 0.4 ^{ab}	1.0 \pm 0.8 ^a	0.9 \pm 0.6 ^{ab}	1.0 \pm 0.9 ^a
Linfócitos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	20.1 \pm 7.3 ^{ab}	20.5 \pm 9.6 ^b	30.5 \pm 9.8 ^a	42.9 \pm 18.6 ^a
Basófilos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	0.1 \pm 0.1 ^b	0.3 \pm 0.3 ^a	0.0 \pm 0.0 ^b	0.0 \pm 0.0 ^b
Eosinófilos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	1.1 \pm 1.2 ^a	2.3 \pm 2.5 ^a	1.5 \pm 1.7 ^a	2.7 \pm 1.7 ^a
Neutrófilos ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	0.3 \pm 0.4 ^a	0.3 \pm 0.4 ^a	0.8 \pm 0.5 ^a	1.1 \pm 1.1 ^a
LG-PAS* ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	0.9 \pm 0.6 ^a	1.2 \pm 2.4 ^a	0.1 \pm 0.2 ^a	0.8 \pm 0.9 ^a
LI** ($\times 10^3 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	0.1 \pm 0.1 ^a	0.2 \pm 0.3 ^a	0.3 \pm 0.4 ^a	0.1 \pm 0.3 ^a

* Leucócito granular PAS positivo; ** Leucócitos imaturos. Classe I: 0-200; Classe II: 201-1,200; Classe III: 1,201-2,200; Classe IV: mai que 2,200 parasitos por hospedeiro.

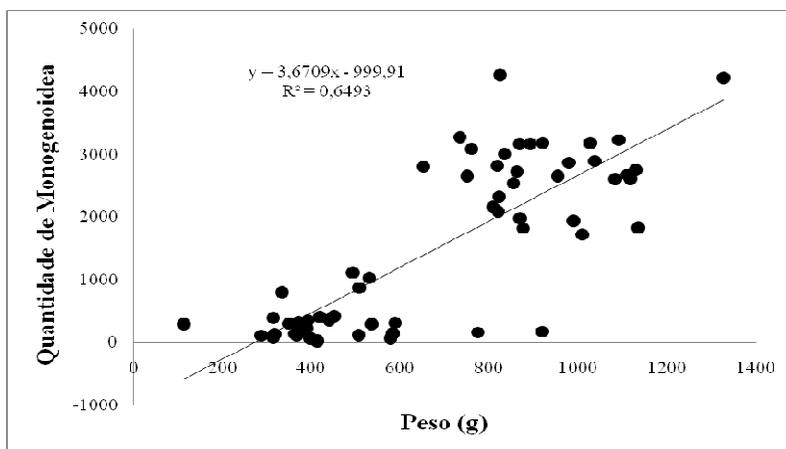


Figura 2. Regressão linear entre o número de *Anacanthorus penilabiatus* e peso de pacu *Piaractus mesopotamicus*.

Os peixes das classes I e II apresentaram severa hiperplasia, bem como necrose multifocal. Por outro lado, peixes das classes III e IV apresentaram parasitos aderidos, e perfurações feitas pelos ganchos do haptor, ao epitélio branquial interlamelar e nas lamelas secundárias, bem como deslocamento do tecido (Figura 3 A) e perda da estrutura linear das lamelas (Figura 3 B). Outras alterações tais como deslocamento do epitélio interlamelar, hipertrofia de células de cloreto, hiperplasia focal e multifocal do epitélio interlamelar, de leve à severa fusão das lamelas secundárias com fusão de parcial a total das lamelas secundárias foram observadas (Figura 3 C, D). Edema subepitelial nos filamentos das lamelas secundárias, necroses focal e multifocal nas lamelas secundárias e do epitélio interlamelar e telangiectasia basal nas lamelas secundárias foram as alterações mais importantes em peixes parasitados das classes III (1.201-2.200 parasitos por hospedeiro) e IV (mais do que 2.200 parasitos por hospedeiro).

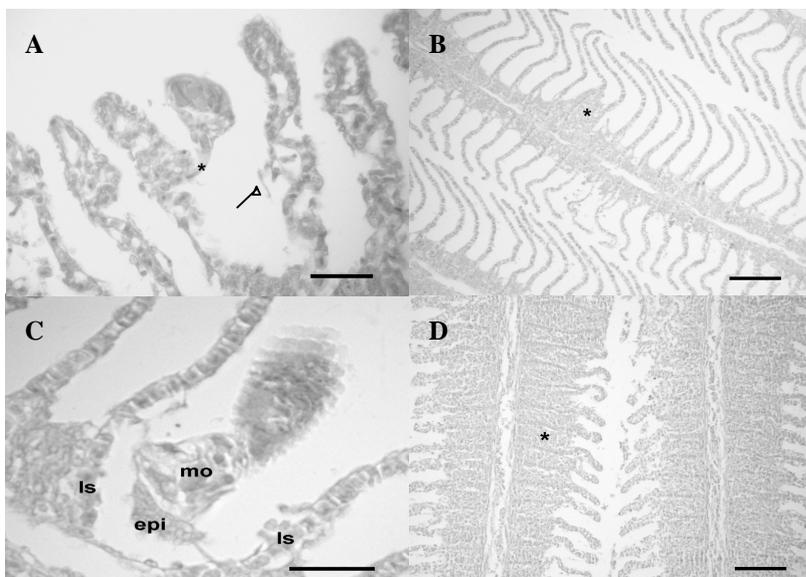


Figura 3. Fotomicrografias de filamentos branquiais parasitados: **A.** Detalhe do tecido epitelial (ep) deslocado pelos ganchos do parasito (*) uma prega na lamela (HE, Barra = 30 μ m). **B.** Monogenea fixado no tecido interlamelar (epi), rasgando o tecido; lamella secundária (ls); monogenético (mo) (HE, Barra = 30 μ m). **C.** Hiperplasia epitelial interlamelar com fusão parcial de leve a média (*) da lamela secundária (HE, Barra = 100 μ m). **D.** Hiperplasia interlamelar epitelial severa com fusão total (*) da lamella secundária. (HE, Barra = 100 μ m)

Discussão

Neste estudo, observou-se que a temperatura, a alcalinidade total e amônia da água estão fortemente associados a estação quente (Figura 1), o que pode explicar os altos índices parasitários de *A. penilabiatius*. Similarmente ao presente estudo, aumento no número de Monogenea foi também relado por Tavares-Dias et al. (2001), Martins et al. (2002), Schalch e Moraes (2005) e Schalch et al. (2006) em peixes de sistema de pesque pague na primavera e verão no Sudeste do Brasil. Os autores argumentaram que essas situações foram favorecidas pela alta temperatura e condições de cultivo. No presente estudo observou-se elevada intensidade média e abundância média parasitária na estação quente. Não só a temperatura da água, mas também aumento nos níveis de amônia e a diminuição no oxigênio dissolvido podem ter estressado os peixes.

Este estudo mostrou alterações significativas no sangue como resultado do parasitismo por Monogenea em peixe nativo de água doce cultivado *P. mesopotamicus*. Os mais parasitados foram os peixes maiores, das classes III e IV. Contrariamente ao observado no presente estudo, Del Rio-Zaragoza et al. (2010) não encontraram alterações nos parâmetros sanguíneos de *Lutjanus guttatus* Steindachner, 1869 parasitados por dactilogirídeos em baixo, moderado e alto nível de parasitismo. Similarmente, Chaves et al. (2006), observaram baixa concentração de hemoglobina em *Trachinotus marginatus* Cuvier, 1832, naturalmente parasitado pelo Monogenea *Bicotylophora trachinoti* Mac Callum, 1921. Em contraste, esses autores não observaram alterações no hematócrito e RBC. Em pirarucu, *Arapaima gigas* Schinz, 1882, parasitado por *Dawestrema cycloancistroides* Kritsky, Boeger e Tatcher, 1985, e *D. cicloancistrum* Price e Nowlin, 1967, (de 100 a 1.534 parasitos por hospedeiro), Araújo et al. (2009) revelaram altos valores de concentração de hemoglobina e MCHC. Nos estudos realizados por Tavares-Dias et al. (2008), nenhuma variação nos parâmetros hematológicos foram observadas na mesma espécie de peixe deste estudo *P. mesopotamicus* parasitados por *A. penilabiatius*.

Alterações hematológicas podem estar relacionadas com as características fisiológicas, bem como condições de doenças e de cultivo. Além disso, a relação parasito-hospedeiro, a severidade das alterações de saúde podem estar associadas ao mecanismo de fixação do parasito, seu ciclo de vida e, principalmente, o número de parasitos. Nenhuma alteração descrita por Tavares-Dias et al. (2008) pode ser relacionada ao baixo número de parasitos. Este estudo mostrou que

peixes das classes I e II (0 a 1.200 parasitos) não apresentaram alterações hematológicas.

A presença de *Monogenea* nas brânquias causa aumento na produção de muco, o que interfere na função respiratória. Uma das consequências mais importantes no parasitismo por *Monogenea* é a lesão causada pela inserção de ganchos no epitélio (Buchmann e Lindestron, 2002) (Fig. 3B-D) associada ao movimento do parasito. Este fato constitui porta de entrada para infecção secundária. A lesão causada pelo parasito associada a qualidade de água pode influenciar a resposta do hospedeiro, levando a necrose multifocal observada em algumas brânquias. Além disso, pode provocar resposta inflamatória com migração de trombócitos, macrófagos, linfócitos e granulócitos eosinófilos que levam a hiperplasia das células epiteliais, células caliciformes e células de muco e consequentemente fusão das lamelas secundárias (Del Rio-Zaragoza et al., 2010). Assim como no presente estudo, alterações nos parâmetros hematológicos foram também relatadas em outros peixes (Tavares-Dias et al., 2008; Araújo et al., 2009; Del Rio-Zaragoza et al., 2010). Como resultado da intensa migração de leucócitos para o foco inflamatório, ocorre maior liberação de células dos centros hematopoiéticos (Satake et al., 2009), sendo possível observar leucocitose em peixes debilitados como o verificado nos peixes das classes III e IV, deste estudo, e também em peixes naturalmente parasitados (Chaves et al., 2006; Araújo et al., 2009) ou peixes experimentalmente parasitados por *Monogenea* (Chaves et al., 2006).

Peixes maiores geralmente possuem a capacidade de tolerar maior intensidade de de parasitos como demonstrado no presente estudo. Correlação positiva ou negativa entre o comprimento do hospedeiro e o parasitismo por *Monogenea* pode ocorrer em peixes (Lizama et al., 2007). Este estudo demonstrou que em condições de cultivo peixes maiores apresentaram maior quantidade de *Monogenea* nas brânquias e, consequentemente levou a alterações hematológicas e histopatológicas. Deve ser enfatizado que no sistema de cultivo intensivo quando os parasitos estão presentes em número elevado e a qualidade da água não é monitorada, as alterações hematológicas podem afetar a saúde provocando discreta anemia como observado neste estudo, o que pode favorecer infecções secundárias e comprometer a produtividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (National Council of Scientific and Technological Development) pelo apoio financeiro (CNPq 577657/2008-9) e concessão de bolsa a M.L. Martins (CNPq 302493/2010-7) e à CAPES pela bolsa de doutorado e de doutorado sanduíche a G.T. Jerônimo (BEX 9655-11-5)

Referências

- ARAÚJO, CSO., TAVARES-DIAS, M., GOMES, ALS., ANDRADE, SMS., LEMOS, JRG., OLIVEIRA, AT., CRUZ, WR. and AFFONSO, EG., 2009. Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: TAVARES-DIAS, M. (ed) Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. Macapá. p. 389-424.
- BOEGER, WA., HUSAK, WS. and MARTINS, ML., 1995. Neotropical Monogeneoidea. 25. *Anacanthorus penilabiatius* n.sp. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) from *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Serrasalminidae), cultivated in the State of São Paulo, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 90, n. 6, p. 699-701.
- BUCHMANN, K. and LINDESTROM, T., 2002. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts. *International Journal for Parasitology*, vol. 32, n.3, p. 309-319.
- BUSH, AO., LAFFERTY, KD., LOTZ, JM. and SHOSTAK, AW., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, vol. 83, n. 4, p. 575-583.
- CHAVES, IS., LUVIZZOTTO-SANTOS, R., SAMPAIO, LAN., BIANCHINI, A. and MARTÍNEZ, PE., 2006. Immune adaptive response induced by *Bicotylophoratrachinoti* (Monogenea: Diclidophoridae) infestation in pompano *Trachinotus marginatus* (Perciformes: Carangidae). *Fish and Shellfish Immunology*, vol. 21, n. 3, p. 242-250.
- COLLIER, HB., 1944. The standardizations of blood haemoglobin determinations. *Canadian Medical Association Journal*, vol. 50, n. 3, p. 550-552.
- DEL RIO-ZARAGOZA, OB., FAJER-AVILA, EJ. and ALMAZNRUEDA, P., 2010. Haematological and Gill responses to an experimental infection of dactylogyrid monogeneans on the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Aquaculture Research*, vol. 41, n. 11, p. 1592-1601.

- GOLDENFARB, PB., BOWYER, FP., HALL, E. and BROSIUS, E., 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. *American Journal of Clinical Pathology*, vol. 56, n. 1, p. 35-39.
- HIRAZWA, N., TAKANO, R., HAGIWARA, H., NOGUCHI, M. and NARITA M., 2010. The influence of different water temperatures on *Neobenedenia girellae* (Monogenea) infection, parasite growth, egg production and emerging second generation on amberjack *Serioladumerili* (Carangidae) and the histopathological effect of this parasite on fish skin. *Aquaculture*, vol. 299, n. 1-4, p. 2-7.
- ISHIKAWA, MM., PÁDUA, SB., SATAKE, F., PIETRO, PS. and HISANO, H., 2010. Procedimentos básicos para colheita de sangue em peixes. Circular Técnica, 17. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados. 8 p.
- JERÔNIMO, GT., SPECK, GM. and MARTINS, ML., 2010. First report of *Enterogyrus cichlidarum* Paperna 1963 (Monogenoidea: Ancyrocephalidae) on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. *Neotropical Helminthology*, vol. 4, n. 1, p. 75-80.
- JERÔNIMO, GT., SPECK, GM., CECHINEL, MM., GONÇALVES, ELT. and MARTINS, ML., 2011. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 71, n. 2, p. 1-9.
- KHAN, RA., 2009. Parasites causing disease in wild and cultured fish in Newfoundland. *Icelandic Agricultural Sciences*, vol. 22, p. 29-35.
- KRITSKY, DC., BOEGER, WA. and POPAZOGLO, F., 1995. Neotropical Monogenoidea. 22. Variation in *Scleroductus species* (Gyrodactylidea, Gyrodactylidae) from siluriform fishes of southeastern. *Journal of Helminthological Society of Washington*, vol. 62, n. 1, p. 53-65.
- KRLOSEK, M., LEWIS, MA., MORTON, A., FRAZER, LN. and VOLPE, JP., 2006. Epizootics of wild fish induced by farm fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 103, 15506–15510.
- LIZAMA, MAP., TAKEMOTO, RM., RANZANI-PAIVA, MJT., AYROZA, LMS., PAVANELLI, GC., 2007. Host-parasite relationship of fishes from fish farm in Assis region, São Paulo State, Brazil. 2. *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Acta Scientiarum Biological Science*, vol. 29, n. 4, p. 437-445.
- MARTINS, ML., ONAKA, EM., MORAES, FR., BOZZO, FR., MELLO, A., PAIVA, FC. and GONÇALVES, A., 2002. Recent

- studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the State of São Paulo, Brazil. *Acta Scientiarum*, vol. 24, n. 4, p. 981-985.
- MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2010.
- SATAKE, F., PÁDUA, SB. and ISHIKAWA, MM., 2009. Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica. In TAVARES-DIAS (ed). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. 1º ed. Macapá, p. 330-345.
- SCHALCH, SHC. and MOARES, FR., 2005. Seasonal distribution of gill parasites in fishes from fee-fishing at Guariba, São Paulo State, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, vol. 14, n. 4, p. 141-146.
- SCHALCH, SHC., MOARES, JRE. and MOARES, FR., 2006. Parasitic fauna of cultivated fishes in fee fishing farm of Guariba, São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Science*, vol. 28, n. 3, p. 291-297.
- TAVARES-DIAS, M., MORAES, FR., MARTINS, ML. and KRONKA, SN., 2001. Parasitic fauna of cultivated fishes in feefishing farm of Franca, State of São Paulo, Brazil. II. Metazoans. *Brazilian Journal of Zoology*, vol. 18, n. 1, p. 81-95.
- TAVARES-DIAS, M., MORAES, FR. and MARTINS, ML. 2008. Hematological assessment in four Brazilian teleost fish with parasitic infections, collected in feefishing from Franca, São Paulo, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 34, n. 189-196.
- TAVARES-DIAS, M. and MORAES, FR., 2006. Hematological parameters for the *Bryconorbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes, Characidae) intensively bred. *Hidrobiologica*, vol. 16, n. 3, p. 271-274.
- XU, D-H., SHOEMAKER, CA. and KLESIUS, PH., 2007. Evaluation of the link between gyrodactylosis and streptococcosis of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Journal of Fish Diseases*, vol. 30, n. 4, p. 233-238.
- WINTROBE, MM., 1934. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, vol. 51, n. 32, 32-49.
- ZANIBONI-FILHO, E., 2004. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, CR., POLI, ATB., ANDREATTA, E. and BELTRAME, E. (Ed). *Aquicultura: Experiências Brasileiras*. Florianópolis. p. 337-368.

CAPÍTULO 5

***Trichodina colisae* (Ciliophora: Trichodinidae): novo parasito de duas espécies de peixes de água doce cultivadas no Brasil**

***Trichodina colisae* (Ciliophora: Trichodinidae): a new parasite for two cultured freshwater fish in Brazil**

Gabriela Tomas Jerônimo¹, Natália da Costa Marchiori¹, Santiago Benites de Pádua², José Dias Neto², Fabiana Pilarski², Márcia Mayumi Ishikawa³ e Maurício Laterça Martins¹

¹Laboratório AQUOS – Sanidade de Organismos Aquáticos, Departamento de Aquicultura, CCA, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brazil;

²Laboratório de Patologia de Organismos Aquáticos (LAPOA), Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista – UNESP;

³Embrapa Agropecuária Oeste, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.

Abstract

Trichodinidae family comprises ciliate protozoa distributed worldwide; they are considered some of the main parasitological agents infecting cultivated fish. However, the trichodinidae parasitizing important fish species cultured in Brazil are unknown, and more taxonomic studies on this group of parasites are required. This research characterizes morphologically *Trichodina colisae* of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and patinga hybrid (*P. mesopotamicus* x *P. brachypomus*) cultivated in the central and southeast regions of the country. Fresh assemblies were made from mucus scraped from the skin, fins and gills, fixed with methanol and, subsequently, impregnated with silver nitrate and stained with Giemsa for assessment under light microscopy. This research reports not only the second occurrence of *T. colisae* in the world, but also its first occurrence in South America.

Keywords: Pacu, patinga hybrid, fish parasite, aquaculture health.

Resumo

A família Trichodinidae é formada por protozoários ciliados com distribuição mundial; são considerados um dos agentes parasitários que mais acometem peixes cultivados. No Brasil, a maioria dos trichodinídeos que parasitam importantes espécies de peixes cultivados são desconhecidos, o que requer mais estudos taxonômicos com esse grupo de parasitos. Este estudo caracteriza morfologicamente *Trichodina colisae* de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e do híbrido patinga (*P. mesopotamicus* x *P. brachypomus*) cultivados no Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Foram feitas montagens a fresco do raspado de muco da pele, nadadeiras e brânquias, fixados com metanol e, posteriormente, impregnados com nitrato de prata e coradas com Giemsa para avaliação em microscopia óptica. O presente estudo relata não só a segunda ocorrência de *T. colisae* no mundo, mas também a primeira ocorrência na América do Sul.

Palavras-chave: Pacu, patinga, parasito de peixe, sanidade aquícola.

Introdução

Trichodinídeos são protozoários ciliados amplamente conhecidos como ectocomensais e/ou parasitos de peixes. Pertencem à família Trichodinidae, cujos membros apresentam estruturas complexas em sua face aboral, compondo o disco adesivo (BASSON; VAN AS, 2006). Possui movimentação rápida e em círculo e com isso, podem causar ação abrasiva sobre o hospedeiro quando em elevados níveis de parasitismo podendo causar mortalidade (KHAN, 2009). Situações

como essas geralmente são observadas em peixes de criação, uma vez que ocorrem alterações na qualidade ambiental que influenciam diretamente na ocorrência destes protozoários (HOSSAIN et al., 2008).

Pouco se conhece sobre a fauna de tricodinídeos que acometem peixes nativos do Brasil. Até o momento, foi descrita somente a ocorrência de *Tripartiella pseudoplatystomae* (PINTO et al., 2009) em pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e *Trichodina heterodentata* em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (PÁDUA et al., 2012) relatadas em peixes nativos brasileiros. Entretanto, *Trichodina compacta* e *Trichodina magna* foram registradas em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (GHIRALDELLI et al., 2006; MARTINS; GHIRALDELLI, 2008) e *T. heterodentata* em bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (MARTINS et al., 2010); sendo ambas espécies exóticas cultivadas no Brasil.

A produção industrial de peixes nativos de água doce no Brasil concentra-se nas regiões do Brasil central e norte, sendo discreta nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Entre as espécies produzidas, destacam-se os peixes redondos compreendidas pelo pacu, tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e híbridos inter-específicos, tais como o tambacu (*C. macropomum* x *P. mesopotamicus*), tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) e patinga (*P. mesopotamicus* x *P. brachypomus*). Poucas informações estão disponíveis a respeito de infestações parasitárias que acometem estes peixes em sistemas de produção comercial.

O presente estudo contribui para formação deste conhecimento com a descrição de *Trichodina colisae* Asmat e Sultana (2005) como um novo parasito para o pacu e híbrido patinga cultivados no Brasil.

Materiais e Métodos

Espécimes de pacu foram capturados em viveiros escavados no sudeste do Brasil (20° 20'47,1" S; 48°11'27,1" W) e na região central do Brasil (22°19'42,7" S; 54°43'55,2" W), enquanto o híbrido patinga (*P. mesopotamicus* x *P. brachypomus*) cultivado em viveiros escavados foram capturados no sudeste do Brasil (22° 14'22,7" S; 48° 17'33,4" W). Montagens a fresco do raspado de muco da pele, nadadeiras e brânquias foram avaliadas em microscopia óptica para pesquisa de tricodinídeos. Quando positivo, as lâminas foram secas, nas quais 30% foram fixadas com metanol e submetidas à coloração com Giemsa (1 gota: 1mL de água destilada, durante 120 a 180 min) para evidenciar o aparato nuclear e outras lâminas foram submetidas à impregnação pelo nitrato de prata a 2% para observação do disco adesivo (KLEIN, 1958).

A curvatura do dentículo foi medida desde a ponta da lâmina até a ponta do raio como descrito por Arthur e Lom (1984). Todas as medidas estão em micrômetros e seguiram as recomendações de Lom (1958) e Van As e Basson (1989), realizadas a partir de fotomicrografias em fotomicroscópio Nikon E200[®], equipado com sistema de captura de imagem Moticam 5000[®]. A mensuração do parasito foi realizada com auxílio do software Image-Pro Plus[®]. O desenho esquemático dos dentículos, conforme proposto por Van As e Basson (1989), foram confeccionados por meio de vetorização, com auxílio do software CorelDRAW[®] X5.

Resultados

Neste estudo foi encontrado tricodinídeo de porte médio, em formato de disco, sobre a pele, nadadeiras e brânquias em 100% de pacu (População A) e híbrido patinga (População B) no sudeste brasileiro, bem como sobre a pele e nadadeiras de 52% de pacu (População C) analisados no Brasil central (Figura 1 a-c).

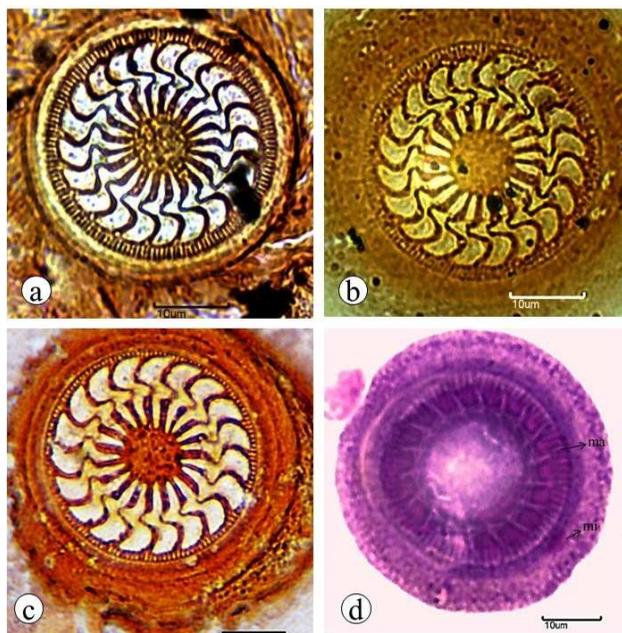


Figura 1. *Trichodina colisae* Asmat e Sultana, 2005 impregnadas com nitrato de Prata de pacu (a) e do híbrido patinga (b) no Sudeste do Brasil, e pacu (c) do Brasil Central. Aparato nuclear corado com Giemsa (d) apresentando o macronúcleo em forma de ferradura (ma) e micronúcleo oval (mi). Bar= 10µm

As medidas dos caracteres taxonômicos das três populações estão relacionadas na tabela 1. As medidas da população A, B e C foram estabelecidas a partir da avaliação de 30, 45 e 28 espécimes respectivamente.

Este tricodinídeo possui lâmina ampla, formando ângulo moderadamente fechado, encaixando-se no quadrante delimitado pelos eixos y e $y+1$. A margem anterior da lâmina é convexa, cujo ápice, na maioria das vezes, ultrapassa o eixo $y+1$; mas em alguns espécimes o ápice da lâmina toca no eixo $y+1$ sem ultrapassá-lo. A superfície distal da lâmina é achatada, por vezes arredondada, paralela à membrana da borda. O ponto de tangência é oblongo na maioria dos indivíduos, podendo apresentar ângulo agudo em outros, situa-se levemente acima ou na mesma altura do ponto distal da superfície distal nas populações A e B, bem como abaixo ou na mesma altura do ponto distal da superfície distal na população C. Apófise da lâmina ausente. Encaixe da lamina com a parte central é delgado nas populações A e B, e robusto na população C (Figura 2).

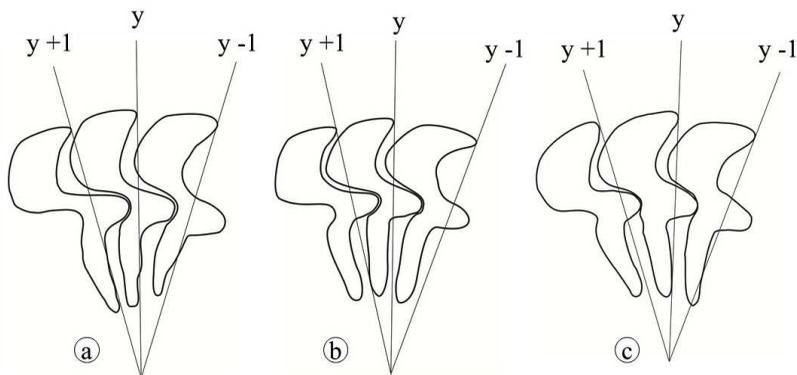


Figura 2. Desenho esquemático dos denticulos de *Trichodina colisae* Asmat e Sultana, 2005 de pacu (a) e do híbrido patinga (b) no Sudeste do Brasil, e pacu (c) do Brasil Central.

Não foi observada projeção posterior no presente material. A parte central é delgada, triangular, isenta de parte cônica, com a ponta oblonga e isenta de indentação abaixo do eixo X. Em alguns espécimes foi observada presença de discreta apófise junto ao encaixe com o raio. O raio é moderadamente espesso, inflado, reto, com ponta oblonga, geralmente acompanha o eixo y na maioria dos indivíduos, podendo

observar alguns de comprimento diferente em um mesmo espécime, mas essa diferença é discreta. Na população A, poucos indivíduos exibiram raios discretamente direcionados posteriormente, com sua porção proximal ultrapassando o eixo y. Por outro lado, na população B em alguns casos o raio projeta-se anteriormente, com sua porção proximal ultrapassando o eixo y +1. O aparato nuclear, evidenciado pela coloração de Giemsa, revelou a presença de macronúcleo em formato de ferradura, com micronúcleo oval localizado na porção y + 1, no entanto, o micronúcleo foi somente detectado em alguns espécimes (Figura 1 d).

Discussão

A partir da comparação de 11 caracteres taxonômicos obtidos em nossas mensurações com 10 espécies de tricodinídeos previamente descritas na literatura (Tabela 2), observou-se que 45,5% das características foram similares com *Trichodina nigra* Lom (1960) na descrição de Basson et al. (1983) e com *Trichodina pagoda* Basson e Van As (1994). *Trichodina erbilensis* Shwani, Abdullah e Asmat (2010) e *Trichodina ngoma* Van As e Basson (1992) foram 63,6% similares, enquanto *Trichodina modesta* Lom (1970) e *Trichodina minuta* Basson, Van As e Paperna (1983) conferem com 81,8% das nossas mensurações. Os tricodinídeos com mais de 90% de semelhanças observadas foram *Trichodina kazubski* Van As e Basson (1989) com 90,9%, *Trichodina nkasa* Van As e Basson (1992) com 90,9%, além de *Trichodina matsu* Basson e Van As (1994) e *Trichodina colisae* Asmat e Sultana (2005), ambas com 100% de similaridade.

Trichodina pagoda Basson e Van As (1994) e *T. erbilensis* Shwani et al. (2010) assemelham-se ao nosso material no número de dentículos, pinos por dentículo, comprimento do dentículo e comprimento do raio. Já *T. ngoma* Van As and Basson (1992) é semelhante no tamanho do corpo, membrana da borda, número de dentículos, pinos radiais por dentículo, comprimento do dentículo, parte central e comprimento do raio. Por outro lado, *T. minuta* Basson et al. (1983) diferencia-se da espécie encontrada neste estudo, no comprimento do dentículo e comprimento do raio, sendo menor nesta espécie. Da mesma forma, *T. nkasa* Van As e Basson (1992) possui raio de menor tamanho, além disso, esta espécie possui uma apófise proeminente no encaixe da parte central com o raio, e em nosso estudo observou-se apenas uma discreta apófise em alguns espécimes.

Tabela 1. Medidas de *Trichodina* sp. de dois peixes de água doce cultivados no Brasil. População A e C possui pacu como hospedeiro; População B tem o híbrido patinga como hospedeiro.

Caracteres	População A		População B		População C	
	Sudeste do Brasil	Sudeste do Brasil	Sudeste do Brasil	Sudeste do Brasil	Brasil Central	Brasil Central
Corpo ^D	35,6 ± 2,6 (31,2 - 41,4)	40,0 ± 3,7 (32,0 - 46,6)	41,9 (34,7 - 51,3)	-	-	-
Membrana da borda ^W	3,1 ± 0,4 (2,2 - 4,2)	3,5 ± 0,4 (2,1 - 4,3)	33,3 (26,8 - 48,9)	-	-	-
Disco adesivo ^D	29,5 ± 2,4 (24,2 - 33,9)	32,9 ± 3,4 (25,6 - 39,6)	19,7 (15,0-24,4)	-	-	-
Anel denticulado ^D	17,7 ± 1,8 (14,5 - 20,6)	19,7 ± 2,6 (14,8 - 25,2)	20,5 (18 - 23)	-	-	-
Número de denticulos	21,1 ± 1,4 (19 - 24)	20,9 ± 1,6 (17 - 25)	9,6 (5,5 - 11,8)	-	-	-
Curvatura do denticulo	9,6 ± 1,0 (7,6 - 11,7)	10,4 ± 1,2 (7,8 - 13,9)	5,0 (4,0 - 7,1)	-	-	-
Denticulo ^L	4,7 ± 0,6 (3,7 - 5,7)	6,1 ± 0,7 (4,2 - 7,7)	4,0 (3,1 - 5,5)	-	-	-
Lâmina ^L	4,0 ± 0,3 (3,5 - 4,8)	3,9 ± 0,4 (3,1 - 4,8)	1,7 (1,3 - 2,3)	-	-	-
Parte central ^W	1,5 ± 0,3 (0,9 - 2,1)	2,0 ± 0,3 (1,3 - 2,6)	4,7 (3,1 - 8,6)	-	-	-
Raio ^L	4,1 ± 0,7 (2,8 - 5,7)	4,3 ± 0,8 (2,8 - 6,9)	8,3 (7 - 10)	-	-	-
Pinos por denticulo	5,7 ± 0,8 (5 - 8)	7,0 ± 0,8 (5,0 - 8,0)	-	-	-	-
Macronúcleo ^D	35,2 ± 4,5 (27,6 - 42,7)	-	-	-	-	-
Macronúcleo TH	6,2 ± 2,2 (3,8 - 12,1)	-	-	-	-	-
Macronúcleo ^{LT}	12,9 ± 4,1 (5,1 - 21,4)	-	-	-	-	-

^D diâmetro, ^W largura, ^L comprimento, TH espessura, ^{LT} distância entre as terminações do macronúcleo.

Tabela 2. Medidas de espécies de *Trichodina* semelhantes ao presente material. As médias estão seguidas por desvio padrão, e em parenteses os valores mínimo e máximo.

Caracteres	<i>Trichodina</i>	<i>Trichodina minuta</i>	<i>Trichodina nigra</i>	<i>Trichodina kazubski</i>
	<i>modesta</i> Lom (1970)	Basson et al. (1983)	Lom (1960) em Basson et al. (1983)	Van As e Basson (1989)
Local	Hungria	África do Sul	África do Sul e Israel	África do Sul
Corpo ^D	44,0 (34 – 56)	33,3 ± 3,2 (28,2 - 38,0)	45,9 ± 3,1 (41,7 - 56,7)	41,2 ± 4,5 (34,3 - 54,6)
Membrana da borda ^W	3 – 3,5	3,3 ± 0,3 (2,6 - 4,1)	5,1 ± 0,4 (4,0 - 5,9)	4,3 ± 0,6 (3,2 - 5,9)
Disco adesivo ^D	33,0 (28 – 43)	27,2 ± 3,0 (22,4 - 33,7)	35,1 ± 2,9 (31,7 - 42,6)	32,9 ± 3,7 (26,7 - 39,5)
Anel denticulado ^D	18 (15 – 20)	15,5 ± 1,7 (12,2 - 18,2)	20,6 ± 2,0 (18,9 - 23,7)	20,2 ± 2,4 (16,4 - 26,3)
Número de dentículos	23 (22 – 25)	21 (19 - 22)	20 (19 - 22)	23 (22 - 26)
Curvatura do dentículo	-	-	-	-
Dentículo ^L	3 – 3,5	4,2 ± 0,5 (3,2 - 5,7)	6,3 ± 0,7 (5,1 - 7,5)	4,3 ± 0,5 (3,6 - 5,7)
Lâmina ^L	4 – 4,5	3,7 ± 0,4 (3,1 - 4,6)	4,6 ± 0,7 (3,3 - 5,9)	4,6 ± 0,7 (3,5 - 5,7)
Parte Central ^W	1,5	2,2 ± 0,2 (1,7 - 2,7)	2,5 ± 0,7 (1,6 - 3,0)	2,0 ± 0,4 (1,5 - 3,2)
Raio ^L	3,5 – 4,0	3,4 ± 0,5 (2,6 - 4,4)	3,9 ± 0,6 (2,5 - 4,9)	5,2 ± 0,6 (3,6 - 6,4)
Pinos por dentículo	7 – 8	6 (6 - 7)	10 (8 - 11)	8 (7 - 10)
Ciliatura adoral em espiral	-	400 - 410°	380 - 410°	400°

^D diâmetro, ^W largura, ^L comprimento, ^L espessura, ^L distância entre as terminações do macronúcleo.

Tabela 2. Continuação

Caracteres	<i>Trichodina nkasa</i> Van As e Basson (1992)		<i>Trichodina ngoma</i> Van As e Basson (1992)		<i>Trichodina pagoda</i> Basson e Van As (1994)		<i>Trichodina matsui</i> Basson e Van As (1994)	
	Namíbia	Namíbia	Namíbia	Taiwan	Taiwan	Taiwan	Taiwan	
Corpo ^D	34,1 ± 3,0 (29,5 - 39,5)	43,4 ± 6,0 (36,5 - 57,0)	46,5 ± 2,4 (41,0 - 51,0)	40,4 ± 2,7 (35,5 - 46,5)				
Membrana da borda ^W	2,8 ± 0,5 (2,5 - 4,0)	3,4 ± 0,4 (2,5 - 4,0)	4,1 ± 0,3 (3,5 - 5,0)	3,6 ± 0,4 (3,0 - 4,0)				
Disco adesivo ^D	28,5 ± 2,8 (24,5 - 34,5)	36,7 ± 5,7 (29,5 - 49,5)	38,2 ± 2,7 (32,0 - 43,0)	33,1 ± 3,1 (26,0 - 40,0)				
Anel denticulado ^D	16,4 ± 1,9 (13,0 - 19,5)	23,1 ± 4,0 (18,0 - 30,5)	22,6 ± 2,1 (19,0 - 29,0)	19,0 ± 1,8 (15,0 - 22,0)				
Número de denticulos	20 (19 - 22)	23 (21 - 27)	22 (19 - 24)	21 (20 - 27)				
Curvatura do denticulo	9,5 ± 1,1 (7,5 - 11,5)	11,0 ± 1,5 (8,5 - 15,0)	13,8 ± 1,4 (12,0 - 16,0)	10,5 ± 0,9 (8 - 12)				
Denticulo ^L	5,4 ± 0,7 (4,5 - 7,0)	5,0 ± 0,8 (3,1 - 6,0)	6,2 ± 0,4 (5,5 - 7,0)	5,5 ± 0,6 (5,0 - 7,0)				
Lâmina ^L	4,1 ± 0,5 (3,0 - 5,0)	4,4 ± 0,7 (3,5 - 6,0)	5,1 ± 0,5 (4,0 - 6,0)	4,2 ± 0,4 (3,5 - 5,0)				
Parte Central ^W	1,7 ± 0,3 (1,5 - 2,0)	1,7 ± 0,2 (1,5 - 2,5)	2,2 ± 0,3 (2,0 - 3,0)	1,9 ± 0,2 (1,5 - 2,0)				
Raio ^L	3,7 ± 0,7 (2,5 - 5,0)	4,9 ± 1,3 (3,0 - 9,0)	6,4 ± 0,6 (5,0 - 7,5)	4,1 ± 0,4 (3,0 - 5,0)				
Pinos por denticulo	7 (6 - 8)	10 (8 - 10)	8 (7 - 9)	7 (6 - 8)				
Ciliatura adoral em espiral	400 - 425°	408°	410 - 430°	415 - 440°				

^D diâmetro, ^W largura, ^L comprimento, TH espessura, ^{L1} distância entre as terminações do macronúcleo.

Tabela 2. Continuação...

Characters	<i>Trichodina colisae</i>		<i>Trichodina erbilensis</i>	
	Asmat and Sultana (2005)		Shwani et al. (2010)	
Local	Bangladesh		Iraq	
Corpo ^D	36,9 ± 3,0 (35,8 - 44,9)		44,4 ± 0,4 (42 - 48)	
Membrana da borda ^w	3,7 ± 0,4 (3,1 - 4,6)		3,9 ± 0,2 (3 - 5)	
Disco adesivo ^D	32,2 ± 2,6 (28,8 - 36,2)		37,5 ± 0,4 (35 - 40)	
Anel denticulado ^D	18,3 ± 1,9 (16,3 - 20,9)		23,6 ± 0,3 (22 - 27)	
Número de denticulos	23,1 ± 1,3 (20 - 24)		24,6 ± 0,3 (23 - 27)	
Curvatura do denticulo	10,5 ± 0,5 (9,9 - 11,2)		10,9 ± 0,2 (10 - 13)	
Denticulo ^L	5,2 ± 0,2 (4,9 - 5,6)		5,4 ± 0,3 (4 - 7)	
Lâmina ^L	4,2 ± 0,6 (3,1 - 5,1)		4,6 ± 0,2 (4 - 6)	
Parte Central ^w	2,0 ± 0,1 (1,5 - 2,1)		2,6 ± 0,1 (2 - 3)	
Raio ^L	4,1 ± 0,2 (3,8 - 4,6)		3,7 ± 0,1 (3 - 4)	
Pinos por denticulo	9,1 ± 0,8 (8 - 10)		5,4 ± 0,3 (4 - 8)	
Ciliatura adoral em espiral	-		-	

^D diâmetro, ^w largura, ^L comprimento, TH espessura, ^{L1} distância entre as terminações do macronúcleo.

A membrana da borda é ampla em *T. kazubski* Van As e Basson (1989), o que pode ser confirmada na descrição de Tang et al. (2007) realizada em espécimes coletados a partir de ciprinídeos na China. Além disso, esta espécie diferencia-se por apresentar apófise na margem anterior da lâmina e apófise do raio proeminente (VAN AS; BASSON, 1989). Na parte central, *T. kazubski* Van As e Basson (1989) exhibe discreta indentação abaixo do eixo x, de forma oposta à apófise do raio do denticulo posterior, o que não foi observado neste estudo.

Dois espécies de tricodinídeos apresentaram 100% de semelhança morfométrica com os espécimes analisados no presente estudo, *T. matsu* Basson e Van As (1994) e *T. colisae* Asmat e Sultana (2005). Asmat e Sultana (2005) reconheceram a similaridade entre essas espécies, e estabeleceram alguns critérios para diferenciar as duas espécies. Entre estes critérios, ressaltam-se alguns que também foram observados no presente material, sendo eles: 1- Ausência de indentação na parte inferior do eixo x da parte central de *T. colisae*; 2- Raio espesso, inflado, com pontas arredondadas em *T. colisae*, enquanto em *T. matsu* é fino e com a ponta afiada; 3- Margem posterior da lâmina forma uma curva triangular em *T. matsu*, enquanto em *T. colisae* é crescente e rasa. Essas três características principais embasaram a diferenciação da espécie do tricodinídeo encontrado em peixes brasileiros deste estudo, coincidindo com *T. colisae* Asmat e Sultana (2005).

Trichodina colisae foi inicialmente descrita na brânquia de colisa *Polyacanthus fasciatus* (sinonímia de *Trichogaster fasciatus*), um peixe ornamental nativo de Bangladesh. Este é o segundo registro desta espécie de tricodinídeo no mundo, e o primeiro no Brasil. O pacu e o híbrido patinga são novos hospedeiros para este parasito, que parece não possuir especificidade de hospedeiro.

Sumário Taxonômico

- Hospedeiro: colisa (*Polyacanthus fasciatus*) (= *Trichogaster fasciatus*)
- Local: Bangladesh
- Novo hospedeiro: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e híbrido patinga (*P. mesopotamicus* x *P. brachypomus*)
- Novo local: Guaíra (20° 20'47.1" S; 48°11'27.1" W) e Jaboticabal (22° 14'22.7" S; 48° 17'33.4" W), São Paulo, sudeste do Brasil; Dourados (22°19'42.7" S; 54°43'55.2" W), Mato Grosso do Sul, Brasil central.
- Local de infestação: pele, nadadeiras e brânquia.

Referências

- Arthur JR, Lom J. Trichodinid protozoa (Ciliophora: Peritrichida) from freshwater fishes of Rybinsk Reservoir, USSR. *J Eukaryot Microbiol* 1984; 31(1): 82-91. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1550-7408.1984.tb04294>
- Asmat GSM, Sultana N. Four new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Ciliophora: Trichodinidae) from Bangladesh fish. *Pakistan J Biol Sci* 2005; 8(6): 895-900. <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2005.895.900>
- Basson L, Van As JG, Paperna I. Trichodinid ectoparasites of cichlid and cyprinid fishes in South Africa and Israel. *Syst Parasitol* 1983; 5(4): 245-257. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00009159>
- Basson L, Van As JG. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of wild and cultured freshwater fishes in Taiwan, with notes on their origin. *Syst Parasitol* 1994; 28(3): 197-222. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00009518>
- Basson L, Van As JG. Trichodinidae and other ciliophorans (Phylum Ciliophora). In: Woo PTK. *Fish Diseases and Disorders*. 2nd ed. Cab International; 2006.vol. 1: Protozoan and Metazoan infections, p. 154-182.
- Ghiraldelli L, Martins ML, Adamente WB, Yamashita MM. First record of *Trichodina compacta* Van As & Basson, 1989 (Protozoa: Ciliophora) from cultured Nile tilapia in the State of Santa Catarina, Brazil. *Int J Zool Res* 2006; 2(4): 369-375. <http://dx.doi.org/10.3923/ijzr.2006.369.375>
- Hossain MD, Hossain MK, Rahman MH, Akter K, Khanom DA. Prevalence of ectoparasites of carp fingerlings at Santaher, Bogra. *Univ J Zool Rajshahi Univ* 2008; 27: 17-19.
- Khan RA. Disease outbreaks and mass mortality in cultured Atlantic cod, *Gadus morhua* L., associated with *Trichodina murmanica* (Ciliophora). *J Fish Dis* 2004; 27(3): 181-184. PMID:15009245. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00525>
- Klein BM. The dry silver method and its proper use. *J Eukaryot Microbiol* 1958; 5(2): 99-103. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1550-7408.1958.tb02535>
- Lom J. A contribution to the systematics and morphology of endoparasitic trichodinids from amphibians, with a proposal of uniform specific characteristics. *J Protozool* 1958; 5(4): 251-263.
- Lom J. Observations on *Trichodinid ciliates* from freshwater fishes. *Arch Protistenkund* 1970; 112: 153-177.
- Martins ML, Ghiraldelli L. *Trichodina magna* Van As & Basson, 1989

- (Ciliophora: Peritrichia) from cultured Nile tilapia in the State of Santa Catarina, Brazil. *Braz J Biol* 2008; 68 (1): 169-172. PMID:18470393. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000100024>
- Martins ML, Marchiori NC, Nunes G, Rodrigues MP. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) from channel catfish, *Ictalurus punctatus* cultivated in Brazil. *Braz J Biol* 2010; 70(3): 637-644. PMID:20730352. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842010000300022>
- Pádua SB, Martins ML, Carraschi SP, Cruz C, Ishikawa MM. *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae): a new parasite for *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae). *Zootaxa* 2012; 3422: 62-68.
- Pinto E, Garcia AM, Figueiredo HCP, Rodrigues MP, Martins ML. Primeiro relato de *Tripartiella* sp. (Ciliophora: Peritrichia) em *Pseudoplatystoma corruscans* (Osteichthyes: Pimelodidae) cultivado no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, com descrição de nova espécie. *Bol Inst Pesca* 2009; 35(1): 91-97.
- Shwani AAA, Abdullah SMA, Asmat G. Two New Species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Ciliophora: Trichodinidae) from *Siluristriostigus* in Iraq. *Eur J Sci Res* 2010 40(4): 598-604.
- Tang F, Zhao Y, Tao Y. Trichodinids (Ciliophora: Peritrichida) parasitic on gills of freshwater fishes, *Carassius auratus* and *Aristichthys nobilis* from China, with the description of *Trichodina subtiliamata* sp. nov. *Zootaxa* 2007; 1582: 39-48.
- Van As JG, Basson L. A further contribution to the taxonomy of the Trichodinidae (Ciliophora: Peritrichia) and a review of the taxonomic status of some fish ectoparasitic trichodinids. *Syst Parasitol* 1989; 14(3): 157-179. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02187051>
- Van As JG, Basson L. *Trichodinid* ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of freshwater fishes of the Zambesi River System, with a reappraisal of host specificity. *Syst Parasitol* 1992; 22(2): 81-109. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00009603>

CONCLUSÕES GERAIS

Todos os peixes quando introduzidos em sistemas de criação devem ser cuidadosamente analisados e monitorados durante seu cultivo para verificar a presença de parasitos, os quais podem ocasionar surtos epizoóticos e, conseqüentemente, prejuízos econômicos. Os peixes analisados neste estudo apresentaram grande diversidade parasitária, porém não evidenciaram sinais de enfermidades. Entretanto alguns hospedeiros apresentavam quantidade suficientemente elevada para comprometer sua saúde e desenvolvimento. Este fato pode estar relacionado com as boas condições de cultivo e de qualidade ambiental adotada pelas pisciculturas.

A produção de peixes híbridos vem se consolidando ano após ano no Brasil, principalmente na região Centro Oeste quando se referem a bagres do gênero *Pseudoplatystoma*. Porém estes peixes quando escapam ao meio natural, além das competições por espaço, apresentam grande ameaça para a conservação de espécies nativas e contaminação gênica dos estoques naturais. Além disso, este trabalho apresentou dados parasitológicos preocupantes, uma vez que estes peixes apresentaram-se como potencial reservatório de agentes parasitários atípicos dos pregenitores, fortalecendo a preocupação ecológica ao escaparem para o ambiente natural.

Em adição, para avaliar o aspecto sanitário dos peixes analisados, os estudos das variáveis hematológicas neste trabalho, revelaram-se como bons indicadores no diagnóstico da presença de *Monogenea* em pacu, bem como de desequilíbrios influenciados pelo ambiente em surubins híbridos.

No estado de Mato Grosso do Sul programas preventivos para controle de doenças parasitárias em peixes cultivados são pouco consolidados devido a resistência de produtores quanto ao acompanhamento sanitário, sendo necessário uma conscientização dos mesmos. Essa conscientização sobre a necessidade de acompanhamento do cultivo é de vital importância para que se possa fazer um diagnóstico preciso. Para isso, é de fundamental importância a ajuda dos produtores, na coleta de dados sobre os parâmetros de qualidade de água e correta forma de envio de amostras (peixes e parasitos) para laboratórios especializados.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

- ADRIANO, E.A.; CECCARELLI, P.S.; CORDEIRO, N.S. Prevalência de parasitos do filo Myxozoa em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Osteichthyes: Characidae) em rios do Pantanal Mato-grossense, Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 15, p. 31-38, 2002.
- ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CORDEIRO, M.S. An ultrastructural and histopathological study of *Henneguya pellucida* n. sp. (Myxosporea: Myxobolidae) infecting *Piaractus mesopotamicus* (Characidae) cultivated in Brazil, **Parasite**, v. 12, n.3, p. 221-227, 2005 a.
- ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N.S. Histology, ultrastructure and prevalence of *Henneguya piaractus* (Myxosporea) infecting the gills of *Piaractus mesopotamicus* (Characidae) cultivated in Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 64, n. 3, p. 229-235, 2005b.
- ADRIANO, E.A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N.S. *Myxobolus cuneus* n. sp. (Myxosporea) infecting the connective tissue of *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae) in Brazil: histopathology and ultrastructure. **Parasite**, v. 13, p. 137-142, 2006.
- ADRIANO, E.A.; CARRIERO, M.M.; MAIA, A.A.M.; SILVA, M.R.M.; NALDONI, J.; CECCARELLI, P.S.; ARANA, S. Phylogenetic and host-parasite relationship analysis of *Henneguya multiplasmodialis* sp. infecting *Pseudplatystoma* spp. in Brazilian Pantanal wetland. **Veterinary Parasitology**, v. 185, p. 110-120, 2012.
- AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; JÚLIO, H.F.Jr.; PAVANELLI, C.S.; AGOSTINHO, C.S. **Fish Assemblages**. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN (Eds) The Upper Paraná River floodplain: physical aspects, ecology and conservations, Leiden, 2004, p. 223-246.
- ASSAD, L.T.; BURSZTYN, M. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Ministério da Ciência e Tecnologia, CNPq, 2000.
- AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS, M.L.; BOZZO, F.R.; MORAES, F.R. Haematological and gill responses in parasitized tilapia from Valley of Tijucas River, SC, Brazil. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 2, p. 115-120, 2006.
- BÉKÉSI, L. Evaluation of data on ichthyopathological analysis in the Brazilian Northeast. **Ciência e Cultura**, v. 44, p. 400-403, 1992.

- BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Dietary lysine requirement of juvenile pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887). **Aquaculture**, v. 297, p. 151-156, 2009.
- BIGNOTTO, T.S.; PRIOLI, A.J.; PRIOLI, S.M.A.P.; MANIGLIA, T.C. BONI, T.A.; LUCIO, L.C.; GOMES, V.N.; PRIOLI, R.A.; OLIVEIRA, A.V.; JÚLIO-JÚNIOR, H.F.; PRIOLI, L.M. Genetic divergence between *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Paraná River Basin. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 681-689, 2009.
- BOEGER, W.A.; HUSACK, W.S.; MARTINS, M. L. Neotropical monogenoidea. 25. *Anacanthorus penilabiatus* (Dactylogyridea: Anacanthirinae) from *Piaractus mesopotamicus*, cultivated in the State of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, p. 699-701, 1995.
- BLAXHALL, P.C. The haematological assessment of the health of freshwater fish. A review of selected literature. **Journal of Fish Biology**, v. 4, n. 4, p. 593-604, 1972.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.S.Z.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal: Manual de Identificação**. Embrapa, Serviço de Produção de Informação, Brasília. 227 p. 2007.
- BUITRAGO-SUÁREZ, U.A. Anatomía comparada y evolución de las especies de *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 (Siluriformes: Pimelodidae). **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias**, v. 30, p. 117-141, 2006.
- BUITRAGO-SUÁREZ, U.A.; BURR, B.M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. **Zootaxa**, v. 1, p. 38, 2007.
- CAMPOS, C.M.; MORAES, F.R.; PEREIRA, G.T. Método estimativo para amostragem quantitativa de *Rondonia rondoni* (Nematoda: Atractidae) parasito de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 16, n. 3, p. 174-176, 2007.
- CAMPOS, C.M.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R. Histopatologia de fígado, rim e baço de *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* e *Pseudoplatystoma fasciatum* parasitados por mixosporídeos, capturados no rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 17, n. 4, p. 200-205, 2008a.
- CAMPOS, C.M.; FONSECA, V.E.; TAKEMOTO, R.M.; MORAES, F.R. Fauna parasitária de cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Siluriforme: Pimelodidae) do rio Aquidauana, Pantanal Sul

- Mato-grossense, Brasil. **Acta Sientiarum Biological Sciences**, v. 30, n. 1, p. 91-96, 2008 b.
- CAMPOS, C.M.; TAKEMOTO, R.M.; FONSECA, V.E.; MORAES, F.R. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Characiformes) from Aquidauana and Miranda Rivers, Pantanal, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 87-92, 2009a.
- CAMPOS, C.M.; FONSECA, V.E.; TAKEMOTO, R.M.; MORAES, F.R. Ecology of the parasitic endohelminth community of *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1776) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Aquidauana River, Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n.1, p. 93-99, 2009b.
- CAMPOS, J.L. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil, Santa Maria, 2010, 608p.
- CAMPOS, C.M.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R. Histopathology of gills *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) infested by monogenean and myxosporea, caught in Aquidauana river, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2011.
- CARNEIRO, D.J.; WAGNER, P.M.; DIAS, T.C.R. Efeito da densidade de estocagem e do nível de proteína bruta na dieta, no desempenho de produção de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: Encontro Nacional de Aquicultura, *Anais...*, 84, p. 52-61, 1995.
- CARVALHO-COSTA, L.F., PIORSKI, N.M., WILLIS, S.C., GALETTI, J.R., ORTI, G. Molecular systematics of the Neotropical shovelnose catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 based on nuclear and mtDNA markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 59, p. 177-199, 2011.
- CARVALHO-COSTA, L.F., PIORSKI, N.M., WILLIS, S.C., GALETTI, J.R., ORTI, G., 2011. Molecular systematics of the Neotropical shovelnose catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 based on nuclear and mtDNA markers. *Mol Phyl Evol* 59, 177-194.
- CATELLA, A.C.; PEIXER, J.; PALMEIRA, S.S. Sistema de controle de pesca de Mato Grosso do Sul, SCPESCA/MS-1 maio/1994 à

- abril/1995. Corumbá, MS: Embrapa-Cpap, **Documentos**, v. 16, 49p, 1996.
- CATELLA, A.C. A pesca no Pantanal Sul: situação atual e perspectivas. Corumbá: Embrapa, **Documentos**, v. 48, 45 p., 2004.
- CAVICHIOLO, F. Histologia: Ferramenta relevante para estudos em peixes cultivados. In: TAVARES-DIAS, M. (org) **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**. Amapá, , 2009, p. 602-624, 2009.
- CAVICHIOLO, F.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M, LEONARDO, J.M. Níveis de suplementação de vitamina C na ração sobre a ocorrência de ectoparasitas, sobrevivência e biomassa em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 957-964, 2002.
- CECCARELLI, P.S.; FIGUEIRA, L.B.; FERRAZ DE LIMA, C.L.B. Observação sobre a ocorrência de parasitos no CEPTA entre 1983 e 1990. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 3, p. 43-54, 1990.
- CHAMBRIER, A.; VAUCHER, C. Proteocephalidae et Monticellidae (Eucestoda: Proteocephalidea), parasites de poisons d'eau douce au Paraguay, avec descriptions d'un genre nouveau et de dix espèces nouvelles. **Revue Suisse Zoology**, v. 106, p. 165-240, 1999.
- CHAMBRIER, A.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. *Nominoscolex pertierra* n. sp. (Eucestoda: Proteocephalidea), a parasite of *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) in Brazil and redescription of *N. sudobim* Woodland, 1935, a parasite of *P. fasciatum*. **Systematic Parasitology**, v. 64, p. 191-202, 2006.
- CHUBB, J. C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part III. Larval Cestoda and Nematoda. **Advances in Parasitology**, v. 18, p. 1-120, 1980.
- CHUBB, J. C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV. Adult Cestoda, Nematoda and Acanthocephala. **Advances in Parasitology**, v. 20, p. 1-292, 1982.
- COHEN, S.C.; KOHN, A. A new species of *Mymarothecium* and new host and geographical records for *M. viatorum* (Monogenea: Dactylogyridae), parasites of freshwater fishes in Brazil. **Folia Parasitologica**, v. 52, p. 307-310, 2005.
- COHEN, S.C.; KOHN, A. On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid fishes from Brasil. **Check List**, v. 5, n. 2, p. 351-356, 2009.

- CORRÊA, R.F.S.S.; BRASIL-SATO, M.C. Digenea in the surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix and Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) of the Upper São Francisco River, State of Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 6, p. 1181-1185, 2008.
- COSTA, S.C.G. *Rondonia rondoni* Travassos, 1920 (Nematoda, Atractidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 61, n. 1, 1963.,
- CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A.; MELO, D.C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S.A.; COSTA, A.A.F.; DRUMOND, M.L.; LOPES, V.E.; MORAES, V.E. O surubim na aquacultura do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3/4, p. 150-158, 2006.
- DEL POZO, C. La F. **Levantamento ectoparasitológico em brânquias de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Osteichthyes, Characidae) em pesque-pagues no município de Campo Grande-MS**. 2000. 73f. Dissertação (Mestrado em Biologia Parasitária) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2000.
- 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 *Collossoma macropomum* in Brasil. **Bulletin of the European Association of Fish Pathologists**, v. 15, n. 5, p.148-151, 1995.
- EIRAS, J.C.; PAVANELLI, G.C.; SOUSA, J.A.; TAKEMOTO, R.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. Ocorrência de agentes com potencial patogênico em peixes de dois pesque-pague e uma piscicultura do norte do Estado do Paraná. **Anais Aquicultura Brasil'98**, n. 2, p. 697-701, 1998.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. *Henneguya corruscans* n. sp. (Myxozoa, Myxosporidia, Myxobolidae), a parasite of *Pseudoplatystoma corruscans* (Osteichthyes, Pimelodidae) from the Paraná River, Brazil: A morphological and morphometric study. **Veterinary Parasitology**, v. 159, p. 154-158, 2009.
- FAO, 2010. **The State of World Fisheries and Aquaculture**, 2010. Rome, 218p.
- FERRAZ DE LIMA, J.A.; BARBIERI, G.; VERANI, J.R. Período de reprodução e idade a primeira maturação gonadal de pacu (*Collossoma mitrei*) em ambiente natural, (Rio Cuiabá - Pantanal

- de Mato Grosso). **Anais do III Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, São Carlos, SP, 1984.
- FERRAZ DE LIMA, C.L.B.; LIMA, J.A.F.; CECCARELLI, P.S. Ocorrência de Acantocéfalos parasitando o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Pisces, Serrasalmidae) em Piscicultura. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 2, p. 43–51, 1990.
- FERRAZ DE LIMA, C.L.B.; REIS, N.S.; CECCARELLI, P.S. Caracterização histológica em pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Teleostei, Serrasalmidae). **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 4, n. 2, p. 39-46, 1991.
- FISHBASE. 2013. **FishBase**. Disponível em: < <http://www.fishbase.org/summary/Pseudoplatystoma-reticulatum.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2013.
- FRANCESCHINI, L. **Infecções parasitárias e microbianas na produção do pacu *Piaractus mesopotamicus* e do híbrido patinga procedentes da região noroeste do Estado de São Paulo**. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Botucatu. 2012.
- FUJIMOTO, R.Y.; CASTRO, M.P.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; VARELLA, J.E.A.; DINIZ, D.G. Effects of chromium supplementation on the infrapopulations of *Anacanthorus penilabiatus* (Monogeneoidea) and *Piscinoodinium pillulare* (Dinoflagellida) parasites of *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 4, p. 827-833, 2010.
- GABRIELLI, M.A.; ORSI, M.L. Dispersão de *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus) (Crustacea, Copepoda) na região norte do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 2, p. 395-399, 2000.
- GARCIA-SANTOS, S.; FONTAÍNHAS FERNANDES, A.; WILSON, J.M. Cadmium tolerance in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) following acute exposure: Assessment of some ionoregulatory parameters. **Environmental Toxicology**, v. 21, n. 1, p. 33-46, 2006.
- GENOVEZ, L.W.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MARQUES, M.P.A.; MORAES, F.R. Controle biológico de *Dolops carvalhoi* (Crustacea: Branchiura) em juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, p. 99 – 105, 2008.

- GHIRALDELLI, L.; MARTINS, M.L.; JERÔNIMO, G.T.; YAMASHITA, M.M.; ADAMANTE, W.B. Ectoparasites communities from *Oreochromis niloticus* cultivated in the State of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 1, p. 181-190, 2006a.
- GHIRALDELLI, L.; MARTINS, M.L.; ADAMANTE, W.B.; YAMASHITA, M.M. First record of *Trichodina compacta* Van As and Basson, 1989 (Protozoa: Ciliophora) from cultured Nile tilapia in the State of Santa Catarina, Brazil. **International Journal of Zoological Research**, v. 2, n. 4, p. 369-375, 2006b.
- GHIRALDELLI, L.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.M.; JERÔNIMO, G.T. Ectoparasites influence on the haematological parameters of Nile tilapia and carp cultured in the State of Santa Catarina, South Brazil. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 1, n. 3, p. 270-276, 2006c.
- GODINHO, A.L.; KYNARD, B.; GODINHO, H.P. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 80, n. 4, p. 421-433, 2007.
- HAHN, N.S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I.F. **Trophic ecology of fish assemblages**. In: The Upper Paraná River Floodplain: physical aspects, ecology, and conservation. S.M. Thomaz, A.A. Agostinho, N.M. Hahn (Eds), Bachuys Publishers, Leiden, 247-269, 2004.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2007, Brasil, Grandes Regiões e Unidades de Federação**, 2007, 151p.
- ISEKI, K.K.; NEGRÃO, J.A.; CASTRUCCHI, A.M.L. Variações sazonais dos níveis plasmáticos dos esteróides sexuais (17Beta-estradiol e testosterona) durante o ciclo reprodutivo de fêmeas de pacu, *Piaractus mesopotamicus*. **Ensaios e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 12, p. 151-162, 2008.
- ISHIKAWA, M.M.; PÁDUA, S.B.; VENTURA, A.S.; CAPECCI, R.S.; VENDRUSCOLO, A.B.; CARRIJO-MAUAD, J.R. Infestação por ictio em surubim híbrido durante a fase inicial de criação. **Comunicado Técnico** (Embrapa Agropecuária Oeste), v. 165, p. 1-5, 2011.
- JERÔNIMO, G.T.; MARTINS, M.L.; BACHMANN, F.; et al. Haematological parameters of *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes: Pimelodidae) from environments with different

- pollution levels in Itajaí-Açu River, Santa Catarina, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 2, p. 179-183, 2009.
- JERÔNIMO, G.T.; SPECK, G.M.; GONÇALVES, E.L.T.; MARTINS, M.L. Seasonal variation on the parasitic communities of Nile Tilapia cultured in three regions in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 365-373, 2011.
- JERÔNIMO, G.T.; MARCHIORI, N.C.; PÁDUA, S.B.; DIAS NETO, J.; PILARSKI, F.; ISHIKAWA, M.M.; MARTINS, M.L. *Trichodina colisae* (Ciliophora: Trichodinidae): new parasite records for two freshwater fish species farmed in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 21, p. 335-350, 2012.
- JERÔNIMO, G.T.; VENTURA, A.S.; PÁDUA, S.B.; SATAKE, F.; ISHIKAWA, M.M.; MARTINS. Parasitofauna de cachara cultivado em tanque-rede no rio Paraguai. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, 2013.
- JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B.; PORTELLA, M.C. Growth and survival of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles reared in ponds with different initial larvicultura periods indoors. **Aquaculture Nutrition**, p. 169-174, 2003.
- KLESIUS, P.; ROGERS, W. Parasitisms of catfish and other farm-raised food fish. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 207, n. 11, p. 1473-1478, 1995.
- KRITSKY, D.C.; BOEGER, W.A. Neotropical Monogenoidea. 35. *Pavanelliella pavanelli*, a new genus and species (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) from the nasal cavities of siluriform fishes in Brazil. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v. 65, p. 160-163, 1998.
- KRITSKY, D.C.; BOEGER, W.A.; THATCHER, V.E. Neotropical Monogenea. 9. Status *Trinigyryus* HANEK, MOLNAR & FERNANDO, 1974 (Dactylogyridae) with descriptions of two new species from loricariid catfishes from Brazilian Amazon. **Proceedings of the Biological Society of Washigton**, v. 99, n. 3, p. 392-298, 1986.
- KRITSKY, D.C.; VIANNA, R.T.; BOEGER, W.A. Neotropical Monogenoidea. 50. Oviparous gyrodactylids from loricariid and pimelodid catfishes in Brazil, with the proposal of *Phanerothecioides* n. g., *Onychogyrodactylus* n. g. and *Aglaiogyrodactylus* n. g. (Polyonchoinea: Gyrodactylidea). **Systematic Parasitology**, v. 66, p. 1-34, 2007.

- 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 Sciences**, v. 29, n. 4, p. 437-445, 2007.
- LOPES, L.P.C.; VARELLA, A.M.B.; MALTA, J.C.O. Metazoan parasites of *Pseudoplatystoma punctifer* (Linnaeus, 1766) and *Pseudoplatystoma tigrinum* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) of the Central Amazon Basin, Brazil. **Biologia Geral e Experimental**, v. 9, n. 2, 2009.
- LUNDBERG, J.G.; LITTMANN, M.W. Family Pimelodidae (long whiskered catfishes). In: Reis, R.E. & Kullander, S.O.; Ferraris Jr., C.J. (Eds.). **Checklist of the freshwater fish of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2003, pp. 432-446.
- MACHADO FILHO, D.A. "Echinorhynchidae" do Brasil. I. Três espécies novas de "*Echinorhynchus*" Zoega in Muel-ler, 1776 e redescrição de *Echinorhynchus jucundus* Travassos, 1923. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 8, p. 265-273, 1948.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Influence of the type of environment and of the hydrological level variation in endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz) and *Schizodon borelli* (Boulenger) (Osteichthyes) of the high Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 4, p. 961-976, 1995.
- MACHADO, M.H.; PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 4, p. 441-448, 1996.
- MADI, R.R.; UETA, M.T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 2, p. 38-41, 2009.
- MALTA, J.C.O. Os argulídeos (Crustacea, Branchiura) da Amazônia brasileira. 4. Aspectos da ecologia de *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937, e *Argulus pestifer* Ringuelet, 1948. **Acta Amazonica**, v. 13, p. 489-495, 1983.
- MALTA, J.C.O.; VARELLA, A. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia Brasileira 3. Aspectos da ecologia de *Dolops striata*

- Bouvier, 1899 e *Dolops carvalhoi* Castro, 1949. **Acta Amazonica**, v. 13, n. 2, p. 299-306, 1983.
- MAMANI, M.; HAMEL, C.; VAN DAMME, P.A. Ectoparasites (Crustacea: Branchiura) of *Pseudoplatystoma fasciatum* (surubí) and *P. Tigrinum* (chuncuina) in Bolivian white-water floodplains. **Ecologia em Bolivia**, v. 39, n. 2, p. 9-20, 2004.
- MARIA, A.N.; MURGAS, L.D.S.; SILVA, M.O.B.; MILIORINI, A.B.; FRANCISCATTO, R.T.; LOGATO, P.V.R. Influência da adição de iodeto de potássio e citrato de sódio na qualidade do sêmen de pacu (*Piaractus mesopotamicus* - Holmberg, 1887). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 191-194, 2004.
- MARTINS, M.L.; URBINATI, E.C. *Rondoni rondoni* Travassos, 1919 (Nematoda: Atractidae) parasite of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae), in Brazil. **Ars Veterinaria**, v. 9, n. 1, p. 75-81, 1993.
- MARTINS, M.L.; ROMERO, N.G. Efectos del parasitismo sobre el tejido branquial em peces cultivados: Estudio parasitologico e histopatologico. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 2, p. 489-500, 1996.
- MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N. *Henneguya piaractus* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae), a gill parasite of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae), in Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, p. 239-245, 1997.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M. Larvae of *Porrocaecum* sp. (Nematoda: Ascarididae) in the swim bladder of cultured *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 1, p. 57-61, 2004.
- MARTINS, M.L., SOUZA, V.N., MORAES, F.R., MORAES, J.R.E., COSTA, A.J.; ROCHA, U.E. Pathology and behavioral effects associated with *Henneguya* sp. (Myxozoa: Myxobolidae) infections of captive pacu *Piaractus mesopotamicus* in Brazil. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, p. 297-300, 1997.
- MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R.; COSTA, A.J. Comparative evaluation of the susceptibility of cultivated fishes to the natural infection with mixosporean parasites and tissue changes in the host. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 263-269, 1999.
- 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

- diagnosticated cases from 1993 to 1998. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n. 1, p. 23-28, 2000.
- MARTINS, M.L.; MORAES, J.R.E.; ANDRADE, P.; SCHALCH, SH.; MORAES, F.R. *Piscinoodinium pillulare* (Schärperclaus, 1954) Lom, 1981 (Dinoflagellida) infection in cultivated freshwater fish from Northeast region of São Paulo State, Brazil. Parasitological and pathological aspects. **Brazilian Journal of Biology**, v. 9, n. 4, 2001.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.; BOZZO, F.R.; PAIVA, A.M.F.C.; GONÇALVES. Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 981-985, 2002.
- MARTINS, M.L.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R.Y.; ONAKA, E.; 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, 2004a.
- MARTINS, M.L.; PILARSKY, F.; ONAKA, E.M.; NOMURA, D.T.; FENERICK JR, J.; RIBEIRO, K.; MYIAZAKI, D.M.Y.; CASTRO, M.P.; MALHEIROS, E.B. Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, p. 71-80, 2004b.
- MARTINS, M.L.; GHIRALDELLI, L.; AZEVEDO, T.M. Ectoparasitos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) cultivadas no Estado de Santa Catarina, Brasil. In: SILVA-SOUZA, A.T. (org) **Sanidade de Organismos Aquáticos**, 2006. p.253-270.
- MATAQUEIRO, M.I. 2006. **Alterações histopatológicas e determinação residual em pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) após exposição ao triclorfom**. 2006. 53f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 2006.
- MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil, 2010**. 2012, 129 p.
- MIRANDA, M.O.T.; RIBEIRO, L.P. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). Surubim. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 43-56.
- MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M.;

- CASTAGNOLLI, N. (eds) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo, 2004. p.343-383.
- MORGAN, M.; TOVELL, P.W.A. The structure of the gill of the trout *Salmo gairdneri* (Richardson). **Cell and Tissue Research**, n. 142, n. 2, p. 147-162, 1973.
- NALDONI, J.; ARANA, S.; MAIA, A.A.M.; CECARELLI, P.S.; TAVARES, L.E.R., BORGES, F.A.; POZO, C.F.; ADRIANO, E.A. *Henneguya pseudoplatystoma* n. sp. Causing reduction in epithelial area of gills in the farmed pintado, a South American catfish: histopathology and ultrastructure. **Veterinary Parasitology**, v. 166, p. 52-59, 2009.
- NALDONI, J.; ARANA, S.; MAIA, A.A.M.; SILVA, M.R.M.; CARRIERO, M.M.; CECARELLI, P.S.; TABAVES, E.L.R.; ADRIANO, E.A. Host-parasite-environment relationship, morphology and molecular analyses of *Henneguya eirasi* n. sp. parasite of two wild Pseudoplatystoma spp. in Pantanal wetland, Brazil. **Veterinary Parasitology**. v. 177, p. 247-255, 2011.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G. Ovos e larvas de Peixes de água doce. EDUEM: Maringá, PR, 2001, 378 p.
- NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 4. ed. Nova Iorque: Wiley. 2006, 624p.
- OLIVEIRA, R.L.; JUSTINO, C.H.S.; MATEUS, L.A.F. Análise do parasitismo por *Contracaecum* sp. e *Eustrongylides* sp. em cacharas *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) (Pisces: Pimelodidae) provenientes do rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 16, p. 58-61, 2009.
- OVERSTREET, R.M. Parasitological data as monitors of environmental health. **Parasitology**, v. 39, n. 3, p. 169-175, 1997.
- PÁDUA, S.B.; MENEZES-FILHO, R.N.; DIAS-NETO, J.; ISHIKAWA, M.M.; CARRIJO-MAUAD, J.R.; JERÔNIMO, G.T.; MARTINS, M.L.; PILARSKI, F. Quilodoneose: uma doença pouco conhecida, porém perigosa. **Panorama da Aquicultura**, p. 24-29, 2011.
- PÁDUA, S.B.; MENEZES-FILHO, R.N.; DIAS-NETO, J.; ISHIKAWA, M.M.; JERÔNIMO, G.T.; MARTINS, M.M.; UTZ, L.R.P. Epistilfase: uma doença emergente no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 129, 2012a.
- PÁDUA, S.B.; MARTINS, M.L.; CARRASCHI, S.P.; CRUZ, C.; ISHIKAWA, M.M. *Piaractus mesopotamicus* (Pisces:

- Characidae) as a new host for *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae). **Zootaxa**, v. 42, p. 293-298, 2012b.
- PAMPLONA-BASILIO, M.C.; KOHN, A.; FEITOSA, V.A. New Host Records and Description of the Egg of *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea, Dactylogyridae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, p. 667-668, 2001.
- PARRA, J.E.G.; BRANDÃO, D.A.; CECCARELLI, P.S. Identificação e prevalência de nematódeos do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), da estação de piscicultura do Cepta, Pirassununga, SP, Brasil. **Ciência Rural**, v. 27, n. 2, p. 291-295, 1997.
- PAVANELLI, G.C.; REGO, A.A. *Megathylacus travassoi* sp. n. and *Nominoscolex sudobim* Woodland, 1935 (Cestoda – Proteocephalidea) parasites of *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes – Pimelodidae) from the Itaipu Reservoir and Parana River, Parana State, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 87, n.1, p. 191-195, 1992.
- PÉREZ, A.C.A.; MAINARDES-PINTO, C.S.R. Ocorrência de *Ichthyobodo necator* (Henneguy, 1883) em alevinos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) de criatório. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 20, p. 58-59, 1998.
- PETRERE, M.A. A pesca de água doce no Brasil. **Ciência Hoje**, v. 19, n. 110, p. 28-33, 1995.
- PINTO, E.; GARCIA, A.M.; FIGUEIREDO, H.C.P.; RODRIGUES, M.P.; MARTINS, M.L. Primeiro relato de *Tripartiella* sp. (Ciliophora: Peritrichia) em *Pseudoplatystoma corruscans* (Osteichthyes: Pimelodidae) cultivado no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, com descrição de nova espécie, **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n.1, p. 91-97, 2009.
- PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D.T.; ALVES, A.L.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; SENHORINI, J.A.; BORTOLOZZI, J.; FORESTI, F. Cytogenetic markers as diagnoses in the identification of the hybrid of the species piauçu (*Leporinus macrocephalus*) and piapara (*Leporinus elongatus*) **Genetic Molecular Biology**, v. 31, p. 135-202, 2008.
- PRADO, F.D.; HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks of two catfish species (Siluriformes: Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. **Fisheries Research**, v. 125-126, p. 300-305, 2012.

- PRICE, C.E.; GONZALEZ-ROMERO, N. First account of a monogenetic trematode from Paraguay: *Amphocleithrum paraguayensis* n. gen. n. sp. **Zoologische Jahrbucher Systematic**, v. 96, p. 449-452, 1969.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; ISHIKAWA, C.M.; CAMPOS, B.E.S.; EIRAS, A.C. Haematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil platanus* Günther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 14, n. 2, p. 329-339, 1997.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T. Co-infestation of gills by different parasite groups in the mullet, *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae): effects on relative condition factor. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 2, p. 677-682, 2004.
- REGO, A.A. Cestóides proteocefalídeos de “cachara” *Pseudoplatystoma fasciatus* (L.) (Pisces, Pimelodidae) de Mato Grosso. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 84, n. 4, p. 455-461, 1989.
- REGO, A.A. Cestóides proteocefalídeos parasitas de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz) (Pisces, Pimelodidae). **Ciência e Cultura**, v. 42, p. 997-1002, 1990.
- REGO, A.A.; VICENTE, J.J. *Eustrongylides ignotus* Jagerskiold, 1909 (Nematoda: Dioctophymatoidea), parasito de peixes, anfíbios e aves. Distribuição e taxonomia. **Ciência e Cultura**, v. 40, p. 478-483, 1988.
- RESENDE, E.K. **Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin Excluding the Upper Paraná River**. In: Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation states. J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, A. Baers (Eds), World Bank, Victoria, 99-155, 2003.
- RODRIGUES, R.A. **Controle de *Epistylis* sp. Em surubins *Pseudoplatystoma* spp.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul). 38f. Aquidauana, 2011.
- RUANE, N.M.; NOLAN, D.T.; ROTLLANT, J.; COSTELLOE, J.; WENDELAAR BONGA, S.E. Experimental exposure of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) to the infective stages of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer) influences the physiological response to an acute stressor. **Fish & Shellfish Immunology**, London, v. 10, n. 5, p. 451-463, 2000.

- SAINT-PAUL, U. The neotropical serrasalmid *Collossoma macropomum* a promising species for fish cultures in Amazônia. **Animal Research and Development**, v. 22, p 7-35, 1985.
- SANT'ANNA, F.J.F.; OLIVERIA, S.L.; RABELO, R.E.; VULCANI, V.A.S.; SILVA, S.M.G.; FERREIRA JÚNIOR, J.A. Surtos de infecção por *Piscinoodinium pillulare* e *Henneguya* spp. em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) criados intensivamente no Sudoeste de Goiás. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 121-125, 2012.
- SANTOS, S.M.C.; CECCARELLI, P.S.; RÊGO, R.F. Helmitos em peixes do Pantanal Sul-Matogrossense: primeira expedição do Programa Pantanal. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 16, p. 15-26, 2003.
- SARAIVA, A., 2006. Aspectos gerais de histologia e de histopatologia de peixes. In: SILVA-SOUZA, A.T. (org) **Sanidade de Organismos Aquáticos**. Maringá, 2006. p.239-252.
- SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R. Distribuição sazonal de parasitos branquiais em diferentes espécies de peixes em pesque-pague no município de Guariba-SP, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 14, n. 4, p. 141-146, 2005.
- SCHALCH, S.H.C.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R. Fauna parasitária de peixes oriundos de pesque-pague do município de Guariba, São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 291-297, 2006.
- SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R.; SOARES, V.E. Praziquantel, levamisol e diflubenzuron no controle de *Dolops carvalhoi* (Crustacea: Branchiura) e *Anacanthorus penilabiatius* (Monogenea: Dactylogyridae) em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n.1, p. 53-59, 2009.
- SOPINSKA, A. Effects physiological factors, stress, and disease on hematologic parameters of carp, with a particular reference to the leukocyte patterns.III. Changes in blood accompanying branchionecrosis and bothriocephalosis. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 15, p. 141-165, 1985.
- SOUZA, M.L.R.; MARTINS, M.L.; SANTOS, J.M. Microscopia eletrônica de varredura de parasitos branquiais de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 cultivados no Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 527-531, 2000.
- 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 of Biology**, v. 69, n. 2, p. 691-705, 2009.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; KRONKA, S.N. Fator de condição e relação esplenossomática em teleosteos de água doce naturalmente parasitados. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 533-537, 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.; et al. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” 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. Hematological assessment in four Brazilian teleost fish with parasitic infections collected in feefishing from Franca, São Paulo, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, p. 189-196, 2008.
- THATCHER, V. E. Amazon fish parasites. **Amazoniana**, 11, p. 263–572, 1991.
- THATCHER, V.E. **Amazon fish parasites**. Second Edit. Pensoft, Sofia–Moscow, 2006. 508 pp.
- TODD, J.H. The chemical language of fishes. **Scientific American**, v. 224, p. 99-108, 1983.
- TRAVASSOS, L. nformações sobre a fauna helminthologica de Matto Grosso (II nota). **Folha Medica**, 4, 12, 1923
- TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C. Fauna helminthologica dos peixes de água doce do Brasil. **Archivos do Instituto Biológico de São Paulo**, v. 1, n. 5-68, 1928.
- URBINATTI, E.C.; GONÇALVES, F.D. **Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (orgs) Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria, 2005. p.225-247.
- VALENTINCIC, T.B.; CAPRIO, J. Chemical and visual control of feeding and escape behaviours in the chemical catfish *Ictalurus punctatus*. **Physiology & Behavior**, v. 55, p. 845-855, 1994.
- VAZZOLER, A.E.A.M.; SUZUKI, H.I.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M.A.P. **Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução**. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.;

- HAHN, N.S. (Eds) A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio econômicos, Maringá, 1997, p. 249-265.
- WOODLAND, W.N.F. On the anatomy of some fish cestodes described by Diesing from the Amazon. **Quarterly Journal of Microscopical Science**, v. 76, p. 175-208, 1933.
- WOODLAND, W.N.F. On the Amphilaphorchidinae, a new subfamily of proteocephalid cestodes, and *Myzophorus admonticellia*, gen. et sp.n., parasitic in *Pirinampus* spp. From the Amazon. **Parasitology**, v. 26, p. 141-149, 1934.
- WOODLAND, W.N.F. Some new Proteocephalids and a Pythobothriid (Cestoda) from the Amazon. **Proceedings of Zoological Society** v. 3, p. 619-624, 1935.
- YOKOYAMA, H.; DANJO, T.; OGAWA, K. Hemorrhagic anemia of carp associated with spore discharge of *Myxobolus artus* (Myxozoa: Myxosporidia). **Fish Pathology**, v. 31, p. 19-23, 1996.
- ZANOLO, R.; YAMAMURA, M.H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques rede. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.2, p. 281-288, 2006

APÊNDICES

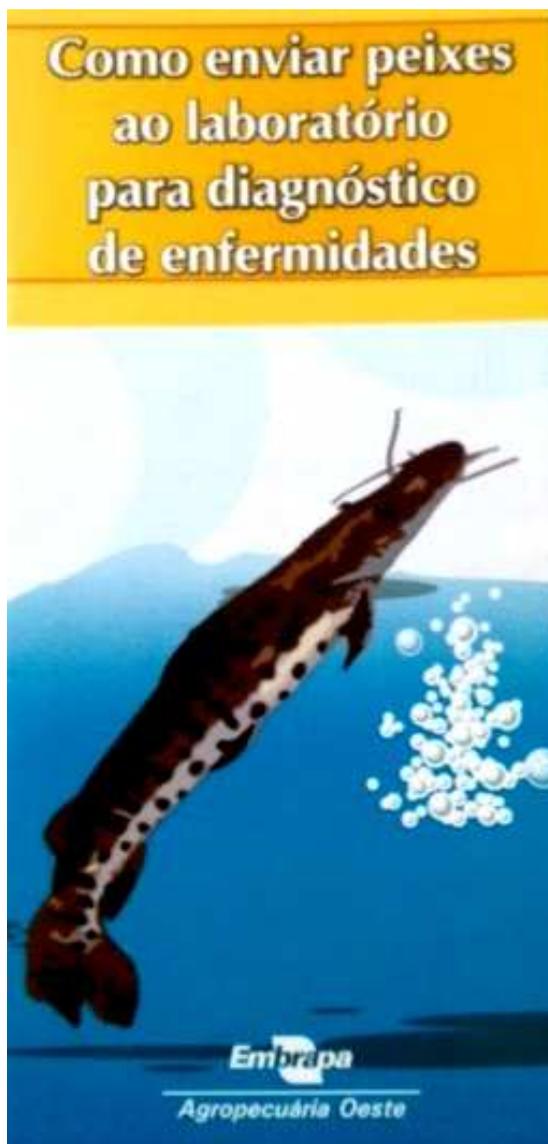


Figura 1: Informativo em formato de folder com orientações aos produtores sobre o envio de peixes com suspeita de doenças a laboratório especializado de diagnóstico.



Métodos para Coleta de Parasitos de Peixes



Autores

Deisiele Torres Jelineiro
Departamento de Aquicultura, Universidade,
Universidade Federal do Amapá (UFAP),
Macapá, AP,
deisiele@ufap.br

Mauro Luiz Lencina Martins
Pesquisador, Embrapa,
Universidade Federal do Amapá (UFAP),
Macapá, AP,
mauro@embrapa.br

Márcia Mayumi Ishikawa
Médica Veterinária, Embrapa,
Estação Experimental Santa,
Macapá, AP,
marcia@embrapa.br

Ariane Solíshe Ventura
Assistente em Medicina Veterinária,
Faculdade de Integração, Macapá, AP,
ariane@unimacapa.br

Marcos Tavares Dias
Pesquisador, Embrapa,
Estação Experimental,
Caxá, PO Box 10, 8800-000, Itapira, SC,
marcosdias@embrapa.br

Introdução

Entre as metodologias para diagnóstico de doenças em peixes podem ser ressaltadas as análises parasitológicas, sendo importante coletar e processar os parasitos de maneira correta, para obtenção de material que possa ser identificado.

Para obtenção dos parasitos é necessário realizar uma necropsia do peixe, ou seja, é importante retirar e analisar todas as partes do peixe onde podemos encontrar os parasitos. É então necessário seguir uma sequência de procedimentos que facilite a execução e garanta a preservação dos parasitos (EIRAS et al., 2006).

Sempre que possível, os peixes deverão ser examinados imediatamente após sua coleta e morte, para observação de parasitos externos (ectoparasitos) e internos (endoparasitos).

O objetivo desta circular é orientar técnicos, estudantes e profissionais da área sobre as metodologias adequadas para coleta de parasitos de peixes, principalmente na piscicultura.

Insensibilização dos Peixes

Para conter e sacrificar os peixes podem ser utilizados alguns anestésicos sintéticos como a triclorina metano sulfonato (MS-222) e a benzocaina, os quais são muito utilizados. Estes anestésicos podem causar efeitos indesejados em algumas espécies de peixes, tais como a perda de muco, irritação das brânquias e danos na córnea (INOUE et al., 2003), além da perda de ectoparasitos.



Figura 2: Circular técnica publicada pela Embrapa sobre metodologias adequadas para coleta de parasitos de peixes.

Manual para coleta de Parasitos de peixes

Por:
Gabriela Tomas Jordano – MSC
 gtoras@cpa.ufsc.br
 Engenharia de Aquicultura/ Doutorado em Agricultura, UFSC
Maurício Laterça Martins
 mlaterca@cpa.ufsc.br
 Alagoa – Docente UFSC
Arturo Sobrinho Ventura
 arturoventura@yahoo.com.br
 Médico Veterinário
Márcia Mayumi Ishikawa
 marcia@cpa.embrapa.br
 Médica Veterinária, Pesquisadora Embrapa Aquicultura Oeste
Marcos Taveira Dias
 marcostaveira@cpa.ufsc.embrapa.br
 Biólogo, Pesquisador Embrapa Marapá

Entre as metodologias para se identificar as doenças em peixes cultivados está a análise parasitológica. No entanto, é importante seguir etapas de forma correta para obtenção dos parasitos e para que posteriormente seja possível a sua identificação. Assim, é necessário retirar e analisar os órgãos do peixe onde podemos encontrar os parasitos, seguindo uma sequência de procedimentos que facilite a execução e garanta a preservação dos parasitos (LIRAS et al. 2006). Sempre que possível, os peixes deverão ser examinados imediatamente após sua coleta e morte, para observação de parasitos externos (ectoparasitos) e internos (endoparasitos). O objetivo deste artigo é orientar técnicos, estudantes e profissionais da área sobre as metodologias adequadas para coleta de parasitos de peixes, principalmente na piscicultura. O texto foi publicado anteriormente pela Embrapa de Macapá, AP (Circular 39), em maio de 2011.

Insensibilização dos Peixes

Para conter e sacrificar os peixes podem ser utilizados alguns anestésicos sintéticos como a tricafna metano sulfonato (MS-222) e a benzocaina, os quais são muito utilizados. Estes anestésicos podem causar efeitos indesejados em algumas espécies de peixes, tais como a perda de muco, irritação das brânquias e danos na córnea (JNOLE et al., 2003), além da perda de ectoparasitos. Outra alternativa é a utilização do óleo de cravo que apresenta algumas vantagens como a praticidade, baixo custo, eficiência em baixas concentrações e rápida metabolização e depuração (CHO; HEAT, 2000; MUNDAY; WILSON, 1997; WATERS-TRAT, 1999).

O anestésico a ser utilizado fica a critério do piscicultor. Após anestesiá-los os peixes, uma manobra simples e eficaz de sacrificar os mesmos, consiste em perfurar a parte superior da cabeça com um instrumento pontiagudo, no qual um pequeno movimento lateral nesta posição causa a conexão cerebral, provocando sua morte.

Dados Biométricos

A medida do tamanho e peso do peixe (biometria) deve ser realizada para complementar as informações referentes ao diagnóstico da doença. O comprimento pode ser o total, que vai da boca até a cauda ou o comprimento padrão, que vai da boca até o pedúnculo caudal.

Figura 3: Matéria publicada na Panorama da Aquicultura com intuito de atingir o setor produtivo (estudantes, técnicos e produtores) sobre métodos de coleta de parasitos de peixes

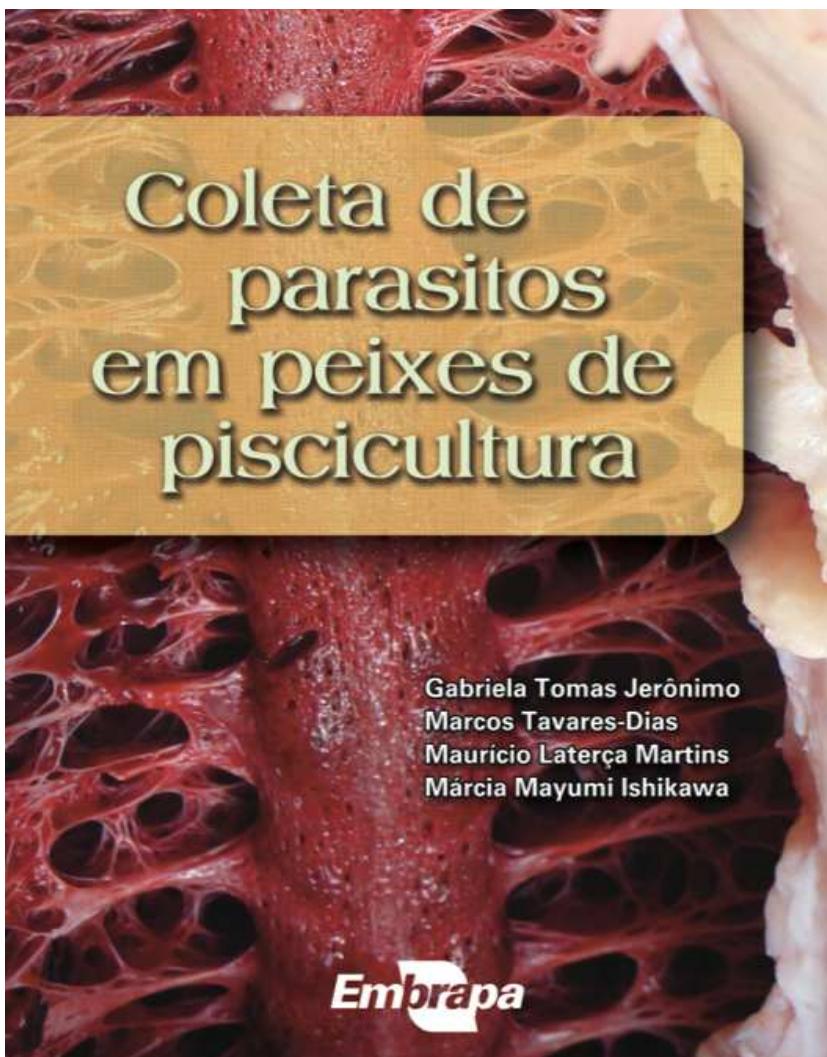


Figura 4: Material informativo em formato de cartilha, publicado pela Embrapa, com intuito de atingir o setor produtivo (principalmente produtores) sobre métodos de coleta de parasitos de peixes