

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Eduardo Pahor Filho

**Parasitologia, toxicidade e evermifugação com formol e
histopatologia de juvenis da tainha *Mugil platanus***

Rio Grande - RS

2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**Parasitologia, toxicidade e evermifugação com formol e
histopatologia de juvenis da tainha *Mugil platanus***

Eduardo Pahor Filho

Orientador: Prof. Dr. Joaber Pereira Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Kleber C. Miranda Filho

Dissertação apresentada
como parte dos requisitos
para obtenção do grau de
mestre em Aqüicultura no
Programa de Pós Graduação
em Aquicultura da Fundação
Universidade Federal do Rio
Grande

Rio Grande - RS

Abril de 2010

SUMÁRIO

Títulos	Página
Ata de aprovação	3
Ficha catalográfica	4
Sumário	5
Dedicatória	6
Agradecimentos	7
Resumo geral	8
General abstrat	10
Introdução geral	12
Objetivos	24
Capítulo 1 - Fauna parasitária e seu modo de utilização de juvenis da tainha <i>Mugil platanus</i>	25
Capítulo 2 - Formol: toxicidade e evermifugação de juvenis da tainha <i>Mugil platanus</i>	47
Capítulo 3 - Patologias causadas por Monogenoidea e pelo formol no controle parasitário de juvenis da tainha <i>Mugil platanus</i>	70
Conclusões Gerais	87
Recomendações Finais.....	88

Dedicatória:

Dedico este trabalho a minha família, fonte de toda a inspiração e de amor na minha vida e aos meus queridos colegas do LABIPOA, por serem pessoas tão simples, humildes e, especialmente, amigas. Por onde eu estiver, levarei todos vocês comigo em meu coração.

Agradecimentos

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Joaber Pereira Júnior.

Ao meu coorientador e amigo Prof. Dr. Kleber Campos Miranda Filho.

Ao amigo Prof. Dr. Luis Alberto Romano e à Prof^ª Dr^ª Ana Luísa Schifino Valente, atenciosamente, por terem feito parte da banca examinadora deste trabalho.

Ao meu querido grupo de pesquisa LABIPOA. Eu agradeço de coração aos amigos: Ana Luisa, Francis, Renato, Francine, Tamires, Fabiane, Daniele, Amanda, Ieda, Alessandra e Marta. Dedico este trabalho a vocês especialmente.

À minha segunda família querida do Sul. Meus queridos, vocês me ajudaram a conquistar este mestrado: Alessandro, Nicolas Guilherme, Júnior, Beto, Jone, Lena, Nikolas e Márcia.

Atenciosamente ao projeto Camarão e ao prof. Dr. Wilson Wasielesky por ter me acompanhado no estágio com meio heterotrófico.

Ao Prof. Dr. Luís André Sampaio pelo espaço concedido aos experimentos na EMA.

Aos amigos da EMA: Luis Poersch, Eduardo Ballester, Diogo e Tatiane, Caue, Vivi, Manuel, Miguel, Rude, Marcondes, Carlinhos, Paula, Paulinha, Sabrina, Gabi, Adriana, Leandro, Luciano, Joana, Fred, Diego, Willian, Iuri, Shay, Klívea (Pequena), Emeline, Arthur, Janaína, Mércia, Charles, Marcelo Shei, Rude, Angélica, Cíntia, Gabriel, Marcelo Okamoto e Geraldo Foes pela adorável convivência e amizade. Aos vigilantes da EMA: Lúcio, Nero, Marcos e Fabiano, com carinho. A todos os funcionários da EMA (Getúlio, Pileghi, Pita, Michele, Anderson, Marcelo Cornet e Hermes Terra especialmente).

RESUMO GERAL

Considerando a importância da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 como fonte de alimento e alternativa de emprego para comunidades locais, este estudo objetiva estabelecer a fauna parasitária e a forma de utilização de *M. platanus* pelos parasitos, definir a toxicidade do formol e a concentração eficaz para erradicar ou mesmo minimizar a parasitose e, por último, verificar quais as lesões causadas pelo formol e/ou pelos parasitos em juvenis da tainha *M. platanus*. Quarenta juvenis de tainha *M. platanus* com peso $1 \pm 0,26$ g e comprimento $4,1 \pm 0,4$ cm foram coletados em arroio na Praia do Cassino, no município de Rio Grande - RS - Brasil. Os hospedeiros foram necropsiados e os ectoparasitos foram fixados em formol 5 %, corados, clarificados e posteriormente montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá para identificação. Outros foram montados em meio de Grey-Wess para verificação de estruturas esclerotizadas. Os endoparasitos foram fixados em AFA e corados em carmim de Semichon, clarificados e posteriormente montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá para identificação. Foram identificados *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Monogenoidea: Ancyrocephalidae) e *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Monogenoidea: Microcotylidae) nas brânquias. Foram reportados Digenea e Nematoda nos intestinos. A prevalência (P %) de *L. cf. uruguayense* foi 100 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 2 e 110, a intensidade média de infestação (IMI) foi 23,4 e a abundância média (AX) foi 23,4. A prevalência (P %) de *S. cf. platyorchis* foi 10 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 1 e 3, a intensidade média de infestação (IMI) foi 1,5 e a abundância média (AX) foi 0,15. A prevalência (P %) de Digenea foi 92,5 %, a intensidade de infecção (II) variou entre 1 e 40, a intensidade média de infecção (IMI) foi 2,67 e a abundância média (AX) foi 2,47. A prevalência (P %) de Nematoda foi 6,7 %, a intensidade de infecção (II) foi 1, a intensidade média de infecção (IMI) foi 1 e a abundância média (AX) foi 0,07. Os elevados índices de infestação por Monogenoidea e de infecção por Digenea apontam o potencial dano que estes parasitos podem representar nos cultivos. Para analisar a toxicidade do formol para *M. platanus* e a eficácia deste quimioterápico no controle de parasitos, foram realizados quatro experimentos. Os juvenis foram mantidos em béqueres de 1 L, densidade 8 peixes/ béquer, temperatura da água 21 °C, fotoperíodo 12 h, salinidade da água 5, aeração suave e constante e mantidos em jejum e em observação para análise da sobrevivência. Para determinar a toxicidade do formol aos juvenis foi realizado um teste de toxicidade aguda 96 h, em que os tratamentos foram um controle (sem adição de formol na

água) mais 5 concentrações: T1 (5), T2 (8), T3 (15), T4 (30) e T5 (50) mg/L de formol em triplicata. Para verificar a eficácia no controle parasitário foi administrado um banho profilático de 1 h de formol, em que os tratamentos foram um controle (sem adição de formol na água) mais 5 concentrações: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (150) e T5 (200) mg/L de formol na água em triplicata. No teste letal de toxicidade aguda, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as réplicas e a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidade, pH, O_2 dissolvido na água (mg/L), amônia total (mg/L) e a concentração letal mediana a 50 % (CL_{50}) em 96 h foi estimada em 20,77 mg/L de formol. No banho profilático com formalina durante 1 h, todos os tratamentos foram eficientes eliminando 100 % dos parasitos, exceto no tratamento com 25 mg/L, em que foram identificados *L. cf. uruguayense* em 13,33 % dos peixes. Houve 100 % de sobrevivência dos hospedeiros em todos os tratamentos, exceto na concentração 200 mg/L em que a sobrevivência foi 87,5 %. Banhos com 25 mg/L de formol durante 1 h são indicados para o controle de *S. cf. platyorchis* e 50 mg/L para o controle de *L. cf. uruguayense*, por possuir menor concentração de formol e alta sobrevivência dos peixes. Porém, nenhuma das concentrações testadas é eficiente no controle de endoparasitos. Por último, para determinar as lesões causadas nas brânquias de formol e/ou pelos Monogenoidea, três peixes de cada tratamento, provindos do banho profilático com formol para o controle de parasitoses foram encaminhados para análise histológica. Foi observado que o aumento da concentração de formol causou lesões mais graves nas brânquias. Foi observada hiperplasia leve nos animais mantidos como controle, desprendimento do epitélio respiratório no T2, hiperplasia moderada no T3, aumento da atividade opercular no T4 e necrose, natação errática e mortalidade no T5. Os resultados histopatológicos deste estudo mostram que banhos de 50 mg/L de formol durante 1 hora podem ser aplicados em juvenis de *M. platanus* para o controle de Monogenoidea, pois nesta concentração, as lesões histológicas causadas nos hospedeiros são leves e a sobrevivência dos juvenis é alta.

Palavras-chave: Monogenoidea, Digenea, Nematoda, formol, toxicidade, controle de parasitoses, *Mugil platanus*, lesões histopatológicas.

GENERAL ABSTRACT

Considering the importance of mullet *Mugil platanus* Günther, 1880 as a food source and alternative employment for local communities, this study aims to establish the parasitic fauna and how *M. platanus* use by the parasites to define the toxicity of formaldehyde and the effective concentration to minimize or even eradicate the parasites and, lastly, to evaluate the damages caused by formaldehyde and/or parasites in the juvenile mullet *M. platanus*. Forty juvenile mullet *M. platanus* weighing 1 ± 0.26 g and length 4.1 ± 0.4 cm were collected in the stream at Cassino Beach, in Rio Grande - RS - Brazil. The hosts were necropsied and the parasites were fixed in 5 % formaldehyde, stained, clarified and subsequently mounted on permanent slides with Canada balsam for identification. Others parasites specimens were mounted in the middle of Gray-Wess to check sclerotic structures. The endoparasites were fixed in AFA and stained with carmine Semichon, clarified and subsequently mounted on permanent slides with Canada balsam for identification. It was identified *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Ancyrocephalidae) and *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Microcotylidae) in the gills. It was reported Digenea and Nematoda in the intestines. The prevalence (P %) of *L. cf. uruguayense* was 100 %, the intensity of infestation (II) ranged between 2 and 110, the average intensity of infestation (IMI) was 23.4 and average abundance (AX) was 23.4. The prevalence (P %) of *S. cf. platyorchis* was 10 %, the intensity of infestation (II) ranged between 1 and 3, the average intensity of infestation (IMI) was 1.5 and mean abundance (AX) was 0.15. The prevalence (P %) of Digenea was 92.5 %, the intensity of infection (II) ranged between 1 and 40, the average intensity of infection (IMI) was 2.67 and the average abundance (AX) was 2.47. The prevalence (P %) of Nematoda was 6.7 %, the intensity of infection (II) was 1, the mean intensity of infection (IMI) was 1 and mean abundance (AX) was 0.07. High levels of infestation Monogenoidea and infection Digenea point to the potential damage that these bodies may represent the cultures. To analyze the toxicity of formalin to *M. platanus* and efficacy of chemotherapy in the control of parasites, four experiments were conducted. Juveniles were kept in beakers of 1 liter, density 8 fish/beaker, water temperature 21 °C, 12 h photoperiod, water salinity 5, smooth and constant aeration and maintained at fasting and under observation for survival analysis. To determine the toxicity of formaldehyde was carried out acute toxicity test, in which the treatments were a control (no added formaldehyde in water) and 5 more concentrations: T1 (5), T2 (8), T3 (15), T4 (30) and T5 (50) mg/L of formaldehyde in triplicate. To verify the effectiveness of formaldehyde on

parasite control was given a bath of 1 h of the substance in which the treatments were a control (no added formaldehyde in water) and 5 more concentrations of formaldehyde: T1 (25), T2 (50) , T3 (100), T4 (150) and T5 (200) mg/L of formaldehyde in water in triplicate. In the test lethal acute toxicity, no significant difference ($P > 0.05$) between treatment and temperature ($^{\circ}\text{C}$), salinity, pH, dissolved O_2 in water (mg/L), total ammonia (mg/L) and lethal concentration to 50 % of the sample (LC_{50}) at 96 h was estimated to be 20.77 mg/L of formaldehyde. In the final bath of formaldehyde for 1 h, all treatments were efficient by eliminating 100 % of parasites, except for treatment with 25 mg/L, which were identified *L. cf. uruguayense* in 13.33 % of the fish. There was 100 % survival of the hosts in all treatments, except at the concentration 200 mg/L in which survival was 87.5 %. Baths with 25 mg/L formaldehyde for 1 h are indicated for the control of *S. cf. platyorchis* and 50 mg/L for the control of *L. cf. uruguayense*, because it has lower concentration of formaldehyde and high survival of fish. However, none of the concentrations tested is effective against endoparasites. Finally, to determine the damage caused by formaldehyde in the gills and/or the Monogenoidea, three fish per treatment, coming the final bath of formaldehyde to control parasitosis were sent for histological analysis. It was observed that increasing the concentration of formaldehyde caused more severe lesions in the gills. Mild hyperplasia was observed in animals kept as control, detachment of the respiratory epithelium in T2, moderate hyperplasia in T3, increased opercular activity in T4 and necrosis, erratic swimming and mortality in T5. Histopathological results of this study show that bath of formaldehyde at a concentration of 50 mg/L for 1 hour can be applied to juveniles of *M. platanus* to control Monogenoidea, because in this concentration, histological lesions caused in the host are lightweight and survival of juveniles is high.

Keywords: Monogenoidea, Digenea, Nematoda, formaldehyde, toxicity test, control of parasitosis, *Mugil platanus*, histopathological lesions.

INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura é uma importante alternativa para a obtenção de proteína animal de qualidade e destaca-se como atividade geradora de emprego. Cultivar espécies nativas como a tainha (Mugilidae) com potencial produtivo é uma alternativa para atender a demanda da população humana por alimento (Crescêncio 2005). Três espécies de Mugilidae são encontradas no Estuário da Lagoa dos Patos na região Sul do Brasil: *Mugil gaimardianus* Desmarest, 1831; *M. platanus* Günther, 1880 e *M. curema* Valenciennes, 1836 (Vieira 1991). A reprodução e a desova de *M. platanus* ocorrem no oceano e os primeiros estágios larvais têm hábito alimentar zooplânctofago. Os juvenis são iliófagos e migram para regiões estuarinas, onde são encontrados em abundância no inverno e na primavera (Vieira 1991).

O reconhecimento da tainha *M. platanus* dá-se através de características morfológicas como corpo alongado (fórmula das aletas) - Dorsal 1: IV, Dorsal 2: I+8; Anal: III+8 e aproximadamente 36 séries transversais de escamas nas laterais do corpo. É uma espécie costeira, forma cardumes e habita regiões estuarinas. A tainha *M. platanus* tem distribuição geográfica desde o Rio de Janeiro até a Argentina, pode atingir até 60 cm de comprimento, peso entre 3 e 4 kg (Vieira & Scalabrini 1991) e representa grande potencial econômico à pesca artesanal (Godinho 2004).

A rusticidade, o crescimento precoce, a eurihalidade e a euritermicidade viabilizam os cultivos e são características dos Mugilidae comprovadas por meio de estudos como a densidade de estocagem para juvenis (Sampaio *et al.* 2001), desova induzida (Lee *et al.* 1987; Godinho *et al.* 1993), sobrevivência em diferentes salinidades (Fonseca Neto & Spack 1999), biologia reprodutiva (Torres *et al.* 2008) e a temperatura ideal para o cultivo de juvenis (Okamoto *et al.* 2006). Outros estudos demonstram que *M. platanus* é mais tolerante à amônia e ao nitrito em ambientes com maior salinidade (Sampaio *et al.* 2002) e é altamente tolerante ao nitrato (Poersch *et al.* 2007), mostrando ter fácil adaptação ao cativeiro.

O aumento das densidades de estocagem nos cultivos contribui severamente para o aumento da quantidade de matéria orgânica, gerada pela excreção dos animais, comprometendo, dessa forma, a qualidade da água (Thompson *et al.* 2002). O aparecimento de doenças compromete as atividades de piscicultura e o excesso de material orgânico favorece o desenvolvimento de microorganismos ciliados (Madsen *et al.* 2000), bem como as condições precárias de sanidade no povoamento de “raceways” podem estar

relacionadas com o aparecimento de parasitos nos cultivos podendo causar altas mortalidades (Jorgensen *et al.* 2009).

Os estudos sobre a biologia e as espécies de parasitos associados aos organismos aquáticos têm aumentado (Luque 2004), uma vez que as doenças parasitárias são fatores responsáveis pela queda do potencial produtivo de peixes em geral (Godinho 2004). As infestações em organismos aquáticos podem ocorrer por ectoparasitos a citar Crustacea (Manera *et al.* 2003; Azevedo *et al.* 2006; Lima *et al.* 2007), Monogenoidea (Platyhelminthes) (Ranzani-Paiva & Silva-Souza 2004, Schalch *et al.* 2006, Hutson *et al.* 2007, Sanches *et al.* 2007) e Protozoa (Knoff & Serra-Freire 1993; Woo 1996; Schalch *et al.* 2006). Por outro lado, infecções por endoparasitos comumente são observadas em organismos aquáticos a citar Digenea (Bray & Cribb 2001), Cestoda (Mladineo 2006) e Nematoda (Wharton *et al.* 1999, Lymbery *et al.* 2002). A variedade de parasitos demonstra a importância de realizar estudos sobre a parasitologia das espécies de peixes cultivados.

Com importância sanitária na aquicultura, os parasitos causam diversos distúrbios, por meio da redução da eficácia do sistema imunológico do hospedeiro (Secombes & Chappell 1996). A presença de Monogenoidea em *M. platanus*, co-infestados com *Trichodina* sp. e Copepoda causou diminuição no peso vivo em “tainhas” (Ranzani-Paiva & Silva-Souza 2004). Em análise histológica, foi verificado que espécies de *Myxobolus* (Protozoa) causaram infecções nas brânquias, fígado e intestino, bem como *Kudoa* spp. (Protozoa) promoveram alterações no esôfago (Knoff & Serra-Freire 1993). Em outro estudo, Oliveira *et al.* (2007) observaram alta quantidade de *Ascocotyle longa* (Digenea) nos rins (58,6%), fígado (19,7%) e coração (21,6%), causando edema generalizado. Segundo Manera *et al.* (2003), o parasitismo de Copepoda causou diminuição do comprimento e do peso vivo de *Sea bass* (Pisces) e maior quantidade de água na musculatura, diminuindo o valor nutricional da carne destes peixes. Lima *et al.* (2007) afirmaram que infestações por *Riggia paranensis* (Cymothoidea), um crustáceo hematófago, causaram inibição reprodutiva e diminuição da quantidade de hormônios esteróides em *Cyphocharax gilbert* (Pisces). Mladineo (2006) revelou que infecções por larvas de *Hepatoxylon trichiuri* (Cestoda) causaram migração linfocítica, atrofia de glândulas e hiperplasia do tecido conectivo em “atum” *Thunnus thynnus*.

Os Monogenoidea parasitam especialmente peixes (Cribb *et al.* 2002). Podem infestar as brânquias, a superfície corporal, as narinas, as nadadeiras e, alimentam-se, basicamente de células epiteliais e mucosas (Buchmann & Lindenstrom, 2002). A maioria das espécies é ectoparasita e o comprimento corporal pode atingir até 3 cm. Poucas

espécies de Monogenoidea são endoparasitas, como é o caso de *Enterogyrus globodiscus* e *E. papernai* que infectam o estômago de ciclídeos (Eiras 1994). Espécies de Gyrodactylidae (Monogenoidea) são altamente prolíficas podendo apresentar mais de uma geração de embrião dentro de seu útero (Boeger *et al.* 2003) e podem causar grandes mortalidades em cultivos se a intensidade de infestação no hospedeiro é severa (Kristmundsson *et al.* 2006).

Espécies de *Ligophorus* e de *Solostamenides* parasitam peixes marinhos. Entretanto, todas as espécies de *Ligophorus* conhecidas infestam espécies de *Mugil*. As espécies deste taxa são ovíparas, portanto apresentam capacidade de rápida proliferação nos cultivos em que o espaço é reduzido e o perigo de mortalidades por severas infestações é alto. Seis espécies de *Ligophorus* Euzet & Suriano 1977 são conhecidas na América do Sul das quais quatro foram descritas no Brasil no Estado do Rio de Janeiro: *L. brasiliensis* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009; *L. guanduensis* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009; *L. lizae* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009 e *L. tainhae* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009. Na Argentina foi descrito *L. saladensis* Marcotegui & Martorelli, 2009 e no Uruguai foi descrito *L. uruguayense* Failla Siquier & Ostrowski de Núñez, 2009. A diferenciação das espécies de *Ligophorus* dá-se pelo comprimento e pela forma das peças esclerotizadas do haptor e do aparelho copulatório masculino. O haptor é arredondado e formado por ganchos marginais e âncoras (Mariniello *et al.* 2004; Sarabeev *et al.* 2005; Dmitrieva *et al.* 2009).

Os Microcotylidae são ovíparos e alimentam-se preferencialmente de sangue. O haptor, na maioria das vezes é pedunculado, podendo ser simétrico ou assimétrico. Possui pinças, ventosas e ganchos que facilitam o deslocamento no corpo do hospedeiro (Eiras 1994). *Metamicrocotyla macracantha* Alexander, 1954; Koratha, 1955 foi reportado em *M. cephalus* na Austrália (Young 1970) e *Solostamenides pseudomugilis* Hargis, 1956 para o mesmo hospedeiro, no México (Williams 1991). Não são conhecidos registros de espécies de *Solostamenides* parasitando espécies de *Mugil* no Brasil.

Monogenoidea infestam microhabitats do hospedeiro como as nadadeiras e a cabeça (Heinecke *et al.* 2007) e as brânquias (Hafidi *et al.* 1998). As respostas dos hospedeiros ao ataque dos parasitos são bem definidas, porém os componentes atuantes nos mecanismos imune-responsáveis, como as células epiteliais e as células mucosas são pouco conhecidos (Buchmann 1999). Segundo Buchmann & Lindenstrom (2002), os Monogenoidea fixados nos hospedeiros liberam diferentes secreções no local do ataque, podendo causar produção excessiva de muco e hiperplasia do epitélio branquial. Neste

contexto, o estudo da fauna e do modo de ação dos Monogenoidea em cultivos é de importância, principalmente no caso de Mugilidae em que a presença deste grupo de parasitos é pouco estudada.

Endoparasitos podem ser detectados nos intestinos dos hospedeiros. A ocorrência de espécimes de Digenea e de Nematoda pode estar relacionada ao ciclo de vida dos parasitos no ambiente aquático e pelo hábito alimentar de seus hospedeiros. Os Digenea possuem ciclo de vida complexo (Cribb *et al.* 2002) e a presença de aves aquáticas, como os biguás (*Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789) e as garças (*Ardea cocoi* Linnaeus, 1766; *Bubulcus ibis* Linnaeus, 1758; *Casmerodius albus* Linnaeus, 1758; *Egretta thula* Molina, 1782) (Votto *et al.* 2006), hospedeiros comumente relacionados aos ciclos destes parasitos, favorecem o desenvolvimento destes Platyhelminthes nos ambientes aquáticos. As aves são hospedeiros definitivos comuns dos Digenea, sendo que as larvas recém eclodidas, em estágio de miracídeo infectam moluscos (hospedeiro intermediário primário) e posteriormente são ingeridos pelos peixes (hospedeiro intermediário secundário) (Monteiro *et al.* 2007).

Índices parasitológicos de prevalência (P %), Intensidade de infecção/infestação (II), Intensidade média de infecção/infestação (IMI) e abundância média (AX) (Bush *et al.* 1997) podem ser utilizados na aquicultura para quantificar parasitos. Estes índices demonstram a forma de utilização dos hospedeiros por seus parasitos nos diferentes sítios, como têm sido observado em “corvina” *Micropogonias furnieri*, (Pereira Jr. *et al.* 2002) e em “tainha” *M. cephalus* (Hafidi *et al.* 1998).

Com o objetivo de controlar as parasitoses que comumente acometem os peixes mantidos em cativeiro, alguns quimioterápicos são empregados (Stoskopf 1988). O formol (MERK®) é uma mistura de gás formaldeído (37 %) dissolvido em água, sendo eficaz no controle de ectoparasitos das brânquias, superfície corporal e nadadeiras e seu uso é aprovado pela FDA (Food and Drug Administration - USA). Porém, alguns cuidados devem ser tomados, pois o gás formaldeído é tóxico e o formol deve ser manipulado em local ventilado e com luvas. O formol diminui o oxigênio dissolvido na água, por isso deve ser utilizado na aquicultura em temperaturas menores que 21°C para que este efeito seja minimizado (Francis-Floyd 1996).

Para controlar Monogenoidea são utilizados o mebendazol e bitionol (Kim & Choi 1998), ácido caprílico (Hirazawa *et al.* 2000, Hirazawa *et al.* 2001), formol e mebendazol (Katharios *et al.* 2006), água doce para peixes marinhos (Sanches *et al.* 2007), praziquantel (Tubbs & Tingle 2006), paration metílico e extrato de folhas secas de nim (Cruz *et al.*

2008), praziquantel, água doce e hipoclorito de sódio (Fajer-Ávila *et al.* 2007), levamisol, praziquantel (Fujimoto *et al.* 2006), entre outros. Além disso, alguns autores (Katharios *et al.* 2006, Rowland *et al.* 2006, Fajer-Ávila *et al.* 2007, Sanches *et al.* 2007) citam que o formol é uma das drogas mais eficazes contra ectoparasitos e seu uso é indicado em aquicultura (Costello *et al.* 2001).

Testes de toxicidade aguda são realizados na aquicultura para definir a concentração letal mediana (CL₅₀) a 50 % dos indivíduos de uma população em ralação a alguma substância durante um intervalo de tempo. A metodologia dos testes agudos foi desenvolvida para peixes de água doce, porém estudos com várias espécies de organismos marinhos têm apresentado bons resultados demonstrando a tolerância de peixes em relação à salinidade (Sampaio *et al.* 2003) e aos compostos nitrogenados (Bianchini *et al.* 1996; Costa *et al.* 2008), assim como a tolerância de camarões (Kir *et al.* 2004; Kir & Kumlu 2006; Miranda-Filho *et al.* 2009). Para a tainha *M. platanus* poucos estudos com toxicidade foram realizados, podendo ser citado a alta tolerância ao nitrato (Poersch *et al.* 2007) e à amônia e nitrito (Sampaio *et al.* 2002). Ainda não há estudos demonstrando a tolerância de *M. platanus* por quimioterápicos como o formol para controlar parasitos nem estudos que demonstrem os efeitos histopatológicos sobre os peixes tratados com formol para a sua desparasitização.

As brânquias são responsáveis pelas trocas gasosas, osmorregulação, equilíbrio ácido-básico, excreção de amônia e estão em contato com a água, sendo assim um órgão sujeito a sofrer alterações morfológicas (Moyle & Cech Jr. 1988). Estudos histológicos nos filamentos e nas lamelas branquiais permitem conhecer as lesões que podem comprometer a sobrevivência dos hospedeiros e são causadas por agentes externos no meio aquático, introduzidos ou não pelo homem. Dentre as lesões conhecidas, hiperplasia grave, fusão lamelar e telangectasia são causadas pela ausência de vitamina C na dieta (Leonardo *et al.* 2001), hiperplasia epitelial e aderência são causados pela presença de derivados nitrogenados na água (Eller 1979). Edemas lamelares e celulares são causados pelo contato com pesticidas na água como o paration metílico (Wood 1960), hiperplasia, congestão capilar, fenômenos inflamatórios e aumento da produção de muco são causados pelo aumento da concentração de metais pesados na água como ferro (Ashley 1970). Necrose e colapso são causados pelo contato com solventes orgânicos como os detergentes aniônicos (Abel 1976), bem como hiperplasia, reação inflamatória, congestão, telangectasia, hemorragias e edemas são causados por infestações por parasitos (Schalch *et al.* 2006).

Estas evidências mostram a importância destes estudos para a determinação e quantificação dos danos histológicos causados pelos agentes externos.

Poucos estudos foram realizados com parasitos de espécies estuarinas ou marinhas do Sul do Brasil. Este trabalho intenciona descrever a fauna parasitária de juvenis da tainha *M. platanus* (Capítulo 1), determinar a toxicidade do formol para os juvenis e a eficácia desta substância no controle dos parasitos (Capítulo 2) e, por último, determinar as lesões causadas pelo quimioterápico e/ou pelos parasitos (Capítulo 3). Finalmente, as conclusões obtidas nestes estudos, sustentam algumas recomendações gerais para futuros estudos.

BIBLIOGRAFIA

- ABDALLAH, VD, R AZEVEDO & JL LUQUE. 2009. Four new species of *Ligophorus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Mugil liza* (Actinopterygii: Mugilidae) from Guandu River, Southeastern Brazil. *J. Parasitol.*, 95: 855-864.
- ABEL, PU. 1976. Toxic action of several lethal concentration of an anionic detergent on the gills the brown trout (*Salmo trutta L.*). *J. Fish Biol.*, 9: 441-446.
- ASHLEY, LM. 1970. Action of iron salts in solution on goldfish. *Progr. Fish Cult.*, 32: 109-117.
- AZEVEDO, JS, L GOMES SILVA, CRSF BIZERRIL, MA DANSA-PETRETSKI & NRW LIMA. 2006. Infestation pattern and parasitic castration of the crustacean *Riggia paranensis* (Crustacea: Cymothoidea) on the fresh water fish *Cyphocharax gilbert* (Teleostei: Curimatidae). *Neotrop. Ichtyol.*, 4: 363-369.
- BIANCHINI, A, WFB WASIELESKY & KC MIRANDA-FILHO. 1996. Toxicity of nitrogenous compounds to juveniles of flatfish *Paralichthys orbignyanus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 56: 453-459.
- BOEGER, WA, DC KRITSKY & MR PIE. 2003. Context of diversification of the viviparous Gyrodactylidae (Platyhelminthes, Monogeneoidea). *Zool. Script.*, 32: 437-448.
- BRAY RA & CRIBB TH. 2001. A review of the family Enenteridae Yamaguti, 1958 (Digenea), with descriptions of species from Australian waters, including *Koseiria huxleyi* n. sp. *Systematic Parasitology* 48: 1-29.
- BUCHMANN, K & T LINDENSTROM. 2002. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts. *Int. J. Parasitol.*, 32: 309-319.

- BUCHMANN, K. 1999. Imune mechanisms in fish skin against monogeneans – a model. *F. Parasitol.*, 46: 1-9.
- BUSH, AO, KD LAFFERTY, JM LOTZ & AW SHOSTAK. 1997. Parasitology meets ecology on terms: Margolis et al. Revisited. *J. Parasitol.* 83(4):575-583.
- COSTA, LF, KC MIRANDA-FILHO, MP SEVERO & LA SAMPAIO. 2008. Tolerance of juvenile pompano *Trachinotus marginatus* to acute ammonia and nitrite exposure at different salinity levels. *Aquaculture*, 285: 270–272.
- COSTELLO, MJ, A GRANT, IM DAVIES, S CECCHINI, S PAPOUTSOGLU, D QUIGLEY & M SAROGLIA. 2001. The control of chemicals used in aquaculture in Europe. *J. Appl. Ichthyol.*, 17: 173-180.
- CRESCÊNCIO, R. 2005. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: UFSM (ed.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. RS, Brasil. 1: 23-33.
- CRIBB, TH, LA CHISHOLM & RA BRAY. 2002. Diversity in the Monogenea and Digenea: does lifestyle matter? *Int. J. Parasitol.*, 32: 321-328.
- CRUZ, C, JG MACHADO NETO, R YUDI FUJIMOTO, MNP HENARES & DA DUÓ. 2008. Eficácia do paration metílico e do extrato aquoso de folhas secas de nim no controle de *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenoidea) em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Bol. Inst. Pesca.*, 34: 61-69.
- DMITRIEVA, EV, PI GERASEY, P MERELLA & ON PUGACHEV. 2009. Redescriptions of *Ligophorus cephalis* Rubtsova, Balbuena, Sarabeev, Blasco-Costa & Euzet, 2006 and *L. chabaudi* Euzet & Suriano, 1977 (Monogenea: Ancyrocephalidae), with notes on the functional morphology of the copulatory organ. *Syst. Parasitol.*, 73: 175-191.
- EIRAS, JC. 1994. Elementos de Ictioparasitologia. Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida. 339 p.
- ELLER, LL. 1979. Gill lesion in Freshwater Teleost. In: The Pathology of Fishes. Ed. Ribelin E.W. and Migaki G. University of Wisconsin Press. 1004 p.
- FAILLA SIQUIER, G & M OSTROWSKI DE NÚÑEZ. 2009. *Ligophorus uruguayense* sp. nov. (Monogenea, Ancyrocephalidae), a gill parasite from *Mugil platanus* (Mugiliformes, Mugilidae) in Uruguay. *Act. Parasitol.*, 54: 95-102.
- FAJER-ÁVILA, EJ, SP VELÁSQUEZ-MEDINA & M BETANCOURT-LOZANO. 2007. Effectiveness of treatments against eggs, and adults of *Haliotrema* sp. and *Euryhaliotrema* sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) infecting red snapper, *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture*, 264: 66-72.

- FONSECA NETO, C & HL SPACH. 1999. Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades. *Bol. Inst. Pesca.*, 25: 13-17.
- FRANCIS-FLOYD, R. 1996. Use of formalin to control fish parasites. Cooperative Extension Service. *Inst. food Agricult. Scienc.*, 77:1-3.
- FUJIMOTO, RY, L VENDRUSCOLO, SHC SCHALCH & FR MORAES. 2006. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogenéticos e *Capillaria* sp. (NEMATODA: CAPILLARIIDAE), parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare* LIECHTENSTEIN 1823). *Bol. Inst. Pesca.*, 32: 183-190.
- GODINHO, HM, ET KAVAMOTO, EF ANDRADE TALMELLI, PCS SERRALHEIRO, P PAIVA & EM FERRAZ. 1993. Induced spawning of the mullet *Mugil platanus* Günther, 1880, in Cananéia, São Paulo, Brazil. *Bol. Inst. Pesca.*, 20: 59-66.
- GODINHO, HM. 2004. Tainha. In: Baldisseroto BE, LC Gomes. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. RS, Brasil. UFSM, Santa Maria. 19: 433- 441.
- HAFIDI, FV, O BERRADA-RKHAMI, T BENZAZZOU & C GABRION. 1998. Microhabitat distribution and coexistence of Microcotylidae (Monogenea) on the gills of the striped mullet *Mugil cephalus*: chance or competition? *Parasitol. Res.* 84: 315-320.
- HEINECKE, RD, T MARTINUSSEN & K BUCHMANN. 2007. Microhabitat selection of *Gyrodactylus salaris* Malmberg on different salmonids. *J. Fish Dis.*, 30: 733-743.
- HIRAZAWA, N, SI OSHIMA, T MITSUBOSHI & K HATA. 2001. The anthelmintic effect of medium-chain fatty acids against the monogenean *Heterobothrium okamotoi* in the tiger puffer *Takifugu rubripes* evaluations of doses of caprylic acid at different water temperatures. *Aquaculture*, 195: 211-223.
- HIRAZAWA, N, T OHTAKA & K HATA. 2000. Challenge trials on the anthelmintic effect of drugs and natural agents against the monogenea *Heterobothrium okamotoi* in the tiger puffer *Takifugu rubripes*. *Aquaculture.*, 188: 1-13.
- HUTSON, KS, I ERNST & ID WHITTINGTON. 2007. Risk assessment for metazoan parasites of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* (Perciformes: Carangidae) in the South Australian sea-cage aquaculture. *Aquaculture*, 271: 85-99.
- JORGENSEN, TR, TB LARSEN & K BUCHMANN. 2009. Parasite infections in recirculated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms. *Aquaculture*, 289: 91-94.

- KATHARIOS, P, N PAPANDROULAKIS & P DIVANACH. 2006. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy, *Pagrus pagrus* following baths with formalin and mebendazole. *Aquaculture*, 251: 167-171.
- KIM, KH & ES CHOI. 1998. Treatment of *Microcotyle sebastis* (Monogenea) on the gills of cultured rockfish (*Sebastes schelegeli*) with oral administration of mebendazole and bithionol. *Aquaculture*, 167: 115-121.
- KIR, M, M KUMLU & OT EROLDGAN. 2004. Effects of temperature on acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* juveniles. *Aquaculture*, 241: 479-489.
- KIR, M & M KUMLU. 2006. Acute Toxicity of Ammonia to *Penaeus semisulcatus* Postlarvae in Relation to Salinity. *J. World Aqu. Soc.*, 37: 231-235.
- KNOFF, M & NM SERRA-FREIRE. 1993. Protozoários parasitos de *Mugil platanus* Gunther 1880 do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. bras. Parasitol. Vet.*, 2: 25-28.
- KRISTMUNDSSON, SHB & S HELGASON. 2002. *Gyrodactylus anarhichatis* Mo & Lile (Monogenea: Gyrodactylidae) infection of farmed spotted wolffish, *Anarhichas minor* Olafsen, in Iceland. *J. Fish Dis.*, 29: 365-370.
- LEE, CS, CS TAMARU, GT MIYAMOTO & CD KELLEY. 1987. Induced spawning of grey mullet (*Mugil cephalus*) by LHRH-a. *Aquaculture*, 62: 327-336.
- LEONARDO, JMLO, L VARGAS, RP RIBEIRO, HLMM MOREIRA, MRMM NATALI, T VOLSLI & F CAVICHIOLO. 2001. Histologia das brânquias de larvas da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* de origem tailandesa, submetidas a diferentes níveis de vitamina C. *Act. Scient.* 23: 863-870.
- LIMA, NRW, JS AZEVEDO, LG SILVA & MD PETRETSKI. 2007. Parasitic castration, growth, and sex steroids in the freshwater bonefish *Cyphocharax gilbert* (Curimatidae) infested by *Riggia paranensis* (Cymothoidea). *Neotrop. Ichthiol.*, 5: 471-478.
- LUQUE, JL. 2004. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. *Rev. bras. Parasitol. Vet.*, 13: 161-165.
- LYMBERY AJ, DOUPÉ RG, MUNSHI MA, WONG T. 2002. Larvae of *Contracaecum* sp. among inshore fish species of southwestern Australia. *Dis. Aquat. Org.* 51: 157-159.
- MADSEN, HCK, K BUKHMANN & S MELLERGAARD. 2000. *Trichodina* sp. (Ciliophora: Peritrichida) in eel *Anguilla* in recirculation systems in Denmark: host-parasite relations. *Dis. Aquat. Org.*, 42: 149-152.

- MANERA, M, MP VISCIANO, P LOSITO & A IANIERI. 2003. Farmed Fish Pathology: Quality Aspects. *Vet. Res. Com.*, 1: 695-698.
- MARCOTEGUI, OS & ESR MARTORELLI. 2009. *Ligophorus saladensis* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Mugil platanus* Günther in Samborombón Bay, Argentina. *Syst Parasitol.* 74: 41-47.
- MARINIELLO, L, M ORTIS, S DÁMELIO & V PETRARCA. 2004. Morphometric variability between and within species of *Ligophorus* Euzet & Suriano, 1977 (Monogenea: Ancyrocephalidae) in the Mediterranean Sea. *Syst. Parasitol.* 57: 183-190.
- MIRANDA-FILHO, KC; PINHO, GLP, WFB WASIELESKY & A BIANCHINI. 2009. Long-term ammonia toxicity to the pink-shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Comp. Bioch. Physiol.*, 1- 6.
- MLADINEO, I. 2006. *Hepatoxylon trichiuri* (Cestoda: Trypanorhincha) plerocercoids in cage-reared northern bluefish tuna, *Thunnus thynnus*. *Acta Adriat.*, 47: 79-83.
- MONTEIRO, CM, JFR AMATO & SB AMATO. 2007. *Prosthogonimus ovatus* (Rudolphi) (Digenea, Prosthogonimidae) em três espécies de aves aquáticas da Região Sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 24: 253-257.
- MOYLE, PB & JJ CECH Jr. 1988. Fishes – an introduction to ichthyology. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 559 p.
- OKAMOTO, MH, LA SAMPAIO & AP MAÇADA. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e sobrevivência de juvenis de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. *Atlântica*, 28: 61-66.
- OLIVEIRA, SA, FJH BLAZQUEZ, SA ANTUNES & AAM MAIA. 2007. Metacercárias de *Ascocotyle* (Phagicola) *longa* Ranson, 1920 (Digenea, Heterophyidae), em *Mugil platanus*, no estuário de Cananéia, SP, Brasil. *Ciênc. Rur.*, 37: 1056-1059.
- PEREIRA J. Jr., MAS COSTA, RT VIANNA. 2002. Índices parasitológicos de cucullanidae (Nematoda: Seratoidea) em *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*, 24(2): 97-101.
- POERSCH, LH, MHS SANTOS, KC MIRANDA FILHO & WJ WASIELESKY. 2007. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae). *Bol. Inst. Pesca.*, 33: 247-252.
- RANZANI-PAIVA, MJT & AT SILVA-SOUZA. 2004. Co-infestation of gills by different parasite groups in the mullet, *Mugil platanus* GUNTHER, 1880 (OSTEICHTHYES, MUGILIDAE): Effects on relative condition factor. *Braz. J. Biol.*, 64: 677-683.

- ROWLAND, SJ, M NIXON, M LANDOS, C MIFSUD, P READ & P BOYD. 2006. Effects of formalin on water quality and parasitic monogeneans on silver perch (*Bidyanus bidyanus* Mitchell) in earthen ponds. *Aquaculture Res.*, 37: 869-876.
- SAMPAIO, LA, AH FERREIRA & MB TESSER. 2001. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). *Acta Sci.*, 23: 471-475.
- SAMPAIO, LA, MB TESSER & D BURKERT. 2003. Tolerância de Juvenis de pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. *Ciênc. Rural*, 33: 757-761.
- SAMPAIO, LA, WFB WASIELESKY & KC MIRANDA FILHO. 2002. Effects of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. *Bul. Env. Cont. Toxicol.*, 68: 668-674.
- SANCHES, EG, S OSTINI, & VCS RODRIGUES. 2007. Ocorrência e tratamento de monogênóides em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*) cultivados experimentalmente na Região Norte do Estado de São Paulo. *Rev. bras. Parasitol. Vet.*, 16: 1-4.
- SARABEEV, VL, JA BALBUENA & L EUZET. 2005. Taxonomic status of *ligophorus mugilinus* (Hargis, 1955) (Monogenea: Ancyrocephalidae), with a description of a new species of *Ligophorus* from *Mugil cephalus* (Teleostei: Mugilidae) in the mediterranean basin. *J. Parasitol.*, 91: 1444-1451.
- SCHALCH, SHC, FR MORAES & JRE MORAES. 2006. Efeitos do parasitismo sobre a estrutura branquial de *Leporinus macrocephalus* garavello e britsk, 1988 (Anastomidae) e *Piaractus mesopotamicus* holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 15: 110-115.
- SECOMBES, CJ & LH CHAPPELL. 1996. Fish immune responses to experimental and natural infection with helminth parasites. *Annu. Rev. Fis. Dis.*, 6: 167-177.
- STOSKOPF, MK. 1988. Fish chemotherapeutics. In: Tropical Fish Medicine. Veterinary clinics of North America- Small Animal Practice. WB. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, 18: 331- 348.
- THOMPSON, FL, PC ABREU & WFB WASIELESKY. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*, 203: 263-278.

- TORRES, CM, P TRAVASSOS, MB FIGUEIREDO, F HAZIN, DF CAMPOS & F ANDRADE. 2008. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. *Rev. Bras. Ciênc. Agrar.*, 1: 68-73.
- TUBBS, LA & MD TINGLE. 2006. Effect of dose escalation on multiple dose pharmacokinetics of orally administered praziquantel in Kingfish *Seriola lalandi*. *Aquaculture*, 261: 1168-1174.
- VIEIRA, JP & S SCALABRINI. 1991. Migração reprodutiva da tainha *Mugil platanus* Günther 1880 no sul do Brasil. *Atlântica*, 13: 131-141.
- VIEIRA, JP. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia*, 2: 409-418.
- VOTTO, AP, A Jr. GOMES, L BUGONI & J Jr. PEREIRA. 2006. Sazonalidade da avifauna no Campus Carreiros da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Estudos de Biologia*, 28(62): 45-55.
- WHARTON, DA, ML HASSALL, & O AALDERS. 1999. *Anisakis* (Nematoda) in some New Zealand inshore fish. *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.*, 33: 643-648.
- WILLIAMS, A. 1991. Monogeneans of the families Microcotylidae Taschenberg, 1879 and Heteraxinidae Price, 1962 from Western Australia, including the description of *Polylabris sandarsae* n. sp. (Microcotylidae). *Syst. Parasitol.*, 18: 17- 43.
- WOO, PTK. 1996. Protective immune response of fish to parasitic flagellates. *Annu. Rev. Fis. Dis.*, 6: 121-131.
- WOOD, EM. 1960. Definitive diagnosis of fish mortalities. *J. Water Pollut. Control Fed.* 32: 99-999.
- YOUNG, PC. 1970. The species of Monogenoidea recorded from Australian fishes and notes on their zoogeography. *UNAM.*,1: 163-176.

OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo geral testar diferentes concentrações do formol no controle de parasitoses no cultivo de juvenis de tainha, *Mugil platanus*

Para instrumentalizar este objetivo, foram estabelecidos os objetivos específicos:

- a) Caracterizar qualitativa e quantitativamente a fauna de parasitos metazoários associados a juvenis de *M. platanus*;
- b) Estabelecer em laboratório a CL₅₀ do formol para definir as faixas de concentração desta substância a serem testadas como quimioterápico;
- c) Estabelecer em laboratório a taxa de mortalidade dos hospedeiros e a eficácia do formol como quimioterápico;
- d) Relacionar a ocorrência de alterações histopatológicas nas brânquias e/ou alterações comportamentais dos hospedeiros com as várias concentrações do formol.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Capítulo 1

Fauna parasitária e seu modo de utilização de juvenis da tainha *Mugil platanus*

Proponente: Eduardo Pahor Filho

Orientador: Prof. Dr. Joaber Pereira Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Kleber C. Miranda Filho

Rio Grande-RS

RESUMO

Registros recentes de infecções/infestações por parasitos mostram a sua importância na aquicultura. A tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 tem potencial à aquicultura em vista de sua rusticidade e bom crescimento. Foram coletados 40 juvenis de tainha *M. platanus* em arroio na Praia do Cassino, no município de Rio Grande-RS – Brasil com peso $1 \pm 0,26$ g e comprimento $4,1 \pm 0,4$ cm. Os hospedeiros foram necropsiados e os parasitos coletados nas brânquias foram fixados em formol 5 %. Alguns Monogenoidea foram corados com tricrômico de Gomori ou com carmim de Semichon, clarificados em creosoto de Faia e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá para identificação. Outros foram montados em meio de Grey-Wess para verificação de peças esclerotizadas. Os endoparasitos foram fixados em AFA por 24 h, transferidos para álcool 70 %, corados com carmim de Semichon, clarificados em creosoto de Faia e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá. Foi reportada a presença de Digenea e Nematoda, porém não foram caracterizados e identificados neste estudo. Foram identificados *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Monogenoidea: Ancyrocephalidae) e *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Monogenoidea: Microcotylidae). A prevalência (P %) de *L.* cf. *uruguayense* foi 100 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 2 e 110, a intensidade média de infestação (IMI) foi 23,4 e a abundância média (AX) foi 23,4. A prevalência (P %) de *S.* cf. *platyorchis* foi 10 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 1 e 3, a intensidade média de infestação (IMI) foi 1,5 e a abundância média (AX) foi 0,15. A prevalência (P %) de Digenea foi 92,5 %, a intensidade de infecção (II) variou entre 1 e 40, a intensidade média de infecção (IMI) foi 2,67 e a abundância média (AX) foi 2,47. A prevalência (P %) de Nematoda foi 6,7 %, a intensidade de infecção (II) foi 1, a intensidade média de infecção (IMI) foi 1 e a abundância média (AX) foi 0,07. Os severos índices de infestação por Monogenoidea e infecção por Digenea apontam para o potencial dano que estes organismos podem representar nos cultivos.

Palavras-chave: Monogenoidea, endoparasitos, tainha, *Mugil platanus*, índices parasitológicos.

ABSTRACT

Recent records of infestations by Monogenoidea and infections by Digenea and Nematoda show the importance that the parasites may have on aquaculture. The mullet *Mugil platanus* Günther, 1880 has great potential for aquaculture in view of its hardiness and good growth. 40 juvenile mullet *M. platanus* were collected on estuary of Cassino Beach, in Rio Grande-RS - Brazil weighing 1 ± 0.26 g and length 4.1 ± 0.4 cm. The hosts were necropsied and the parasites collected in the gills were fixed in 5 % formaldehyde. Some Monogenoidea were stained with Gomori's trichrome or Semichon carmine, clarified in Faia creosote and mounted on permanent slides with Canada balsam for identification. Others were mounted in the middle of Grey-Wess to check sclerotic structures. The endoparasites were fixed in AFA for 24 h, transferred to 70 % alcohol, stained with carmine Semichon, clarified in creosote and mounted on permanent slides in Canada balsam. It was reported the presence of Digenea and Nematoda, but were not characterized in this study. *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Ancyrocephalidae) and *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Microcotylidae) were identified in this study. The prevalence (P %) of *L. cf. uruguayense* was 100 %, the intensity of infestation (II) ranged between 2 and 110, the average intensity of infestation (IMI) was 23.4 and mean abundance (AX) was 23.4. The prevalence (P %) of *S. cf. platyorchis* was 10 %, the intensity of infestation (II) ranged between 1 and 3, the average intensity of infestation (IMI) was 1.5 and mean abundance (AX) was 0.15. The prevalence (P %) of Digenea was 92.5 %, the intensity of infection (II) ranged between 1 and 40, the average intensity of infection (IMI) was 2.67 and the average abundance (AX) was 2.47. The prevalence (P %) of Nematoda was 6.7 %, the intensity of infection (II) was 1, the mean intensity of infection (IMI) was 1 and mean abundance (AX) was 0.07. Severe levels of infestation by Monogenoidea and infection by Digenea point to the potential damage that these bodies may represent to the cultures.

Palavras-chave: Monogenoidea, endoparasites, mullet, *Mugil platanus*, parasitological index.

INTRODUÇÃO

O cultivo de espécies de *Mugil* é uma alternativa de geração de emprego e de produção de alimento para população (Godinho 2004) e tem sido viabilizado em vários países (Lee *et al.* 1987; Aguirre *et al.* 1999; FAO 2006). No Brasil, algumas características de *Mugil platanus* Günther, 1880 como tolerância a diferentes salinidades (Fonseca Neto & Spack 1999), à temperatura (Okamoto *et al.* 2006), tolerância aos compostos nitrogenados (Miranda-Filho *et al.* 1995, Poersch *et al.* 2007) e viabilidade da desova induzida (Godinho *et al.* 1993) evidenciam o potencial desta espécie nativa para o cultivo.

A caracterização das espécies de parasitos que infectam/infestam os organismos aquáticos é importante na aquicultura (Luque 2004). Vários estudos relatam Digenea (Bray & Cribb 2001), Cestoda (Mladineo 2006), Nematoda (Wharton *et al.* 1999, Lymbery *et al.* 2002), Protozoa (Woo 1996, Schalch *et al.* 2006), Crustacea (Manera *et al.* 2003, Azevedo *et al.* 2006, Lima *et al.* 2007) e Monogenoidea (Ranzani-Paiva & Silva-Souza 2004, Hutson *et al.* 2007, Sanches *et al.* 2007) em diferentes espécies de peixes. Porém poucos estudos relatam os parasitos de espécies de *M. platanus*, dentre eles, *Myxobolus* spp. e *Kudoa* spp. (Protozoa) (Knoff & Serra-Freire 1993), *Ligophorus* spp. (Monogenoidea) (Failla Siquier & Ostrowski de Núñez 2009, Marcotegui & Matorelli, 2009), *Ascocotyle* sp. (Digenea) (Oliveira *et al.* 2007) e *Lernaeenicus longiventris* (Crustacea) (Knoff & Boeger 1994).

Estudos dos índices parasitológicos como prevalências e intensidades de infecção/infestação podem demonstrar a forma de utilização dos hospedeiros por seus parasitos nos diferentes sítios, como têm sido observado em “corvina” *Micropogonias furnieri*, (Pereira Jr. *et al.* 2002) e “tainha” *M. cephalus* (Hafidi *et al.* 1998).

Este trabalho objetiva identificar os parasitos e estabelecer a forma de utilização de juvenis da tainha *M. platanus*, naturalmente encontrados em cursos de água costeiros no litoral do Rio Grande do Sul.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Juvenis da tainha *M. platanus* com peso $1 \pm 0,26$ g e comprimento $4,1 \pm 0,4$ cm foram capturados em um arroio que deságua na Praia do Cassino ($32^{\circ} 11' 55''$ S; $52^{\circ} 11' 14''$ O), utilizando rede 3 m x 1,5 m e malha 5 mm, no mês de Agosto de 2008. Os peixes foram transportados para o Laboratório de Piscicultura Estuarina e Marinha do Instituto

Oceanográfico da FURG (LPEM) e mantidos em um tanque plástico de volume útil 100 L com água do arroio de onde foram coletados, renovação diária de 80 %, aeração constante, fotoperíodo e temperatura ambiente.

Quarenta juvenis foram necropsiados, número amostral definido conforme Marques & Cabral (2007), durante uma semana, com exame parasitológico das brânquias, esôfago, estômago, intestinos, baço, fígado, coração, cavidade abdominal e músculos. Os hospedeiros foram sacrificados por perfuração da cabeça com instrumento pontiagudo até a zona da primeira vértebra, seccionando a medula. A opção de não utilizar anestésico foi adotada para não alterar a estimativa de índices parasitológicos. A coleta, fixação e preparação dos parasitos para identificação foi realizada conforme o protocolo de Amato *et al.* (1991). Os Monogenoidea foram fixados em formol 5 % e transferidos para álcool 70 % após 24 h. Alguns foram corados com tricrômico de Gomori ou com carmim de Semichon, desidratados em sequência alcoólica 70 - 100 %, clarificados em creosoto de Faia e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá para identificação. Outros espécimes foram montados em meio de Grey-Wess para verificação de estruturas esclerotizadas do haptor e dos aparelhos copuladores, masculino e feminino. Os endoparasitos foram fixados em AFA por 24 h, transferidos para álcool 70 %, corados com carmim de Semichon, clarificados em creosoto de Faia e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá.

2.1 – Fotomicrografias, desenhos e medidas morfométricas

Fotomicrografias dos Monogenoidea, dos Digenea e de Nematoda foram feitas com uma câmera fotográfica (SONY DSC-W215). Os desenhos dos Monogenoidea foram feitos utilizando as fotos dos parasitos. Foram feitas 20 medidas dos Monogenoidea, em micrômetros, segundo Dmitrieva *et al.* (2007) e Mariniello *et al.* (2004), apresentadas na Tabela 1 e nas Figuras 1-5.

Tabela 1 – Abreviaturas utilizadas nas descrições de Monogenoidea.

Abreviaturas	Caracteres
ABPA _v	Abertura entre o processo anterior da barra ventral
Ad	Altura da barra dorsal
APA _v	Altura do processo anterior da barra ventral
ARD	Abertura entre as raízes da âncora dorsal
ARV	Abertura entre as raízes da âncora ventral
Av	Altura da barra ventral
Cd	Comprimento da barra dorsal
CED	Comprimento do eixo da âncora dorsal
CEV	Comprimento do eixo da âncora ventral
CID	Comprimento interior da âncora dorsal
CIV	Comprimento interior da âncora ventral
CPD	Comprimento do ponto da âncora dorsal
CPMD	Comprimento da parte média da âncora dorsal
CPMV	Comprimento da parte média da âncora ventral
CPV	Comprimento do ponto da âncora ventral
CTC	Comprimento total do corpo
Cv	Comprimento da barra ventral
D	Âncora dorsal
D	Barra dorsal
DPED	Distância do ponto ao fim do eixo da âncora dorsal
DPEV	Distância do ponto ao fim do eixo da âncora ventral
LMC	Largura máxima do corpo
V	Âncora ventral
V	Barra ventral

2.2 – Índices parasitológicos

A forma como os parasitos utilizam os hospedeiros foi avaliada com o cálculo dos índices de prevalência (P %), intensidade de infecção/infestação (II), intensidade média de infecção/infestação (IMI) e abundância média (AX) de acordo com Bush *et al.* (1997).

2.3 – Análise Estatística

A comparação de índices parasitológicos foi realizada com o protocolo de análises estatísticas parasitológicas, utilizando o pacote QP (Reiczigel & Rózsa 2005).

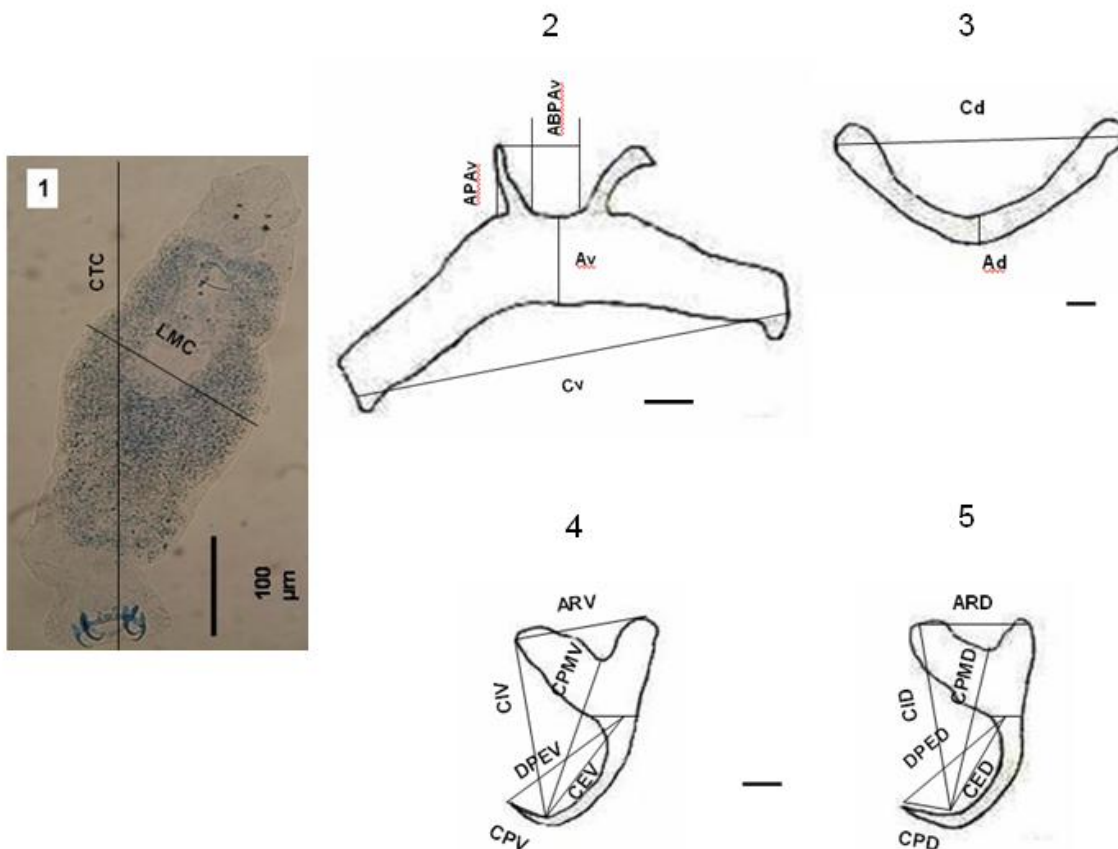


Figura 1-5. *Ligophorus cf. uruguayense*. 1 - Vista ventral do espécime *in toto* (escala 100 μm); 2 - Barra ventral; 3 - Barra dorsal; 4 - Âncora ventral; 5 - Âncora dorsal (escala 10 μm). ABPAv - Abertura entre o processo anterior da barra ventral, Ad - Altura da barra dorsal, APAv - Altura do processo anterior da barra ventral, ARD - Abertura entre as raízes da âncora dorsal, ARV - Abertura entre as raízes da âncora ventral, Av - Altura da barra ventral, Cd - comprimento da barra dorsal, CED - Comprimento do eixo da âncora dorsal, CEV - Comprimento do eixo da âncora ventral, CID - Comprimento interior da âncora dorsal, CIV - Comprimento interior da âncora ventral, CPD - Comprimento do ponto da âncora dorsal, CPMD - Comprimento da parte média da âncora dorsal, CPMV - Comprimento da parte média da âncora ventral, CPV - Comprimento do ponto da âncora ventral, CTC - Comprimento total do corpo, Cv - Comprimento da barra ventral, D - Âncora dorsal, d - Barra dorsal, DPED - Distância do ponto ao fim do eixo da âncora dorsal, DPEV - Distância do ponto ao fim do eixo da âncora ventral, LMC - Largura máxima do corpo, V - Ancora ventral, v- Barra ventral.

3 – RESULTADOS

3.1 – Caracterização dos Monogenoidea

3.1.1 - *Ligophorus* cf. *uruguayense*: Ancyrocephalidae (Figura 6-10)

Os espécimes apresentam características de *Ligophorus*, como diagnosticado por Euzet & Suriano (1977) e Sarabeev & Balbuena (2004). Os espécimes foram caracterizados como *Ligophorus* cf. *uruguayense*, que são semelhantes à *Ligophorus uruguayense* descrito por Failla Siquier & Ostrowski de Núñez (2009). Corpo fusiforme (Figura 6). CTC 446,47 (\pm 69,95) e LMC 93,35 (\pm 13,93). O haptor (Figura 7) é armado com um par de âncoras ventrais (Figura 8) conectado a uma barra ventral e com um par de âncoras dorsais (Figura 9) conectado a uma barra dorsal. O órgão copulador masculino é composto de um pênis tubular esclerotizado com 1 μ m de diâmetro e com peça acessória em formato de “J” (Figura 10). A vagina também é um tubo esclerotizado e tubular, porém mais curto que o órgão copulador masculino. Os ovos e a faringe são ovais.

Sumário Taxonômico

Hospedeiro: juvenis da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880.

Sítio de infestação: lamelas branquiais

Localidade: Arroio da Praia do Cassino (32° 11' 55" S; 52° 11' 14" O), Rio Grande - RS, Brasil.

Número de espécimes estudados: 10

Prevalência: P (%) = 100

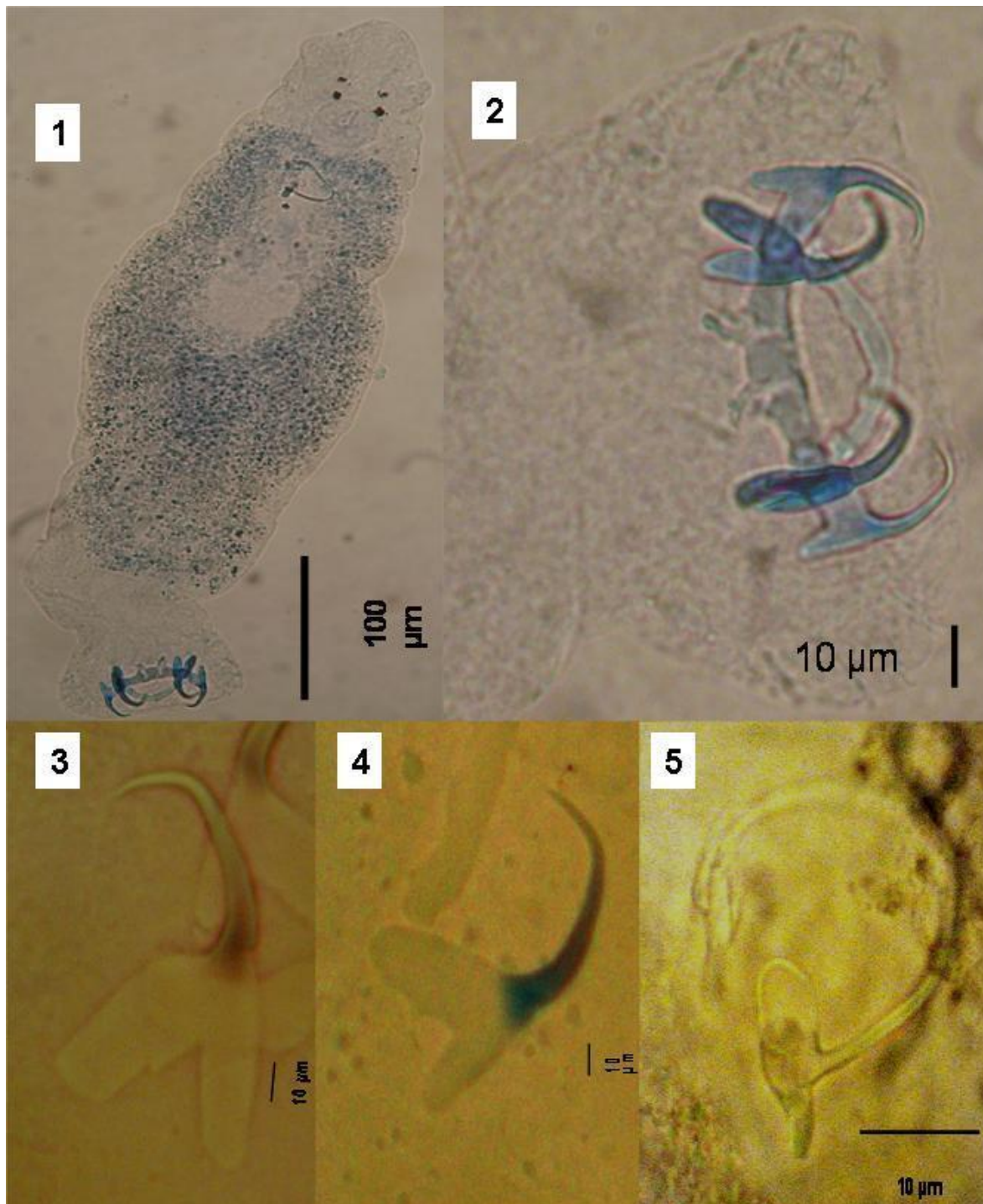
Intensidade de Infestação (II) = 1-110.

As medidas, em micrômetros, das peças esclerotizadas do haptor, são apresentadas na Tabela 2. As medições das barras e das âncoras ventrais são notadamente maiores que as medições nas estruturas dorsais.

Tabela 2 – Medidas de *Ligophorus* cf. *uruguayense* em juvenis de *Mugil platanus* do litoral do Rio Grande do Sul. Valores em micrômetros, média (desvio padrão), n = 10 parasitos medidos. Para abreviaturas das partes medidas, veja Tabela 1.

Caracteres	Medidas	Limite inferior e superior
ABPA _v	9,03 (± 2,14)	5,95 - 12,21
Ad	9,17 (± 1,56)	43,6 - 48,74
APA _v	13,85 (± 3,02)	9,26 - 18,96
ARD	30,11 (± 3,47)	42,34 - 51,23
ARV	36,27 (± 1,90)	33,98 - 39,78
Av	18,27 (± 3,03)	23,14 - 35,87
Cd	76,39 (± 10,91)	13,98 - 22,88
CED	31,90 (± 2,19)	38,38 - 49,36
CEV	36,18 (± 3,26)	31,78 - 42,11
CID	55,56 (± 5,29)	13,78 - 19,25
CIV	59,81 (± 2,0)	56,43 - 62,07
CPD	13,76 (± 1,61)	10,82 - 16,07
CPMD	46,17 (± 1,81)	7,79 - 11,86
CPMV	48,23 (± 2,60)	53,65 - 93,23
CPV	16,57 (± 1,51)	48,62 - 63,41
CTC	446,47 (± 69,95)	344,61 - 543,36
Cv	87,32 (± 9,46)	68,65 - 97,12
DPED	37,28 (± 1,06)	36,29 - 38,61
DPEV	41,98 (± 3,87)	28,38 - 35,32
LMC	92,35 (± 13,93)	70,45 - 109,09

Figura 6-10. *Ligophorus* cf. *uruguayense*, 6 - Vista ventral *in toto*; 7 - Haptor; 8 - Âncora ventral; 9 - Âncora dorsal; 10 - Órgão copulador masculino com peça acessória em “J”.



3.1.2 – *Solostamenides* cf. *platyorchis*: Microcotylidae (Figura 11-14)

Os espécimes apresentam características de *Solostamenides*, conforme diagnose apresentada por Hargis (1956) e Unnithan (1971). Os espécimes foram identificados como

Solostamenides cf. platyorchis, Jyanyin & Tingbao 2001. Corpo fusiforme e alongado (Figura 11), CTC 1130,10 (\pm 552,02) e LMC 252,3 (\pm 74,33), presença de átrio genital (Figura 12) armado de consistência muscular com aproximadamente 16 espinhos, um par de órgãos da cabeça (Figura 13) e haptor armado e formado por dois arranjos de clamps dispostos irregularmente. Os Clamps (Figura 14) possuem formato próprio dos Microcotylidae e variam entre 40 e 80. Os testículos foliculares dispostos em dois campos nas margens do corpo. Os ovos e a faringe são ovais.

Sumário Taxonômico

Hospedeiro: juvenis da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880.

Sítio de infestação: lamelas branquiais

Localidade: Arroio da Praia do Cassino (32° 11' 55" S; 52° 11' 14" O), Rio Grande - RS, Brasil.

Número de espécimes estudados: 4

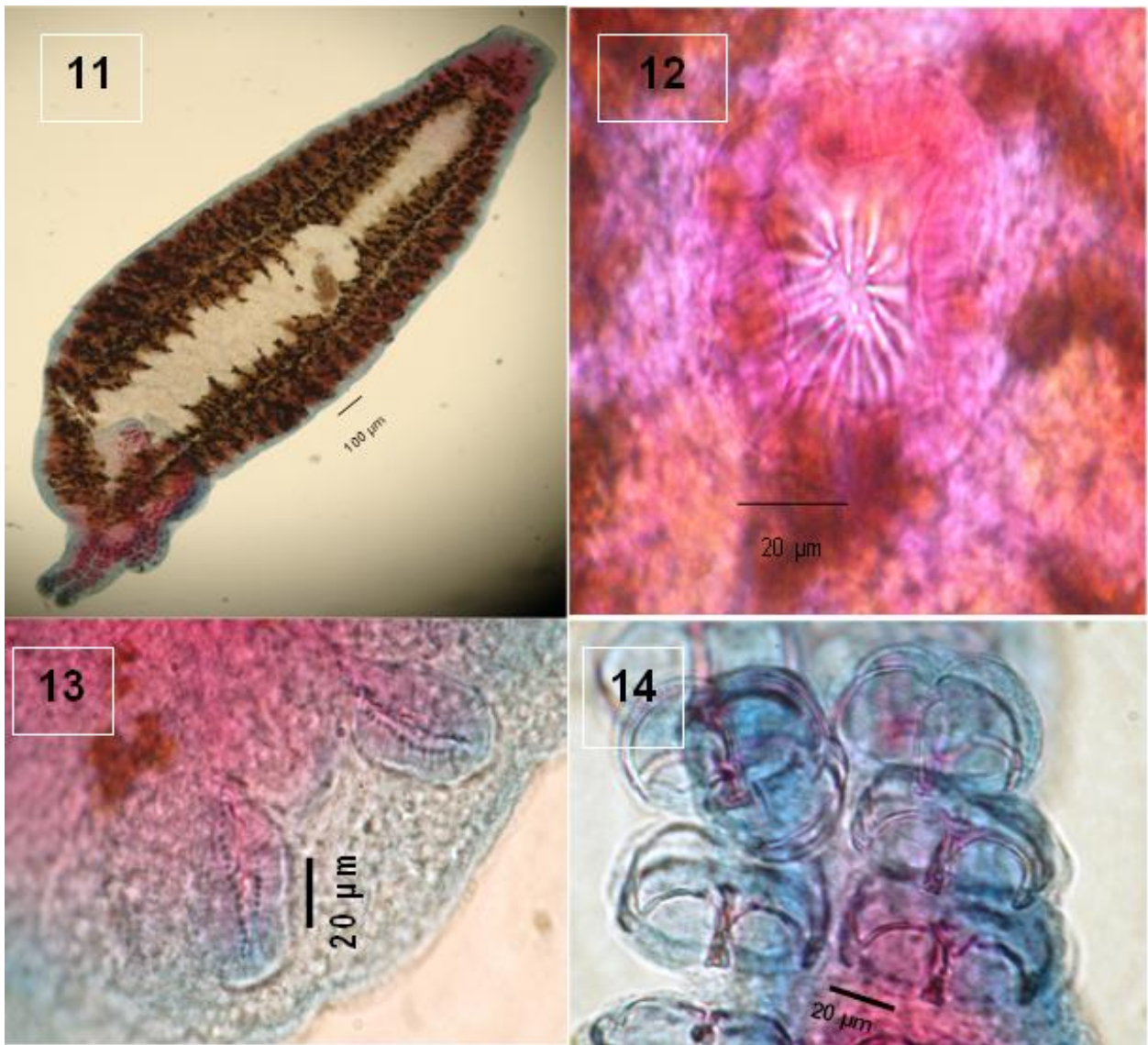
Prevalência: P (%) = 10

Intensidade de Infestação (II) = 1- 3.

As medidas das partes esclerotizadas e de outras estruturas de *S. cf. platyorchis*, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Medidas de *Solostamenides cf. platyorchis* em juvenis de *Mugil platanus* do litoral do Rio Grande do Sul. Valores em micrômetros, média (desvio padrão), LIS = limite inferior e superior, n = 6 parasitos para cada medição. Para abreviaturas das partes medidas, ver Tabela 1.

Caracteres	Medidas	Limite inferior e superior
CTC	1130,10 (\pm 552,02)	624,27 - 2,417
LMT	252,3 (\pm 74,33)	190,18 - 374,84
Nº de clamps	36 - 46	36 - 46
Diâmetro do átrio genital	22,28 (\pm 6,58)	13 - 28,43
Diâmetro dos órgãos da cabeça	37,08 (\pm 11,11)	18,93 - 45,06
Nº de espinhos no átrio	16 - 18	16 - 18



Figuras 11-14. *Solostamenides cf. platyorchis*, 11 - Vista ventral *in toto*, 12- Átrio genital, 13 - órgãos da cabeça; 14 - clamps “tipo Microcotylidae”.

3.2 – Digenea e Nematoda

Foram reportados dois grupos de endoparasitos (Digenea e Nematoda) nos intestinos dos hospedeiros.

3.3 – Índices parasitológicos

Tabela 4 – Índices parasitológicos de *Ligophorus* cf. *uruguayense*, *Solostamenides* cf. *platyorchis*, Digenea e Nematoda em juvenis de *Mugil platanus*, (n = 40 peixes). P – Prevalência (%); II – Intensidade da Infecção/Infestação; IMI – Intensidade Média da Infecção/Infestação; AX – Abundância Média.

Índices	<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	Digenea	Nematoda
P (%)	100	10	92,5	6,7
II	2 – 110	1 - 3	1 - 40	1
IMI	23,4	1,5	2,67	1
AX	23,4	0,15	2,47	0,07

A Tabela 4 apresenta os índices parasitológicos para os parasitos dos juvenis de *M. platanus*. A prevalência (P %) de *L. cf. uruguayense* foi 100 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 2 e 110, a intensidade média de infestação (IMI) foi 23,4 e a abundância média (AX) foi 23,4. A prevalência (P %) de *S. cf. platyorchis* foi 10 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 1 e 3, a intensidade média de infestação (IMI) foi 1,5 e a abundância média (AX) foi 0,15. A prevalência (P %) de Digenea foi 92,5 %, a intensidade de infecção (II) variou entre 1 e 40, a intensidade média de infecção (IMI) foi 2,67 e a abundância média (AX) foi 2,47. A prevalência (P %) de Nematoda foi 6,7 %, a intensidade de infecção (II) foi 1, a intensidade média de infecção (IMI) foi 1 e a abundância média (AX) foi 0,07.

4 – DISCUSSÃO

Infestações por *Ligophorus* spp. exclusivamente em espécies de *Mugil*, sugerem uma especificidade de hospedeiro por estes parasitos (Dmitrieva *et al.* 2007). Neste estudo, foi reportado somente *L. cf. uruguayense* parasitando juvenis de *M. platanus*. Este resultado corrobora Marcotegui & Matorelli (2009), que identificaram somente *L. saladensis* Marcotegui & Matorelli, 2009 em juvenis do mesmo hospedeiro. Estes autores argumentam que isto ocorre pelo estágio de vida dos animais analisados ainda com sua diversidade parasitária em formação.

As espécies de *Ligophorus* diferenciam-se, especialmente, pela morfometria e pela forma das peças esclerotizadas do haptor e dos órgãos copuladores, masculino e feminino (Mariniello *et al.* 2004). Estas características e a posição geográfica em que foram

coletados os hospedeiros definiram a identificação de *L. cf. uruguayense* nas brânquias dos juvenis de *M. platanus*. Os espécimes são semelhantes à *Ligophorus uruguayense*, Failla Siquier & Ostrowski de Núñez, 2009 descrito no Uruguai (Failla Siquier & Ostrowski de Núñez 2009). Esta similaridade pode ser observada pelo comprimento total dos parasitos, forma dos órgãos copulatórios masculino e feminino, da peça acessória em “J”, das âncoras e das barras dorsais e ventrais. Porém, é possível notar que os valores obtidos das medidas neste trabalho são nitidamente maiores que as relatadas por Failla Siquier & Ostrowski de Núñez (2009). Isso pode ser explicado pelo processo de montagem das lâminas, como relatado por estes autores, que observaram diferenças significativas nas medições de estruturas iguais quando montadas em geléia de glicerina ou bálsamo. Por outro lado, *L. cf. uruguayense*, pode ser distinguido de *L. tainhae* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009; *L. brasiliensis* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009; *L. lizae* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009 e *L. guanduensis* Abdallah, Azevedo & Luque, 2009 em *M. liza* no Rio de Janeiro (Abdallah *et al.* 2009), através da morfologia dos órgãos copuladores masculino e feminino, da espécie hospedeira e da distância geográfica de localização entre a espécie reportada neste trabalho e as demais. Por fim, *L. cf. uruguayense* pode ser diferenciado de *L. saladensis* Marcotegui & Matorelli, 2009 registrado na Argentina (Marcotegui & Matorelli 2009), pela forma do órgão copulador masculino em “C”, da peça acessória do MCO em forma de “garra” e da vagina em forma de funil, em *L. saladensis*.

Recentes trabalhos apontam severos índices de prevalência e de intensidade de infestação de *Ligophorus* spp. (Tabela 5) parasitando brânquias de espécies de *Mugil* (Sarabev & Balbuena 2004, Sarabev *et al.* 2005, Failla Siquier & Ostrowski de Núñez 2009). Corroborando estes resultados, neste trabalho foram encontrados severos índices de prevalência (100 %) e de intensidade de infestação (2 – 110) de *L. cf. uruguayense* nas brânquias dos juvenis de *M. platanus*. Estes resultados podem estar relacionados a pouca eficiência do sistema imune das tainhas, ainda não totalmente desenvolvido no estágio juvenil, o que tornam os hospedeiros susceptíveis a altas infestações por Monogenoidea. Isto pode ser explicado por Tort *et al.* (2003), afirmando que a imunocompetência dos peixes é observada em estágios de vida mais avançados, em que os contatos com parasitos e o número de células imunocompetentes é maior. Além disso, os severos índices podem estar relacionados à especificidade de *Ligophorus* spp. por espécies de *Mugil*, ou mesmo pelo ciclo de vida direto destes parasitos, favorecido por condições ambientais propícias, como baixa salinidade, temperatura da água e disponibilidade de hospedeiro específico no arroio.

Tabela 5 – Índices parasitológicos de *Ligophorus* spp. em diferentes espécies de *Mugil*. P – Prevalência (%); II – Intensidade da Infestação; IMI – Intensidade Média da Infestação.

Espécie de <i>Ligophorus</i>	Índices Parasitológicos			Referência
	P (%)	II	IMI	
<i>L. mugilinus</i>	71	2 - 19		Sarabeev et al. (2005)
<i>L. pilengas</i>	87 - 100	2 - 736	-	Sarabeev & Balbuena (2004)
<i>L. uruguayense</i>	25,2	1 - 113	13,7	Failla Siquier & Ostrowski de Núñez (2009)
<i>L. cf. uruguayense</i>	100	2 - 110	23,4	Presente estudo

Microcotylidae são comuns parasitando tainhas (Kohn & Cohen 1998, Fletcher & Whittington 1998, Jyanyin & Tingbao 2001), dentre os quais *Solostamenides* sp. tem sido registrado em *Mugil* sp. na América do Sul (Mendoza-Garfias & Pérez-Ponce de León 1998). Este é o primeiro registro de uma espécie de *Solostamenides* para peixes no Brasil. Os espécimes encontrados aproximam-se à *S. platyorchis*, Jyanyin & Tingbao 2001. A identificação considerou a forma dos clamps “tipo Microcotylidae”, o número, o duplo arranjo e, principalmente, a forma do órgão copulador masculino, formado por um átrio genital armado com aproximadamente 16 espinhos, característica diagnóstica de *Solostamenides* segundo Unnithan (1971). Por outro lado, em comparação com espécies descritas na América do Sul, *S. cf. platyorchis* descrita neste trabalho difere de *S. pseudomugilis* Hargis, 1956 e de *S. mugilis* Vogt, 1878 por apresentar menor número de clamps e de espinhos atriais.

Neste estudo foram encontrados valores discretos de prevalência (10 %) e de intensidade de infestação (1 – 3) de *S. cf. platyorchis* parasitando as brânquias das tainhas. Estes valores são relativamente discretos, quando comparados aos índices parasitológicos verificados para *L. cf. uruguayense*. No entanto, os Microcotylidae são ovíparos e têm alta capacidade de proliferação em cultivos em que os peixes podem estar submetidos a altas densidades, podendo levar os hospedeiros à morte, como observado em exemplares de *Pagrus pagrus* (Katharios et al. 2006). Os valores de prevalência e de intensidade de infestação dos Monogenoidea observados neste trabalho apontam o potencial dano que estes organismos podem representar nos cultivos.

Digenea e Nematoda foram detectados nos intestinos das tainhas. A ocorrência de digenea pode estar relacionada ao ciclo de vida no ambiente aquático e pelo hábito alimentar iliófago de juvenis de *M. platanus*. Os Digenea possuem ciclo de vida complexo

(Cribb *et al.* 2002) e a presença de aves aquáticas, como os biguás e as garças (Figuras 17 e 18), hospedeiros comumente relacionados aos ciclos de vida destes parasitos, favorecem o ciclo de desenvolvimento destes Platyhelminthes nos ambientes aquáticos (Monteiro *et al.* 2007).



Figuras 17 e 18 – Garças alimentando-se no arroio de coleta dos juvenis de *Mugil platanus* no litoral do Rio Grande do Sul.

Outros registros de Digenea em *Mugil* foram reportados por Oliveira *et al.* (2007); Merella & Garippa (2001) e Carnevia & Speranza (2003). Segundo Poulin & Cribb (2002), as aves são hospedeiros definitivos comuns dos Digenea, sendo que as larvas recém eclodidas, em estágio de miracídeo infectam moluscos (hospedeiro intermediário primário) e posteriormente são ingeridos pelos peixes (hospedeiro intermediário secundário). Neste estudo foram observadas várias garças (*Ardea cocoi* Linnaeus, 1766; *Bubulcus ibis* Linnaeus, 1758; *Casmerodius albus* Linnaeus, 1758; *Egretta thula* Molina, 1782) e biguás (*Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789), espécies comuns no arroio em que foram coletados os peixes (Votto *et al.* 2006). Foram encontrados índices severos de prevalência (92,5 %) e de intensidade de infecção (1 - 40) por Digenea nos intestinos. Por outro lado, foram encontrados valores discretos de prevalência (6,7 %) e de intensidade de infecção (1) por Nematoda. Foi encontrado somente um espécime deste parasito nos hospedeiros necropsiados. Isto pode ser explicado pelo estágio de vida e pelo hábito alimentar iliófago das tainhas no arroio. Segundo Vieira (1991), os juvenis de *M. platanus* migram do mar para os estuários quando se tornam juvenis e são iliófagos, alimentando-se de detritos e de sedimentos. Dessa forma, o juvenil infectado por Nematoda pode tê-lo adquirido alimentando-se dos substratos, local em que este grupo de parasitos é bem encontrado.

Pode-se concluir que, em juvenis de *M. platanus* no litoral do Rio Grande do Sul são encontrados *L. cf. uruguayense* e *S. cf. platyorchis* com intensidades de infestação

preocupantes e que as brânquias funcionam como sítio da infestação. Nos intestinos, Digenea são encontrados com índice de infecção severos, enquanto Nematoda tem índices parasitológicos discretos.

BIBLIOGRAFIA

- ABDALLAH, VD, R AZEVEDO & JL LUQUE. 2009. Four new species of *Ligophorus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Mugil liza* (Actinopterygii: Mugilidae) from Guandu River, Southeastern Brazil. *J. Parasitol.*, 95: 855-864.
- AGUIRRE, ALI, M GALLARDO-CABELO & XC CARRARA. 1999. Growth analysis of striped mullet, *Mugil Cephalus*, and white mullet, *M. curema* (Pisces: Mugilidae) in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 97: 861-872.
- AMATO, JFR, WA BOEGER & S AMATO. 1991. Protocolos para laboratório – Coleta e processamento de parasitos de Pescado. Imprensa Universitária – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 81p.
- AZEVEDO, JS, L GOMES SILVA, CRSF BIZERRIL, MA DANSA-PETRETSKI & NRW LIMA. 2006. Infestation pattern and parasitic castration of the crustacean *Riggia paranensis* (Crustacea: Cymothoidea) on the fresh water fish *Cyphocharax gilbert* (Teleosti: Curimatidae). *Neotrop. Ichtyol.*, 4: 363-369.
- BUSH, AO, KD LAFFERTY, JM LOTZ & AW SHOSTAK. 1997. Parasitology meets ecology on terms: Margolis et al. Revisited. *J. Parasitol.* 83: 575-583.
- BRAY RA & CRIBB TH. 2001. A review of the family Enenteridae Yamaguti, 1958 (Digenea), with descriptions of species from Australian waters, including *Koseiria huxleyi* n. sp. *Systematic Parasitology* 48: 1-29.
- CARNEVIA D & G SPERANZA. 2003. Seasonal variations in parasites found in mullet (*Mugil platanus* Günther, 1880) juveniles captured on the Uruguayan coast of the River Plate. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 23: 245- 249.
- CRIBB, TH, LA CHISHOLM & RA BRAY. 2002. Diversity in the Monogenea and Digenea: does lifestyle matter? *Int. J. Parasitol.*, 32: 321-328.
- DMITRIEVA EV, PI GERASEV & NV PRON’KINA. 2007. *Ligophorus llewellyni* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from the redlip mullet *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel) introduced into the Black Sea from the Far East. *Syst Parasitol.* 67:51-64.

- FAILLA SIQUIER, G & M OSTROWSKI DE NÚÑEZ. 2009. *Ligophorus uruguayense* sp. nov. (Monogenea, Ancyrocephalidae), a gill parasite from *Mugil platanus* (Mugiliformes, Mugilidae) in Uruguay. *Act. Parasitol.*, 54: 95-102.
- FAO. 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Saleh, M.A. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department*.
- FLETCHER AS & WHITTINGTON ID. 1998. A parasite-host checklist for Monogenea from freshwater fishes in Australia, with comments on biodiversity. *Syst. Parasitol.*, 41: 159-168.
- FONSECA NETO, C & HL SPACH. 1999. Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades. *Bol. Inst. Pesca.*, 25: 13-17.
- GODINHO, HM, ET KAVAMOTO, EF ANDRADE TALMELLI, PCS SERRALHEIRO, P PAIVA & EM FERRAZ. 1993. Induced spawning of the mullet *Mugil platanus* Günther, 1880, in Cananéia, São Paulo, Brazil. *Bol. Inst. Pesca.*, 20: 59-66.
- GODINHO, HM. 2004. Tainha. In: Espécies nativas para piscicultura no Brasil. RS, Brasil. 19: 433- 441.
- HAFIDI, FV, O BERRADA-RKHAMI, T BENAZZOU & C GABRION. 1998. Microhabitat distribution and coexistence of Microcotylidae (Monogenea) on the gills of the striped mullet *Mugil cephalus*: chance or competition? *Parasitol. Res.* 84: 315-320.
- HUTSON, KS, I ERNST & ID WHITTINGTON. 2007. Risk assessment for metazoan parasites of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* (perciformes: Carangidae) in the South Australian sea-cage aquaculture. *Aquaculture*, 271: 85-99.
- JIANYIN Z & Y TINGBAO. 2001. Monogenea of Chinese marine fishes. XIV. Two new species of Microcotylidae from fishes of the South China Sea. *Systematic Parasitol.*, 48: 6-73.
- KATHARIOS, P, N PAPANDROULAKIS & P DIVANACH. 2006. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy, *Pagrus pagrus* following baths with formalin and mebendazole. *Aquaculture*, 251: 16-171.
- KNOFF, M & NM SERRA-FREIRE. 1993. Protozoários parasitos de *Mugil platanus* Gunther 1880 do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 2: 25-28.
- KNOFF M & WA BOEGER. 1994. Expanded Description of the Female of *Lernaeenicus longiventris* Wilson, 1917, (Copepoda, Sighonostomatoidea, Pennellidae) Based on

- Specimens from *Mugil platanus* Günther, 1880 (Perciformes, Mugilidae) of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem. Ist. Oswaldo Cruz.* 89: 313-317.
- KOHN A & SC COHEN. 1998. South American Monogenea list of species hosts and geographical distribution. *Int. J. Parasitol.* 28: 1517-1554.
- LEE, CS, CS TAMARU, GT MIYAMOTO & CD KELLEY. 1987. Induced Spawning of Grey Mullet (*Mugil cephalus*) by LHRH-a. *Aquaculture*, 62: 327- 336.
- LIMA, NRW, JS AZEVEDO, LG SILVA & MD PETRETSKI. 2007. Parasitic castration, growth, and sex steroids in the freshwater bonefish *Cyphocharax gilbert* (Curimatidae) infested by *Riggia paranensis* (Cymothoidea). *Neotrop. Ichthiol.*, 5: 471-478.
- LUQUE, JL. 2004. Biología, epidemiología e controle de parasitos de peixes. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 13: 161-165.
- LYMBERG AJ, RG DOUPÉ, MA MUNSHI & T WONG. 2002. Larvae of *Contracaecum* sp. among inshore fish species of southwestern Australia. *Dis Aquat Org.* 51: 157-159.
- MANERA, M, MP VISCIANO, P LOSITO & A IANIERI. 2003. Farmed Fish Pathology: Quality Aspects. *Vet. Res. Com.*, 1: 695-698.
- MARCOTEGUI, OS & ESR MARTORELLI. 2009. *Ligophorus saladensis* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Mugil platanus* Günther in Samborombón Bay, Argentina. *Syst Parasitol.* 74: 41-47.
- MARINIELLO, L, M ORTIS, S DÁMELIO & V PETRARCA. 2004. Morphometric variability between and within species of *Ligophorus* Euzet & Suriano, 1977 (Monogenea: Ancyrocephalidae) in the Mediterranean Sea. *Syst. Parasitol.* 57: 183-190.
- MARQUES BJF & HC CABRAL. 2007. Effects of sample size on fish parasite prevalence, mean abundance and mean intensity estimates. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 158-162.
- MENDOZA-GARFIAS B & G PÉREZ-PONCE de LEON. 1998. Microcotílicos (Monogenea: Microcotylidae) parasitos de peces marinos de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *Ser. Zool.*, 69: 139-153.
- MERELLA P & G GARIPPA. 2001. Metazoan parasites of grey mullets (Teleostea: Mugilidae) from the Mistras Lagoon (Sardinia, western Mediterranean). *Sci. Mar.*, 65: 201-206.

- MLADINEO, I. 2006. *Hepatoxylon trichiuri* (Cestoda: Trypanorhyncha) plerocercoids in cage-reared northern bluefish tuna, *Thunnus thynnus*. *Acta Adriat.*, 47: 79-83.
- MONTEIRO, CM, JFR AMATO & SB AMATO. 2007. *Prosthogonimus ovatus* (Rudolphi) (Digenea, Prosthogonimidae) em três espécies de aves aquáticas da Região Sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 24: 253-257.
- OKAMOTO, MH, LA SAMPAIO & AP MAÇADA. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e sobrevivência de juvenis de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. *Atlântica*, 28: 61-66.
- OLIVEIRA, SA, FJH BLAZQUEZ, SA ANTUNES & AAM MAIA. 2007. Metacercárias de *Ascocotyle* (Phagicola) *longa* Ranson, 1920 (Digenea, Heterophyidae), em *Mugil platanus*, no estuário de Cananéia, SP, Brasil. *Ciênc. Rur.*, 37: 1056-1059.
- PEREIRA J. Jr., MAS COSTA, RT VIANNA. Índices parasitológicos de Cucullanidae (Nematoda: Seratoidea) em *Micropogonias furnieri* (desmarest, 1823) no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 24(2): 97-101, 2002.
- POERSCH, LH, MHS SANTOS, KC MIRANDA-FILHO & WJ WASIELESKY. 2007. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae). *Bol. Inst. Pesca.*, 33: 247-252.
- POULIN R & TH CRIBB. 2002. Trematode life cycles: short is sweet? *Trends Parasitol.*, 18: 176-183.
- RANZANI-PAIVA, MJT & AT SILVA-SOUZA. 2004. Co-infestation of gills by different parasite groups in the mullet, *Mugil platanus* GUNTHER, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae): Effects on relative condition factor. *Braz. J. Biol.*, 64: 677-683.
- REICZIGEL, J & L RÓZSA. 2005. Quantitative Parasitology 3.0. Budapest. <http://www.bahav.org/qp/qp.htm>.
- SANCHES, EG, S OSTINI, & VCS RODRIGUES. 2007. Ocorrência e tratamento de monogenóides em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*) cultivados experimentalmente na Região Norte do Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 16: 1-4.
- SARABEEV VL & JA BALBUENA. 2004. *Ligophorus pilengas* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from the introduced so-iuy mullet, *Mugil soiuy* (Teleostei: Mugilidae), in the sea of Azov and the black sea. *J. Parasitol.*, 90: 222-228.
- SARABEEV, VL, JA BALBUENA & L EUZET. 2005. Taxonomic status of *ligophorus mugilinus* (hargis, 1955) (Monogenea: Ancyrocephalidae), with a description of a

- new species of *Ligophorus* from *Mugil cephalus* (Teleostei: Mugilidae) in the mediterranean basin. *J. Parasitol.*, 91: 1444-1451.
- SCHALCH, SHC, FR MORAES & JRE MORAES. 2006. Efeitos do parasitismo sobre a estrutura branquial de *Leporinus macrocephalus* Garavello e Britsk, 1988 (Anastomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 15: 110-115.
- TORT, L, JC BALASCH & S MACKENZIE. 2003. Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. *Inmunología*. 22:277-286.
- VIEIRA, JP. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia*, 2: 409-418.
- VOTTO, AP, A. Jr. GOMES, BUGONI, L & J. Jr. PEREIRA. 2006. Sazonalidade da avifauna no Campus Carreiros da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Estudos de Biologia*, 28(62): 45-55.
- YOUNG, PC. 1970. The species of Monogenoidea recorded from Australian fishes and notes on their zoogeography. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.*,1: 163-176.
- WHARTON, DA, ML HASSALL, & O AALDERS. 1999. *Anisakis* (Nematoda) in some New Zealand inshore fish. *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.*, 33: 643-648.
- WOO, PTK. 1996. Protective immune response of fish to parasitic flagellates. *Annu. Rev. Fis. Dis.*, 6: 121-131.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Capítulo 2

Formol: toxicidade e evermifugação da tainha *Mugil platanus*

Proponente: Eduardo Pahor Filho

Orientador: Prof. Dr. Joaber Pereira Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Kleber C. Miranda Filho

Rio Grande-RS

RESUMO

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil há potencial econômico para o cultivo da tainha *Mugil platanus*. Juvenis desta espécie são parasitados por Monogenoidea, Digenea e Nematoda. Quatro experimentos foram realizados para estimar a faixa letal de formol e para analisar a eficácia desta substância no controle dos parasitos de juvenis de *M. platanus*. Nos experimentos, os juvenis foram mantidos em béqueres de 1 L em uma câmara de germinação, com temperatura da água 21°C, fotoperíodo 12 h, salinidade da água 5, aeração suave e constante. Foram mantidos em jejum e em observação para análise da sobrevivência. Para verificar a toxicidade do formol foi realizado um teste de toxicidade aguda, em que os tratamentos foram um controle (sem adição de formol na água) mais 5 concentrações: T1 (5), T2 (8), T3 (15), T4 (30) e T5 (50) mg/L de formol em triplicata. Para verificar a eficácia do formol no controle parasitário foi administrado um banho definitivo de 1 h desta substância, em que os tratamentos foram um controle (sem adição de formol na água) mais 5 concentrações de formol: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (150) e T5 (200) mg/L de formol na água em triplicata. No teste letal de toxicidade aguda, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as réplicas dos tratamentos e a temperatura (°C), salinidade, pH, O₂ dissolvido na água (mg/L), amônia total (mg/L) e concentração letal a 50 % da amostra (CL₅₀) em 96 h foi estimada em 20,77 mg/L de formol. No banho profilático com formol durante 1 h, todos os tratamentos foram eficientes eliminando 100 % dos parasitos, exceto no tratamento com 25 mg/L, em que foram identificados *Ligophorus cf. uruguayense* em 13,33% dos peixes. Houve 100 % de sobrevivência dos hospedeiros em todos os tratamentos, exceto na concentração 200 mg/L em que a sobrevivência foi 87,5 %. Banhos com 25 mg/L de formol são indicados para o controle de *Solostamenides cf. platyorchis* e 50 mg/L para o controle de *Ligophorus cf. uruguayense* durante 1 h, por possuir menor concentração de formol e alta sobrevivência dos peixes. Nenhuma das concentrações testadas é eficiente no controle de endoparasitos, possivelmente pelo formol não ser absorvido pelo organismo dos peixes.

Palavras-chave: testes de toxicidade, controle de parasitoses, formol, sobrevivência, *Mugil platanus*.

ABSTRACT

In South and Southeast regions of Brazil there is economic potential for the culture of the mullet *Mugil platanus*. Juveniles of this species are parasitized by Monogenea, Digenea and Nematoda. Four experiments were conducted to estimate the full lethal formaldehyde and to analyze its effectiveness in controlling parasites of juvenile *M. platanus*. In the experiments, juveniles were kept in beakers of 1 L in a germination chamber, with water temperature 21 °C, 12 h photoperiod, water salinity 5, aeration smooth and fluid. The specimens were fasted for observation and analysis of survival. To determine the toxicity of formaldehyde was carried out acute toxicity test, in which the treatments were a control (no added formaldehyde in water) and 5 more concentrations: T1 (5), T2 (8), T3 (15), T4 (30) and T5 (50) mg/L of formaldehyde in triplicate. To determine the effectiveness of formaldehyde on parasite control was given a final bath of 1 h of these substance in which the treatments were a control (no added formaldehyde in water) and 5 more concentrations of formaldehyde: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (150) and T5 (200) mg/L of formaldehyde in water in triplicate. In the test lethal acute toxicity, no significant difference ($P > 0.05$) between treatment and temperature (° C), salinity, pH, dissolved O₂ in water (mg/L), total ammonia (mg/L), lethal concentration to 50 % of the sample (LC₅₀) at 96 h was estimated to be 20.77 mg/L of formaldehyde. In the final bath of formaldehyde for 1 h, all treatments were efficient by elimination 100 % of the parasites, except for treatment with 25 mg/L, were identified *Ligophorus cf. uruguayense* in 13.33 % of the fishes. There was 100 % survival of the hosts in all treatments, except at the concentration 200 mg/L in which survival was 87.5 %. Baths with 25 mg/L of formaldehyde are indicated for the control of *Solostamenides cf. platyorchis* and 50 mg/L for the control of *Ligophorus cf. uruguayense* for 1 h, by having lower concentration of formaldehyde and high survival of fish. None of the concentrations tested is effective against endoparasites possibly by formaldehyde is not absorbed by the organism of the fish.

Keywords: toxicity test, control of parasitosis, formaldehyde, survival, *Mugil platanus*.

1- INTRODUÇÃO

Espécies de Mugilidae, como a tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 apresentam potencial econômico à pesca artesanal nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A rusticidade e o crescimento precoce são fatores determinantes para a produtividade de organismos aquáticos (Godinho 2004). Diversos estudos demonstram a viabilidade do cultivo de espécies de *Mugil*. Dentre os quais é possível citar o efeito da salinidade na sobrevivência (Fonseca Neto & Spack, 1999; Sampaio *et al.* 2002), densidade de estocagem para juvenis (Sampaio *et al.* 2001), desova induzida (Lee *et al.* 1987, Godinho *et al.* 1993), biologia reprodutiva (Torres *et al.* 2008), temperatura do cultivo de juvenis (Okamoto *et al.* 2006) e tolerância aos compostos nitrogenados, nitrato (Poersch *et al.* 2007), amônia e nitrito (Miranda-Filho *et al.* 1995).

A ampliação dos sistemas intensivos de produção de peixes traz sérios riscos de contaminação por patógenos aos cultivos (Ozório *et al.* 2004) causando redução da eficácia do sistema imunológico do hospedeiro (Secombes & Chappell 1996) e diminuição da qualidade do pescado (Manera *et al.* 2003). Espécies de Mugilidae são normalmente capturadas na natureza para o cultivo em cativeiro, porém poucos estudos relatam os parasitos de *M. platanus*. Dentre eles, *Myxobolus* spp. e *Kudoa* spp. (Protozoa) (Knoff & Serra-Freire 1993), *Ligophorus* spp. (Monogenoidea) (Failla Siquier & Ostrowski de Núñez 2009, Marcotegui & Matorelli, 2009), *Ascocotyle* sp. (Digenea) (Oliveira *et al.* 2007) e *Lernaeenicus longiventris* (Crustacea) (Knoff & Boeger 1994). Os severos índices de infecção/infestação destes parasitos indicam a necessidade de estudos para minimizar e/ou erradicar estas parasitoses, considerando seu potencial patogênico (Ranzani-Paiva & Silva-Souza 2004; Mansell *et al.* 2005; Hutson *et al.* 2007).

Quimioterápicos são empregados com o objetivo de controlar as doenças que normalmente acometem os peixes em cativeiro (Stoskopf 1988). Monogenoidea são controlados com administração oral de mebendazol e bitionol (Kim & Choi 1998), ácido caprílico (Hirazawa *et al.* 2000, Hirazawa *et al.* 2001) e praziquantel (Tubbs & Tingle 2006). Recentes trabalhos mostram que o formol, 37 % de gás formaldeído dissolvido em água é uma droga eficaz contra ectoparasitos (Katharios *et al.* 2006, Rowland *et al.* 2006, Fájér-Ávila *et al.* 2007) e seu uso é aprovado em aquicultura (Costello *et al.* 2007). Porém, não são conhecidos estudos que demonstrem a efetividade do formol para parasitos de Mugilidae e/ou a toxicidade desta substância para os juvenis de espécies desta família.

Estudos realizados em laboratório, com a tainha *M. platanus* mostram a tolerância de juvenis à salinidade (Sampaio *et al.* 2002), toxicidade aguda (Sampaio *et al.* 2002) e crônica aos compostos nitrogenados (Miranda-Filho *et al.* 1995). Porém a tolerância ao formol de espécies estuarinas ou marinhas no Sul do Brasil, ainda não foi estudada e a demanda de informações para serem aplicadas na área de sanidade aquícola é um problema patente nos sistemas de cultivo empregados no país.

O presente estudo intenciona analisar a tolerância de juvenis da tainha *M. platanus*, submetida a diferentes concentrações de formol e a eficácia desta substância no controle de parasitos de peixes criados em cativeiro.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local do experimento

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Piscicultura Estuarina e Marinha (LPEM) do Instituto de Oceanografia da FURG, localizado na Estação Marinha de Aquicultura, Praia do Cassino, Rio Grande - RS, Brasil. As necropsias, montagem, a identificação dos parasitos e a montagem das lâminas histológicas foram realizadas no Laboratório de Parasitologia de Organismos Aquáticos (LABIPOA) do Instituto de Ciências Biológicas da FURG.

2.2 - Animais utilizados no experimento

Os experimentos foram realizados no mês de Agosto, período de ocorrência da tainha *M. platanus* no ambiente (Vieira, 1991). Foram coletados juvenis de *M. platanus* com redes 3 m x 1,5 m e malha 5 mm em um arroio que deságua na Praia do Cassino (31° 11' 55" S; 52° 11' 14" O).

2.3 - Delineamento experimental

No LPEM, os animais foram previamente aclimatados às condições de cativeiro durante uma semana, alimentados com ração experimental da INVE com 28 % PB e com água nas seguintes condições: temperatura = 21 °C, salinidade 5 (mesma medida no arroio), fotoperíodo 12 h, aeração suave e constante provinda de pedra porosa. Com estas condições físicas e químicas foram realizados quatro experimentos, em uma câmara de germinação (TE - 401), expondo juvenis de tainha ao formol (37 %) (MERK). Nos

experimentos 1 e 2, foram usados juvenis com peso 0,19 ($\pm 0,049$ g) e comprimento 2,6 ($\pm 0,1$ cm) e nos experimentos 3 e 4, juvenis com 1 ($\pm 0,26$ g) e comprimento 4,1 ($\pm 0,4$ cm). A densidade utilizada nos experimentos foi 8 peixes/L, com volume útil 1 L, exceto no experimento 3, em que a densidade foi 5 peixes/béquer. Os testes preliminares (1 e 3) foram feitos sem réplicas e os definitivos (2 e 4), em tréplica. Os animais mantidos como controle não receberam adição de formol na água. Os experimentos 1 e 2 usaram água preparada (doce + salgada). Os animais foram mantidos em jejum e em observação para ser analisada a sobrevivência.

Experimento 1 - Teste preliminar de toxicidade aguda com formol 96 h

Para determinação da faixa letal, 48 juvenis foram expostos a banhos de formol durante 96 h. O teste foi composto por um controle e mais cinco concentrações: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (200) T4 e T5 (400) mg/L de formol.

Experimento 2 - Teste definitivo de toxicidade aguda com formol 96 h (CL₅₀)

A partir do resultado do teste preliminar de toxicidade, 144 juvenis foram expostos a diferentes concentrações de formalina durante 96 h, sendo um controle e mais cinco concentrações: T1 (5), T2 (8), T3 (15), T4 (30) e T5 (50) mg/L de formol. Para o cálculo das CL₅₀, bem como os intervalos de confiança de 95 %, foi utilizado o *software* “Trimmed Spearman Karber Method”, desenvolvido por Hamilton *et al.* (1977).

Experimento 3 - Banho preliminar com formol 1 h

Trinta juvenis foram expostos a banhos de formalina, durante uma hora, sendo um controle e mais cinco concentrações: T1 (200), T2 (400), T3 (600), T4 (800) e T5 (1000) mg/L de formol em água coletada do arroio. Foi feito o acompanhamento do tempo de tolerância (até o momento da morte) das tainhas expostas a cada uma das concentrações de formol.

Experimento 4 - Banho definitivo com formol 1 h

Após o teste preliminar, 144 juvenis foram expostos a banhos de formalina, durante uma hora, sendo um controle e mais cinco concentrações: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (150) e T5 (200) mg/L de formol em água coletada do arroio. Após uma hora, os peixes foram transportados para outros béqueres contendo água preparada nas mesmas condições físicas e químicas, porém sem formol. Após 24 h, foram sacrificados com punção vertical

na cabeça sendo 5 peixes, de cada tratamento, encaminhados ao LABIPOA para realização de um estudo parasitológico através de necropsias e, 3 peixes por tratamento, encaminhados à análise histológica (CAPÍTULO 3).

2.4 - Parâmetros físicos e químicos da Água

Durante o teste agudo definitivo (experimento 2) foi realizado, diariamente, o monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da água como temperatura (°C), pH, salinidade e oxigênio dissolvido (mg/L), realizado através de um aparelho multiparâmetros (YSI 55/12 FT). Coletas de água foram feitas para quantificar o nível de amônia total com um eletrodo de amônia (ORION 9512 BN).

2.5 - Necropsias

No experimento 4, necropsias foram feitas com exame parasitológico das brânquias, esôfago, estômago, intestinos, baço, fígado, coração, cavidade abdominal e músculos. A preparação dos parasitos para identificação foi realizada de acordo com o protocolo de Amato *et al.* (1991). Os hospedeiros foram sacrificados por perfuração da cabeça com instrumento pontiagudo até a zona da primeira vértebra, seccionando a medula sem provocar sofrimento. Não foi utilizado anestésico para se obter melhor visualização dos Monogenoidea. Os parasitos coletados nas brânquias foram fixados em formol 5 % por 24 h e depois transferidos para álcool 70 %. Alguns Monogenoidea foram desidratados em sequência alcoólica 70-100 %, corados com tricrômico de Gomori ou com carmim de Semichon, clarificados em creosoto de Faia e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá para identificação. Outros foram montados em meio de Grey-Wess para verificação de estruturas esclerotizadas. Os parasitos coletados dos intestinos foram fixados em AFA por 24 h e logo após em álcool 70 %. Foram corados com carmim de Semichon, clarificados em creosoto de Faia e montados em lâminas permanentes com bálsamo do Canadá para identificação. Os índices parasitológicos de prevalência (P %), intensidade de infecção/infestação (II), intensidade média de infecção/infestação (IMI) e abundância média (AX) foram analisados de acordo com Bush *et al.* (1997).

2.6 - Análise estatística

No experimento 2, a estatística dos parâmetros físicos e químicos de água e a sobrevivência dos peixes nos diferentes tratamentos foi feita para verificar a existência de diferença significativa entre as médias dos resultados empregando-se análise de variância

(ANOVA, $\alpha = 0,05$) através do software Statistica 6.0. A comparação de índices parasitológicos no experimento 4 foi realizada com o protocolo de análises estatísticas parasitológicas, estabelecidos no pacote QP (Reiczigel & Rózsa 2005).

3 - RESULTADOS

3.1 - Teste preliminar de toxicidade aguda com formol 96 h

O teste preliminar com concentrações crescentes de formol realizado para definir as concentrações letais mostrou sobrevivência total dos organismos usados no grupo controle. T1 apresentou 50 % de sobrevivência em 96 h. Os tratamentos T2 a T5 apresentaram 100 % de mortalidade a partir de 24 h (Tabela 1).

Tabela 1: Sobrevivência dos juvenis (%) de *Mugil platanus* em relação à concentração de formol em 96 h. T = tratamento (mg/L), TE = tempo (horas).

T (mg/L)	TE (horas)			
	24	48	72	96
C	100	100	100	100
T1 (25)	62,5	62,5	62,5	50
T2 (50)	-	-	-	-
T3 (100)	-	-	-	-
T4 (200)	-	-	-	-
T5 (400)	-	-	-	-

3.2 - Teste letal de toxicidade aguda com formol 96 h (CL₅₀)

Após 96 h de exposição às concentrações letais crescentes de formol, foram estimadas as concentrações letais medianas (CL₅₀). A CL₅₀-96 h de formalina para juvenis da tainha *M. platanus* é 20,77 mg/L. Os dados das CL₅₀ são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores das CL_{50} para juvenis de *Mugil platanus*: TE = tempo (horas), CL_{50} = concentração letal mediana (mg/L) e IC = intervalo de confiança.

TE (horas)	CL_{50} (mg/L)	IC
24	38,02	(33,47-43,18)
48	33,41	(29,63-37,67)
72	25,92	(21,75-30,88)
96	20,77	(17,19-25,10)

Durante todo o período experimental, o controle manteve 100 % de sobrevivência. T1-T4 apresentaram 95,8; 91,6; 75 e 29,1 % de sobrevivência, respectivamente, em 96 h. T5 apresentou 100 % de mortalidade em 48 h (Figura 1). A Tabela 3 apresenta a mortalidade, por indivíduos, dos juvenis ao longo do tempo.

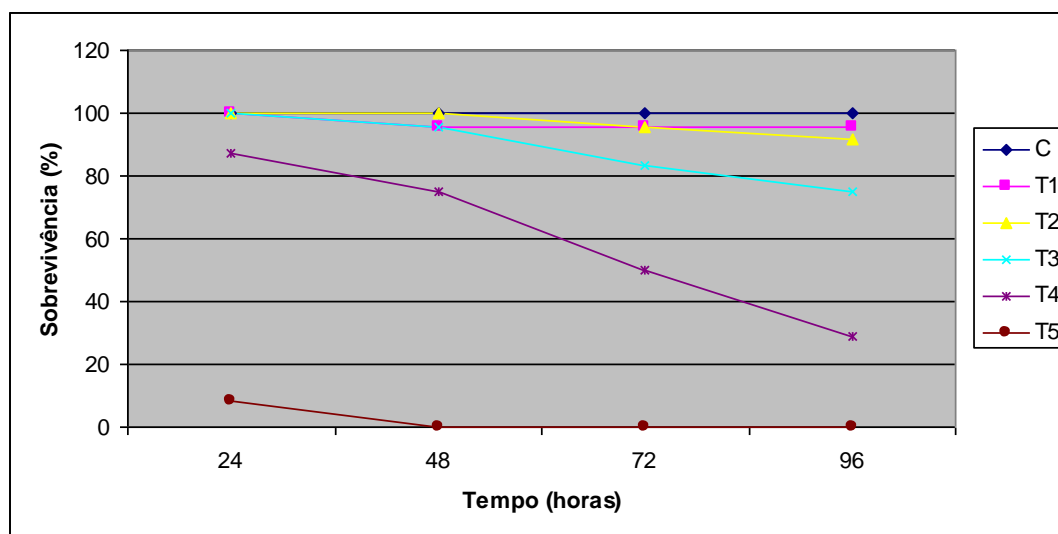


Figura 1 – Sobrevivência dos juvenis de *Mugil platanus* (%) em relação ao tempo (horas): C = controle, T1 = 5, T2 = 8, T3 = 15, T4 = 30 e T5 = 50 mg/L de formol.

Tabela 3: Mortalidade (valores absolutos) dos juvenis de *Mugil platanus* ao longo do tempo (horas). T = tratamento, TE = tempo, C = controle, T1 = 5, T2 = 8, T3 = 15, T4 = 30 e T5 = 50 mg/L de formol.

<i>T</i> (mg/L)	TE (horas)			
	24	48	72	96
C	0	0	0	0
T1 (5)	0	0	0	0
T2 (8)	0	0	1	1
T3 (15)	0	1	3	2
T4 (30)	3	3	6	5
T5 (50)	22	2	0	0

As médias dos parâmetros de qualidade de água são apresentadas na Tabela 4. As letras iguais significam não existência de diferença estatística ($P > 0,05$) entre os parâmetros físicos e químicos e as diferentes concentrações de formol.

Tabela 4: Parâmetros de qualidade de água. Tmp = temperatura ($^{\circ}\text{C}$), S = salinidade, O.D = oxigênio dissolvido (mg/L) e N – $\text{NH}_4 + \text{NH}_3$ = amônia total (mg/L). T1 = 5, T2 = 8, T3 = 15, T4 = 30 e T5 = 50 mg/L de formol.

T (mg/L)	Tmp ($^{\circ}\text{C}$)	S	pH	O.D (mg/L)	N- ($\text{NH}_4 + \text{NH}_3$) (mg/L)
C	22,6 ± 0,19 ^a	5	7,52 ± 0,10 ^a	6,22 ± 0,45 ^a	0,38 ± 0,04 ^a
T1 (5)	22,5 ± 0,22 ^a	5	7,50 ± 0,07 ^a	5,68 ± 0,43 ^a	0,41 ± 0,03 ^a
T2 (8)	22,8 ± 0,20 ^a	5	7,61 ± 0,04 ^a	5,50 ± 0,56 ^a	0,45 ± 0,05 ^a
T3 (15)	22,5 ± 0,04 ^a	5	7,52 ± 0,03 ^a	5,49 ± 0,60 ^a	0,46 ± 0,04 ^a
T4 (30)	22,5 ± 0,11 ^a	5	7,56 ± 0,10 ^a	5,30 ± 0,38 ^a	0,36 ± 0,04 ^a
T5 (50)	22,5 ± 0,04 ^a	5	7,47 ± 0,09 ^a	5,11 ± 0,54 ^a	0,48 ± 0,03 ^a

3.3 - Banho preliminar com formol 1 h

A sobrevivência dos juvenis de *M. platanus* em relação à concentração de formol é apresentada na Figura 2 e o tempo médio de sobrevivência apresentado na Tabela 5.

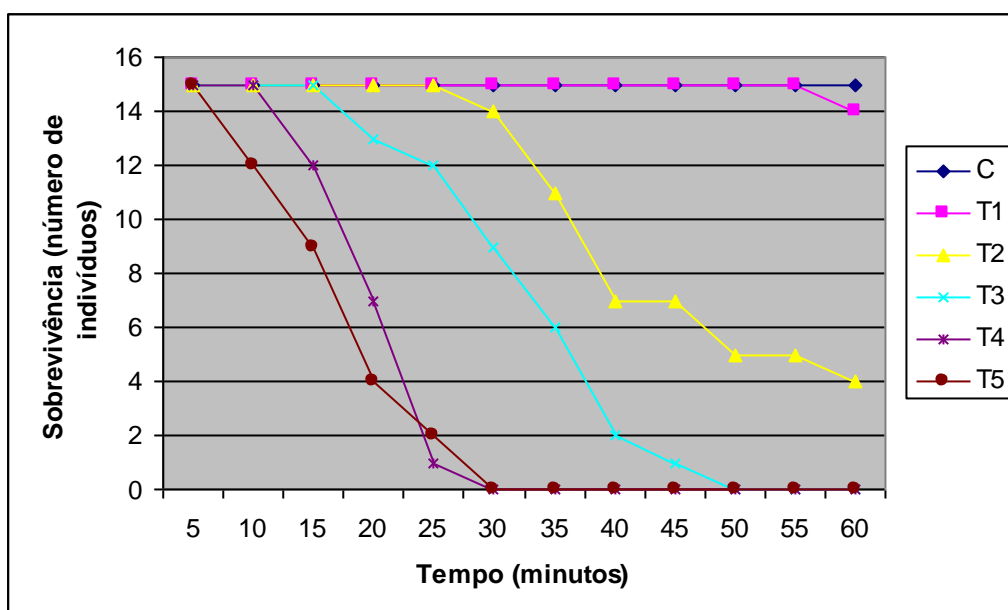


Figura 2 – Sobrevivência dos juvenis de *Mugil platanus* em relação à concentração de formol. Sobrevivência (por indivíduos) e Tempo (minutos). C = controle, T1 = 200, T2 = 400, T3 = 600, T4 = 800 e T5 = 1000 mg/L de formol.

Tabela 5: Tempo Médio de Sobrevivência (minutos) dos juvenis de *Mugil platanus* em relação à concentração de formol (mg/L). T = tratamento, C = controle, T1 = 200, T2 = 400, T3 = 600, T4 = 800 e T5 = 1000 mg/L de formol.

T (mg/L)	Tempo Médio de Sobrevivência (minutos)
C	> 60
T1 (200)	> 60
T2 (400)	32
T3 (600)	22
T4 (800)	15
T5 (1000)	10

A realização do teste preliminar com formol (1 h) possibilitou a estimativa da $CL_{50-1 h}$ (317,73 mg/L), com intervalo de confiança entre 273 e 368,87 mg/L. A $CL_{100-1 h}$ foi definida em 400 mg/L de formol.

3.4 - Banho profilático com formol 1 h para controle de parasitose

Após exposição de 1 h, no controle e nos tratamentos T1 (25) a T4 (150) mg/L de formol foi possível observar a sobrevivência de 100 % das tainhas. No tratamento T5 houve sobrevivência de 87,5 % dos organismos testados.

Em animais mantidos como controle, foram identificados *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Ancyrocephalidae) e *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Microcotylidae). A prevalência (P %) de *L. cf. uruguayense* foi 100 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 1 e 121, a intensidade média de infestação (IMI) foi 34 e a abundância média (AX) foi 34. A prevalência (P %) de *S. cf. platyorchis* foi 13,3 %, a intensidade de infestação (II) variou entre 1 e 3, a intensidade média de infestação (IMI) foi 2 e a abundância média (AX) foi 0,26. No T1, não foram encontrados espécimes de *S. cf. platyorchis*, porém 13,3 % dos juvenis estavam infestados com *L. cf. uruguayense*, a intensidade de infestação destes parasitos (II) variou entre 3 e 152, a intensidade média de infestação (IMI) foi 77,5 e a abundância média (AX) foi 10,33. Nos tratamentos T2 a T5 houve eliminação de 100 % dos parasitos (Tabela 6). A concentração 50 mg/L de formol é eficaz no controle de Monogenoidea. Os índices parasitológicos de endoparasitos encontrados nos intestinos dos juvenis de *M. platanus*, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 – Índices parasitológicos da infestação por *Ligophorus* cf. *uruguayense* e *Solostamenides* cf. *platyorchis*. T = tratamento, T1 = 25, T2 = 50, T3 = 100, T4 = 150 e T5 = 200 mg/L de formol, C1 = controle para *Ligophorus* cf. *uruguayense*, C2 = controle para *Solostamenides* cf. *platyorchis*, (n = 24 peixes cada). P (%) – Prevalência; II – Intensidade da Infestação; IMI – Intensidade Média da Infestação; AX – Abundância Média.

Monogenoidea	T (mg/L)	Índices Parasitológicos			
		P (%)	II	IMI	AX
<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	T1 (25)	13,3	3 - 152	77,5	10,33
<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	T1 (25)	-	-	-	0
<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	T2 (50)	-	-	-	0
<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	T2 (50)	-	-	-	0
<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	T3 (100)	-	-	-	0
<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	T3 (100)	-	-	-	0
<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	T4 (150)	-	-	-	0
<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	T4 (150)	-	-	-	0
<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	T5 (200)	-	-	-	0
<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	T5 (200)	-	-	-	0
<i>Ligophorus</i> cf. <i>uruguayense</i>	C1	100	1 - 121	34	34
<i>Solostamenides</i> cf. <i>platyorchis</i>	C2	13,3	1 - 3	2	0,26

Tabela 7 – Índices parasitológicos da infecção por Digenea e Tetraphyllidea. T = tratamento, T1 = 25, T2 = 50, T3 = 100, T4 = 150 e T5 = 200 mg/L de formol, C1 = controle para Digenea, C2 = controle para Tetraphyllidea, (n = 24 peixes cada). P (%) – Prevalência; II – Intensidade da Infecção; IMI – Intensidade Média da Infecção; AX – Abundância Média.

Endoparasitos	T (mg/L)	Índices Parasitológicos			
		P (%)	II	IMI	AX
Digenea	T1 (25)	40	1-10	4	1,6
Tetraphyllidea	T1 (25)	40	1-102	30,83	12,33
Nematoda	T1 (25)	-	-	-	0
Digenea	T2 (50)	40	1-12	4,83	1,93
Tetraphyllidea	T2 (50)	33,33	1-8	3,8	1,26
Nematoda	T2 (50)	-	-	-	0
Digenea	T3 (100)	40	2-70	20,16	8,06
Tetraphyllidea	T3 (100)	66,66	1-107	30,1	20,06
Nematoda	T3 (100)	-	-	-	0
Digenea	T4 (150)	33,33	1-32	9,4	3,13
Tetraphyllidea	T4 (150)	60	1-270	50,88	30,53
Nematoda	T4 (150)	-	-	-	0
Digenea	T5 (200)	46,66	2-40	9,71	4,53
Tetraphyllidea	T5 (200)	66,66	1-172	52,7	35,13
Nematoda	T5 (200)	6,7	1	1	0,07
Digenea	C1	80	1-67	22,58	18,06
Tetraphyllidea	C2	80	1-99	25	20
Nematoda	C3	-	-	-	0

4 - DISCUSSÃO

4.1 – Teste preliminar de toxicidade aguda com formol 96 h

Testes preliminares de toxicidade aguda são realizados para definir a faixa letal aos organismos testados para, posteriormente, serem realizados os testes definitivos letais em relação a algum tóxico, o que dá mais confiabilidade aos testes definitivos (Sampaio *et al.* 2002; Fájér-Ávila *et al.* 2003). A faixa de letalidade com formol para juvenis de tainha foi observada em concentrações superiores a 25 mg/L.

Desta forma, o teste agudo definitivo (CL₅₀) deve ser feito com concentrações entre 0 e 25 mg/L de formol.

4.2 – Teste definitivo de toxicidade aguda com formol 96 h

Comparando os dados de toxicidade aguda em peixes expostos ao formol disponíveis na literatura com a concentração letal mediana neste estudo, é possível notar respostas variadas dos hospedeiros. Cruz & Pitogo (1989), trabalhando com juvenis de “Milk fish” *Chanos chanos* (Chanidae), com peso médio de 6 g estimaram a CL₅₀ 24 h em 322 mg/L, quase dez vezes mais tolerante que *M. platanus* (CL₅₀-24 h = 38,02 mg/L). Os resultados de toxicidade aguda do formol com a tainha apontam uma mortalidade total quando os animais são submetidos à concentração ≥ 50 mg/L em 24 h.

Um comparativo para três dias de exposição aguda demonstrou que juvenis do “baiacu” *Sphoeroides annulatus* (Tetraodontidae) são mais tolerantes (CL₅₀-72 h = 79 mg/L) (Fájer-Ávila *et al.* 2003) ao formol que os juvenis de *M. platanus* (CL₅₀-72 h = 25,92 mg/L).

A CL₅₀-96 h estimada para juvenis de *M. platanus* foi 20,77 mg/L, indicando uma maior tolerância ao formol quando comparada à “Striped bass” *Morone saxatilis* (Percichthyidae) (CL₅₀-96 h = 10,84 mg/L) (Reardon & Harrell 1990) e “trairão” *Hoplias lacerdae* (Erythrinidae) (CL₅₀-96 h = 7,47 mg/L) (Cruz *et al.* 2005). No entanto, as CL₅₀-96 h estimadas para a “enguia americana” *Anguilla rostrata* (Anguillidae) (CL₅₀-96 h = 81 mg/L) (Hinton & Eversols 1978), para o “salmão do Atlântico” *Salmo salar* (Salmonidae) (CL₅₀-96 h = 69 mg/L) (Bills *et al.* 1977), e para o “Milk fish” *Chanos chanos* (CL₅₀-96 h = 232 mg/L) (Cruz & Pitogo 1989) demonstram que estas espécies são mais tolerantes à formalina do que *M. platanus*.

A mortalidade dos juvenis foi diretamente proporcional à concentração de formol (Tabela 3), pois o aumento da concentração desta substância causou maior mortalidade de juvenis de *M. platanus*. A sobrevivência foi alta nos tratamentos T1 a T3 durante 96 h, pois nestes tratamentos, as concentrações usadas, entre 5 e 15 mg/L de formol, não foram maiores do que a CL₅₀-96 h estimada para *M. platanus*. Porém, nos tratamentos T4 (30 mg/L), a partir de 72 h (CL₅₀-72 h = 25,92 mg/L) e, no T5 (50 mg/L), a partir de 24 h (CL₅₀-24 h = 38,02 mg/L), as concentrações usadas de formol foram maiores do que as respectivas CL₅₀, causando alta mortalidade dos juvenis de tainha.

Durante o período experimental, o aumento das concentrações de formol não interferiu nos parâmetros físicos e químicos de água, que se mantiveram dentro dos limites exigidos para espécies aquáticas, não interferindo, assim, na sobrevivência dos juvenis de *M. platanus*. Os valores de amônia foram expressos em forma de amônia total N - (NH₃ + NH₄), pois valores de amônia gasosa são insignificantes.

4.3 - Teste preliminar do banho com formol 1 h

Os juvenis de *M. platanus* foram mais tolerantes ao formol quando submetidos a concentrações de até 200 mg/L por 1 h (Tabela 5). A concentração de formol utilizado em cultivos, para o controle de parasitos, não deve exceder 250 mg/L em banhos de duração máxima de 1 h (Francis-Floyd 1996). O estudo de diferentes concentrações de formol sobre o estresse do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) mostrou que o formol pode ser utilizado nas concentrações de 50, 100 e 150 mg/L em banhos de 30, 60 e 120 minutos ou nas concentrações de 200 e 250 mg/L em banhos de 30 minutos, sem comprometer a homeostase dos peixes (Araújo *et al.* 2004). De acordo com os resultados do teste preliminar (Figura 2), o teste definitivo com banho em formol durante 1 h foi feito com concentrações até 200 mg/L de formol.

A CL₅₀ estimada para 1 h de exposição à formalina traduz em mortalidade de 50 % das tainhas expostas a 317,33 mg/L de formol no período de 1 h, enquanto que na concentração de 400 mg/L foi observada a mortalidade total, corroborando os resultados de Francis-Floyd (1996). No teste preliminar com formol (1h), o cálculo da CL₅₀-1 h para juvenis de *M. platanus* (317,73 mg/L), demonstrou que esta espécie é mais sensível à formalina que a “tilápia nilótica” *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) (CL₅₀-2 h = 429,6 mg/L) (Macniven & Little 2001) e que o “baiacu” (CL₅₀-1 h = 972 mg/L) em banhos administrados em 1 h (Fájer-Ávila *et al.* 2003).

4.4 - Banho profilático com formol 1 h para controle de parasitose

O formol é tóxico aos peixes em altas concentrações, pois causa lesões nas brânquias, diminuindo a eficiência dos mecanismos de trocas gasosas e de osmorregulação, causando mortalidade (Noga 1996). A mortalidade dos juvenis observada no tratamento T5 parece estar ligada às lesões histológicas causadas pelas altas concentrações de formol nas

brânquias, causando mortalidade por hipóxia, corroborando o que fora descrito por Noga (1996).

Recentes estudos descrevem espécies de *Ligophorus* (Abdallah *et al.* 2009, Failla Siquier & Ostrowski de Núñez 2009, Marcotegui & Matorelli, 2009) e de *Solostamenides* (Jianyin & Tingbao, 2001) parasitando espécies em *Mugil*, porém estes estudos não analisam a eficácia de anti-helmínticos no controle destes parasitos. O formol é utilizado na aquicultura para controlar Monogenoidea, porém a concentração eficaz tem sido discutida por vários autores, revelando resultados contraditórios. Os severos índices parasitológicos da infestação por *Ligophorus cf. uruguayense* e *Solostamenides cf. platyorchis* encontrados neste estudo sugerem o potencial efeito negativo que estes parasitos podem representar nos cultivos. Nas condições físicas e químicas em que foi feito o experimento, no tratamento T1, 25 mg/L de formol foi eficiente no controle de 100 % de *Solostamenides cf. platyorchis* em banhos de 1 h. O mesmo não ocorreu com *Ligophorus cf. uruguayense*, em que a concentração de 25 mg/L não foi eficiente para a erradicação total destes parasitos.

Já no tratamento T2, 50 mg/L de formol foi eficiente no controle total dos Monogenoidea. Estes resultados sugerem uma provável maior resistência de *Ligophorus cf. uruguayense* ao formol, na concentração 25 mg/L, nas condições físicas e químicas em que foi feito o experimento. Estes resultados corroboram Rowland *et al.* (2006), mostrando que 40 mg/L de formol foi eficiente no controle de *Lepidotrema bidyana* e *Gyrodactylus* sp. (Monogenoidea) em *Bidyanus bidyanus* (Terapontidae), porém nas concentrações com 20 e 25 mg/L, os peixes continuaram infestados pelos Monogenoidea. Por outro lado, Fájér-Ávila *et al.* (2007) verificaram que banhos de 51 mg/L de formol por 1 h não foram totalmente eficientes no controle de *Haliotrema* sp. e de *Euryhaliotrema* sp. (Monogenoidea) em *Lutjanus guttatus* (Lutjanidae), eliminando 72 % dos parasitos.

Neste estudo, os tratamentos T3 (100) – T5 (200) mg/L de formol foram totalmente eficientes no controle dos Monogenoidea, porém a possibilidade destes tratamentos causarem lesões e/ou mortalidade dos hospedeiros é estudada no capítulo 3. Corroborando estes resultados, outros autores mostram que concentrações acima 50 mg/L de formol também são eficazes no controle de Monogenoidea, para outras espécies de peixes. Katharios *et al.* (2006), observaram que 200 mg/L de formol, por 1 h, erradicou 100 % de *Microcotyle* sp. em *Pagrus pagrus* (Sparidae). Sharp *et al.* (2004), estudando o controle de Monogenoidea em *Seriola lalandi lalandi* (Carangidae), observaram que 400 mg/L de formol foi eficiente eliminando 99 % de *Benedenia seriolae* e *Zeuxapta seriolae*

(Monogenoidea). Porém, nestes trabalhos, não foram feitas análises histológicas dos peixes tratados nestas concentrações, sendo assim, discutível a sua utilização em vista das possíveis lesões causadas pelo formol nos peixes. Dessa forma, são necessários estudos analisando os danos que as altas concentrações de formol causam nas brânquias dos peixes, revelando assim, a real viabilidade destes tratamentos em cultivos.

Entre os estudos citados, somente Francis-Floyd (1996) relata que o formol não é eficiente no controle de endoparasitos. Os resultados deste estudo corroboram este autor, pois o formol não controlou, em nenhuma das concentrações testadas, a infecção por Digenea, Tetraphyllidea ou Nematoda (Tabela 7), todos encontrados nos intestinos das tainhas. É possível que o formol não seja absorvido pelo organismo dos hospedeiros, nas concentrações e no tempo em que foram expostos. No entanto, contrariando este argumento, alterações hepáticas foram observadas em *Puntius gonionotus* (Cyprinidae) causadas pelo uso do formol (Chinabut *et al.* 1998).

Em outros estudos, elevadas prevalências e intensidades de infecção têm sido encontradas em *Mugil* spp. por Nematoda (Lymbery *et al.* 2002) e por Digenea com alterações histológicas nos hospedeiros (Oliveira *et al.* 2007). Neste estudo foi reportada infecção por Tetraphyllidae nos intestinos, porém não foram reportados no estudo prévio com este hospedeiro (Capítulo 1). Este grupo de parasitos são estritamente marinhos e podem ter sido adquiridos pela água marinha a que os hospedeiros tiveram contato durante o período deste experimento. Os severos índices parasitológicos de Digenea e Tetraphyllidea, nos juvenis de *M. platanus*, encontradas neste estudo revelam a necessidade de realizar mais estudos visando a diminuição ou a erradicação total dos endoparasitos através de anti-helmínticos que sejam absorvidos pelo organismo dos hospedeiros e eficazes no controle como o mebendazol (Stoskopf 1988), levamisol e praziquantel (Fujimoto *et al.* 2006). Até o presente momento, não há estudos demonstrando a eficácia destas drogas para endoparasitos de *Mugil* spp.

Por fim, este estudo mostra que, nas condições em que foi feito o experimento, 25 mg/L de formol é indicado no controle de *Solostamenides* cf. *platyorchis* e 50 mg/L para o controle de *Ligophorus* cf. *uruguayense* para juvenis de *M. platanus*, por apresentar menor concentração de formol e alta sobrevivência dos organismos. Porém, nenhuma das concentrações testadas foi eficiente no controle dos endoparasitos. As diferenças respostas dos hospedeiros submetidos a banhos profiláticos com formalina, em estudos similares apontam que os resultados encontrados não se estendem a outras espécies já estudadas. A concentração eficaz de um quimioterápico no controle parasitário depende da idade do

hospedeiro, do quimioterápico, das condições em que é feito o experimento, entre outros fatores.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, VD, R AZEVEDO & JL LUQUE. 2009. Four new species of *Ligophorus* (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Mugil liza* (Actinopterygii: Mugilidae) from Guandu River, Southeastern Brazil. *J. Parasitol.*, 95: 855-864.
- AMATO, JFR, WA BOEGER & S AMATO. 1991. Protocolos para laboratório – Coleta e processamento de parasitos de Pescado. Imprensa Universitária – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 81p.
- ARAÚJO LD, EC CHAGAS, LC GOMES & FR BRANDÃO. 2004. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.39: 217-221.
- BILLS, TD, LL MARKING & JH CHANDLER. 1977. Investigation in fish control. Formalin: Its Toxicity to Non Target Aquatic Organisms, Persistence and Counteraction. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington. 73, 1-7.
- BUSH, AO, KD LAFFERTY, JM LOTZ & AW SHOSTAK. 1997. Parasitology meets ecology on terms: Margolis et al. Revisited. *J. Parasitol.*, 83(4):575-583.
- CHINABUT, S, C LIMSUWAN, K TONGUTHAI & T PUNGKACHONBOON. 1998. Toxic and sublethal effect of formalin on freshwater fishes. *Network Aquaculture Centres Asia.*, 73, 871p.
- COSTELLO, MJ, A. GRANT, IM DAVIES, S CECCHINI, S PAPOUTSOGLOU, D QUIGLEY & M SAROGLIA. 2001. The control of chemicals used in aquaculture in Europe. *J. Appl. Ichthyol.* 17: 173-180.
- CRUZ, C, RY FUJIMOTO, RK LUZ, MC PORTELLA & ML MARTINS. 2005. Toxicidade aguda e histopatologia do fígado de larvas de trairão (*hoplias lacerdae*) expostas à solução aquosa de formaldeído a 10 %. *Pesticidas: Rev. Ecotoxicol. Meio Ambiente.* 15: 21-28.
- CRUZ, ER, CL PITOGO. 1989. Tolerance level and histopathological response of milkfish (*Chanos chanos*) fingerlings to formalin. *Aquaculture.*, 78: 135-145.

- FAILLA SIQUIER, G & M OSTROWSKI DE NÚÑEZ. 2009. *Ligophorus uruguayense* sp. nov. (Monogenea, Ancyrocephalidae), a gill parasite from *Mugil platanus* (Mugiliformes, Mugilidae) in Uruguay. *Act. Parasitol.*, 54: 95-102.
- FAJER-ÁVILA, EJ, SP VELÁSQUEZ-MEDINA & M BETANCOURT-LOZANO. 2007. Effectiveness of treatments against eggs, and adults of *Haliotrema* sp. and *Euryhaliotrema* sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) infecting red snapper, *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture.*, 264: 66-72.
- FAJER-ÁVILA, J, I PARRA, G AGUILAR-ZARATE, R CONTRERAS-ARCE, J ZALDIVAR-RAMIREZ & M BETANCOURT-LOZANO. 2003. Toxicity of formalin to bullseye puffer fish (*Sphoeroides annulatus* Jenyns, 1843) and its effectiveness to control ectoparasites. *Aquaculture.*, 223: 41-50.
- FONSECA NETO, C & HL SPACH. 1999. Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades. *Bol. Inst. Pesca.* 25: 13-17.
- FRANCIS-FLOYD, R. 1996. Use of formalin to control fish parasites. Cooperative Extension Service. *Inst. food Agricult. Scienc.*, 77:1-3.
- FUJIMOTO, RY, L VENDRUSCOLO, SHC SCHALCH & FR MORAES. 2006. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogênicos e *Capillaria* sp. (NEMATODA: CAPILLARIIDAE), parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare* LIECHTENSTEIN 1823). *Bol. Inst. Pesca*, 32: 183-190.
- GODINHO, HM, ET KAVAMOTO, EF ANDRADE TALMELLI, PCS SERRALHEIRO, P PAIVA & EM FERRAZ. 1993. Induced spawning of the mullet *Mugil platanus* Günther, 1880, in Cananéia, São Paulo, Brazil. *Bol. Inst. Pesca.* 20: 59-66.
- GODINHO, HM. 2004. Tainha. In: Espécies nativas para piscicultura no Brasil. RS, Brasil. 19: 433- 441.
- HAMILTON, MA, RC RUSSO & RV THURSTON. 1977. Trimmed Spearman-Kärber Method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ Sci Technol*, 11:714-719.
- HINTON, MJ & AG EVERSOLS. 1978. Toxicity of ten chemicals commonly used to American eels. *Proc. Ann. Conf. S. E. Assoc. Fish Wild.* 32: 599 pp.
- HIRAZAWA, N, S-I OSHIMA, T MITSUBOSHI & K HATA. 2001. The anthelmintic effect of medium-chain fatty acids against the monogenean *Heterobothrium okamotoi* in the tiger puffer *Takifugu rubripes*;: evaluations of doses of caprylic acid at different water temperatures. *Aquaculture.*, 195: 211-223.

- HIRAZAWA, N, T OHTAKA & K HATA. 2000. Challenge trials on the anthelmintic effect of drugs and natural agents against the monogenea *Heterobothrium okamotoi* in the tiger puffer *Takifugu rubripes*. *Aquaculture*. 188: 1-13.
- HUTSON, KS, I ERNST & ID WHITTINGTON. 2007. Risk assessment for metazoan parasites of yellowtail kingfish *Seriola lalandi* (Perciformes: Carangidae) in the South Australian sea-cage aquaculture. *Aquaculture*. 271: 85-99.
- JIANYIN Z & Y TINGBAO. 2001. Monogenea of Chinese marine fishes. XIV. Two new species of Microcotylidae from fishes of the South China Sea. *Systematic Parasitol.*, 48: 67-73.
- KATHARIOS, P, N PAPANDROULAKIS & P DIVANACH. 2006. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy, *Pagrus pagrus* following baths with formalin and mebendazole. *Aquaculture*. 251: 167-171.
- KIM, KH & ES CHOI. 1998. Treatment of *Microcotyle sebastis* (Monogenea) on the gills of cultured rockfish (*Sebastes schelegeli*) with oral administration of mebendazole and bithionol. *Aquaculture*. 167: 115-121.
- KNOFF, M & NM SERRA-FREIRE. 1993. Protozoários parasitos de *Mugil platanus* Gunther 1880 do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 2: 25-28.
- KNOFF M & WA BOEGER. 1994. Expanded Description of the Female of *Lernaeenicus longiventris* Wilson, 1917, (Copepoda, Siphonostomatoidea, Pennellidae) Based on Specimens from *Mugil platanus* Günther, 1880 (Perciformes, Mugilidae) of the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem. Ist. Oswaldo Cruz*. 89: 313-317.
- LEE, CS, CS TAMARU, GT MIYAMOTO & CD KELLEY. 1987. Induced spawning of grey mullet (*Mugil cephalus*) by LHRH-a. *Aquaculture*. 62: 327-336.
- LYMBERY, AJ, RG DOUPÉ, MA MUNSHI & T WONG. 2002. Larvae of *Contracaecum* sp. among inshore fish species of southwestern Austrália. *Dis. Aquat. Org.* 51: 157-159.
- MACNIVEN AM & DC LITTLE. 2001. Development and evaluation of a stress challenge testing methodology for assessment of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn.) fry quality. *Aquaculture Res.*, 32, 671-679.
- MANERA, M, P VISCIANO, P LOSITO & A IANIERI. 2003. Farmed Fish Pathology: Quality Aspects. *Vet. Res. Com.*, 1: 695-698.
- MANSELL B, MD POWELL, I ERNEST & BF NOWAK. 2005. Effects of the gill monogenean *Zeuxapta seriolae* (Meserve, 1938) and treatment with hydrogen

- peroxide on pathophysiology of kingfish, *Seriola lalandi* Valenciennes, 1833. *J. Fish Dis.* 28: 253-262.
- MARCOTEGUI, OS & ESR MARTORELLI. 2009. *Ligophorus saladensis* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from *Mugil platanus* Günther in Samborombón Bay, Argentina. *Syst Parasitol.* 74: 41-47.
- MIRANDA-FILHO, KC, WFB WASIELESKY JR & AP MAÇADA. 1995. Efeito da amônia e nitrito no crescimento da tainha *Mugil platanus* (Pisces, Mugilidae). *Braz. J. Biol.* 55: 45-50.
- NOGA, EJ. 1996. Fish Disease. Diagnosis and Treatment. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc. 367p.
- OKAMOTO, MH, LA SAMPAIO & AP MAÇADA. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e sobrevivência de juvenis de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. *Atlântica*, 28: 61-66.
- OLIVEIRA, SA, FJH BLAZQUEZ, SA ANTUNES, AAM MAIA. 2007. Metacercárias de *Ascocotyle (Phagicola) longa*, Ransom 1920 (Digenea: Heterophyidae) em *Mugil platanus*, no Estuário de Cananéia, SP Brasil.
- OZÓRIO, R, Y AVNIMELECH & N CASTAGNOLLI. 2004. Sistemas intensivos fechados de produção de peixes. In: Tópicos especiais em piscicultura de água doce Tropical Intensiva. SP, Brasil. 2:7-23.
- POERSCH, LH, MHS SANTOS, KC MIRANDA-FILHO & WJ WASIELESKY. 2007. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae). *Bol. Inst. Pesca.*, 33: 247-252.
- RANZANI-PAIVA, MJT & AT SILVA-SOUZA. 2004. Co-infestation of gills by different parasite groups in the mullet, *Mugil platanus* GUNTHER, 1880 (OSTEICHTHYES, MUGILIDAE): Effects on relative condition factor. *Braz. J. Biol.*, 64: 677-683.
- REARDON, I & RM HARRELL. 1990. Acute toxicity of formalin and copper sulfate to striped bass fingerlings held in varying salinities. *Aquaculture*. 87: 255-270.
- REICZIGEL, J & L RÓZSA. 2005. Quantitative Parasitology 3.0. Budapest. <http://www.bahav.org/qp/qp.htm>.
- ROWLAND, SJ, M NIXON, M LANDOS, C MIFSUD, P READ & P BOYD. 2006. Effects of formalin on water quality and parasitic monogeneans on silver perch (*Bidyanus bidyanus* Mitchell) in earthen ponds. *Aquaculture Res.* 37: 869-876.

- SAMPAIO, LA, AH FERREIRA & MB TESSER. 2001. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). *Acta Sci.*, 23: 471-475.
- SAMPAIO, LA, MB TESSER & D BURKERT. 2003. Tolerância de Juvenis de pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. *Ciênc. Rural*, 33: 757-761.
- SAMPAIO, LA, WFB WASIELESKY & KC MIRANDA-FILHO. 2002. Effects of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. *Bull. Env. Cont. Toxicol.*, 68: 668-674.
- SECOMBES, CJ & LH CHAPPELL. 1996. Fish immune responses to experimental and natural infection with helminth parasites. *Annu. Rev. Fis. Dis.*, 6: 167-177.
- SHARP, NJ, BK DIGGLES, CW POORTENAAR, TJ WILLIS. 2004. Efficacy of Aqu-i-S, formalin and praziquantel against the monogeneans, *Benedenia seriolae* and *Zeuxapta seriolae*, infecting Yellowtail kingfish *Seriola lalandi lalandi* in New Zealand. *Aquaculture.*, 236: 67-83.
- STOSKOPF, MK. 1988. Fish chemotherapeutics. In: Tropical Fish Medicine. Veterinary clinics of North America- Small Animal Practice. WB. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, 18(2): 331-348.
- TORRES, CM, P TRAVASSOS, MB FIGUEIREDO, F HAZIN, DF CAMPOS & F ANDRADE. 2008. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. *Rev. Bras. Ciênc. Agrar.*, 1: 68-73.
- TUBBS, LA & MD TINGLE. 2006. Effect of dose escalation on multiple dose pharmacokinetics of orally administered praziquantel in Kingfish *Seriola lalandi*. *Aquaculture.* 261: 1168-1174.
- VIEIRA, JP. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia*, 2: 409-418.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

Capítulo 3

Patologias causadas por formol no controle parasitário de juvenis da
tainha *Mugil platanus*

Proponente: Eduardo Pahor Filho

Orientador: Prof. Dr. Joaber Pereira Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Kleber C. Miranda Filho

Rio Grande-RS

RESUMO

O formol é um quimioterápico eficaz no controle de *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Ancyrocephalidae) e *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Microcotylidae) de juvenis da tainha *Mugil platanus*. No entanto, as lesões causadas nas brânquias dos juvenis, por este quimioterápico e/ou pelos parasitos, ainda não foram analisadas. Dessa forma, com o intuito de estabelecer e de quantificar estas lesões, três peixes de cada tratamento, provindos do banho definitivo com formalina para controle de parasitoses (ver Capítulo 2) foram encaminhados para análise histopatológica. O experimento foi composto de um controle sem adição de formol na água e mais cinco concentrações: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (150) e T5 (200) mg/L de formol (37 %) em água do arroio. Após 24 h, três peixes de cada tratamento foram sacrificados com punção vertical na cabeça. Foram tomadas amostras do corpo inteiro e fixadas em líquido de bouin por quatro horas. Após este período, foram fixadas em álcool etílico 70 %. As amostras foram emblocadas com parafina e foram feitos cortes histológicos de 5 µm, corados com hematoxilina e eosina. Lâminas histológicas foram preparadas. Foi observado que o aumento da concentração de formalina causou lesões mais graves nas brânquias. Foi observada hiperplasia leve das lamelas secundárias nos animais mantidos como controle, desprendimento do epitélio respiratório no T2, hiperplasia moderada das lamelas secundárias no T3, aumento da atividade opercular no T4 e necrose, natação errática e mortalidade no T5. Foram observadas alterações comportamentais como aumento da atividade opercular no T4 e no T5, exoftalmia e natação errática no T5. Os resultados histopatológicos deste estudo mostram que banhos de formol na concentração de 50 mg/L durante 1 hora podem ser aplicados em juvenis de *M. platanus* para o controle de Monogenoidea, pois nesta concentração, as lesões histológicas causadas nos hospedeiros são leves e a sobrevivência dos juvenis é alta.

Palavras-chave: Lesões histopatológicas, sobrevivência, *Mugil platanus*, formol, brânquias.

ABSTRACT

Formaldehyde is an effective chemotherapy in the control *Ligophorus* cf. *uruguayense* (Ancyrocephalidae) and *Solostamenides* cf. *platyorchis* (Microcotylidae) of juvenile mullet *Mugil platanus*. However, the injuries caused in the gills of juveniles, by the chemotherapy and/or by the parasites have not yet been analyzed. Thus, in order to establish and to quantify these lesions, three fish per treatment, from the final bath of formaldehyde to control parasitic diseases (Chapter 2) were sent for histopathological analysis. The experiment consisted of a control without the addition of formalin in water and five concentrations: T1 (25), T2 (50), T3 (100), T4 (150) and T5 (200) mg/L of formaldehyde (37 %) in water of the estuary. After 24 h, three fish from each treatment were killed with vertical punch to the head. Samples were taken of the entire body and fixed in Bouin liquid for four hours. After this period, were fixed in 70 % ethanol. The samples were embedded in paraffin and histological sections were made of 5 µm, stained with hematoxylin and eosin. Histological sections were prepared. It was observed that increasing the concentration of formaldehyde caused more severe lesions in the gills. Mild hyperplasia was observed in animals kept as control, detachment of the respiratory epithelium in T2, moderate hyperplasia at T3, increased opercular activity in T4 and necrosis, erratic swimming and mortality in T5. Behavioral changes were observed as increased opercular activity in T4 and T5 and exophthalmos and erratic swimming on the T5. Histopathological results of this study show that bath of formaldehyde at a concentration of 50 mg/L for 1 h can be applied to juveniles of *M. platanus* to control Monogenoidea, because in this concentration, histological lesions caused in the host are light and survival of juveniles is high.

Keywords: Histopathological lesions, survival, *Mugil platanus*, formaldehyde, gills.

1- INTRODUÇÃO

A tainha *Mugil platanus* representa uma alternativa para a produção de alimento nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, possui aceitação no mercado (Crescêncio 2005) e tem características favoráveis ao cultivo (Sampaio *et al.* 2001; Okamoto *et al.* 2006; Poersch *et al.* 2007; Torres *et al.* 2008).

Anti-helmínticos são utilizados para o controle de parasitos na aquicultura (Stoskopf 1988). O controle de Monogenoidea com formol tem sido eficaz, para diversas espécies de peixes como *Pagrus pagrus* (Katharios *et al.* 2006), *Bidyanus bidyanus* (Rowland *et al.* 2006), *Lutjanus guttatus* (Fájer-Ávila *et al.* 2007), *Spherooides annulatus* (Fájer-Ávila *et al.* 2003), inclusive *Mugil platanus* (Capítulo 2), porém poucos estudos reportaram as lesões histológicas causadas por esta substância. Há relatos de que esta substância pode causar desprendimento epitelial, necrose branquial (Cruz & Pitogo 1989, Perera & Pathiratne 2005, Smith & Piper 1972), hiperplasia e telangiectasia (Carneiro *et al.* 2006).

Este trabalho descreve as lesões histológicas causadas por diferentes concentrações de formol e por Monogenoidea em juvenis da tainha *M. platanus*.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no mês de Agosto de 2009, período de ocorrência da tainha *M. platanus* no ambiente. Foram coletados juvenis de *M. platanus* com redes 3 m x 1,5 m e malha 5 mm em um arroio que deságua na Praia do Cassino-RS (31° 11' 55" S; 52° 11' 14" O). Os animais foram transportados para o Laboratório de Piscicultura Estuarina e Marinha (LPEM) do Instituto de Oceanografia da FURG, onde foram previamente aclimatados às condições de cativeiro (Capítulo 2) e expostos a banhos de formol, durante uma hora, em béqueres com volume útil de 1 L, densidade 8 peixes/béquer em triplicata sendo um controle sem adição de formalina na água e mais cinco concentrações: 25, 50, 100, 150 e 200 mg/L de formol (37 %) em água do arroio com salinidade 5. Os animais foram mantidos em jejum durante o período experimental e após uma hora da exposição ao formol, os peixes foram transferidos para outros béqueres com volume útil de 1 L, contendo água, sem formalina, nas mesmas condições físicas e químicas e mantidos em observação para análise da sobrevivência. Após 24 h, 3 espécimes de cada tratamento (Capítulo 2- experimento 4), foram sacrificados com punção vertical na cabeça. Foram

fixadas amostras do corpo em líquido de bouin por quatro horas. Após este período, foram fixadas em álcool etílico 70 %. As amostras foram emblocadas com parafina e foram feitos cortes histológicos de 5 µm, corados com hematoxilina e eosina, PAS, tricrômico de Masson e reticulina de Gomori. As lesões observadas foram classificadas de acordo com Romano & Cueva (1988) e Randi *et al.* (1996), em que a linha vermelha mostra a hiperplasia no filamento branquial. As fotomicrografias foram feitas com uma câmera fotográfica OLYMPUS CAMEDIA 5030 acoplada a um microscópio óptico OLYMPUS HP10.

3 - RESULTADOS

As lesões histológicas foram observadas nas brânquias dos juvenis de *M. platanus*. No controle, alguns animais estavam parasitados por *Monogenoidea* (Capítulo 2) e apresentaram lesões (Figura 8), 100 % dos hospedeiros apresentaram hiperplasia leve (Figura 1). No tratamento T1, 100 % dos juvenis apresentaram hiperplasia leve e desprendimento do epitélio respiratório (Figura 1 e 2). No tratamento T2, 100 % dos juvenis apresentaram hiperplasia leve e moderada e desprendimento do epitélio respiratório. No tratamento T3, 100 % dos juvenis apresentaram hiperplasia moderada (Figura 3) e desprendimento do epitélio respiratório. No tratamento T4, 100 % dos juvenis apresentaram hiperplasia moderada e grave, desprendimento do epitélio respiratório. No tratamento T5, 100 % dos juvenis apresentaram hiperplasia grave (Figura 4) e desprendimento do epitélio respiratório e 66 % apresentaram perda do epitélio respiratório e necrose (Figura 5). Foi observado aumento do número das células de cloreto (Figura 6) nas brânquias dos juvenis de todos os tratamentos com formalina. Houve sobrevivência total dos juvenis mantidos como controle e nos demais tratamentos, exceto no tratamento T5, em que houve 87,5 % de sobrevivência (Tabela 1). Alterações morfológicas e comportamentais foram observadas nos tratamentos T4 e T5. No tratamento T4, em 100 % dos juvenis foi observado aumento da atividade opercular. No tratamento T5, 12,5 % dos juvenis apresentaram exoftalmia (Figura 7) e 87,5 % apresentaram sinais de natação errática e aumento da atividade opercular (Tabela 2).

Tabela 1 – Percentual de ocorrência de lesões histológicas causadas por concentrações crescentes de formalina nas brânquias de juvenis da tainha *Mugil platanus*. HL = hiperplasia leve, ACC = aumento do número de células do cloreto, HM = hiperplasia moderada, HG = hiperplasia grave, DER = desprendimento do epitélio respiratório, PER = perda do epitélio respiratório, NE = necrose, C = controle e S = Sobrevivência (%). T1 = 25, T2 = 50, T3 = 100, T4 = 150 e T5 = 200 mg/L de formol.

T	(mg/L)	Lesões histológicas (%)						
		ACC	HL	HM	HG	DER	PER	NE
C	(0)	0	100	0	0	0	0	0
1	(25)	100	100	0	0	100	0	0
2	(50)	100	100	100	0	100	0	0
3	(100)	100	0	100	0	100	0	0
4	(150)	100	0	100	100	100	0	0
5	(200)	100	0	0	100	100	66	66

Tabela 2 – Percentual de ocorrência de alterações morfológicas e comportamentais causadas por concentrações crescentes de formol nas brânquias de juvenis da tainha *Mugil platanus*. T = tratamento, EX = exoftalmia, AAO = aumento da atividade opercular e NAE = natação errática.

T	(mg/L)	Alterações morfológicas e comportamentais (%)		
		EX	AAO	NAE
C	(0)	0	0	0
1	(25)	0	0	0
2	(50)	0	0	0
3	(100)	0	0	0
4	(150)	0	100	0
5	(200)	12,5	87,5	87,5

4- DISCUSSÃO

Alguns juvenis de *M. platanus* mantidos como controle estavam infestados por Monogenoidea (Capítulo 2). As lesões causadas por estes parasitos (Figura 8) são uma das

hipóteses para explicar a presença de hiperplasia leve nos exames histológicos das brânquias. Vários estudos corroboram esta informação, mas apontam diferentes intensidades de hiperplasia branquial e a ocorrência de outras lesões como respostas imediatas do hospedeiro às infestações por Monogenoidea em peixes (Martins & Romero 1996; Montero *et al.* 2004; Schalch *et al.* 2006; Dezfuli *et al.* 2007). Efeitos menos agressivos causados por Monogenoidea foram observados por Mansell *et al.* (2005), em “kingfish” *Seriola lalandi* que tiveram aumento da ocorrência de hiperplasia lamelar com o aumento da infestação pelo parasito branquial *Zeuxapta seriolae*. Por outro lado, Azevedo *et al.* (2006) relatam lesões mais graves como hiperplasia moderada, necrose e congestão branquial, causadas pela ação de *Cichlidogyrus* spp. em “tilápia nilótica” *Oreochromis niloticus*, porém em infestação moderada, evidenciando assim, o alto grau de patogenicidade desta espécie de Monogenoidea aos hospedeiros. Efeitos mais agressivos causados por Monogenoidea foram relatados por Arafá *et al.* (2009), apontando que os parasitos, através de sua “força de sucção haptorial” causaram necrose, fusão lamelar, ruptura de capilares sanguíneos, degeneração do epitélio lamelar e infiltração de eritrócitos nas brânquias de “catfish” *Clarias gariepinus* infestados por *Macrogyrodactylus clarii*. Conforme Buchmann & Lindenstrom (2002), o processo de fixação dos Monogenoidea ocorre com liberação de secreções nas brânquias dos hospedeiros causando hiperplasia do epitélio branquial e produção de muco pelas células mucosas. Em outros casos, esta fixação pode induzir no hospedeiro, uma estimulação inicial seguida de depressão de seus mecanismos de defesa não-específicos (Chaves *et al.* 2006). Outra hipótese do aparecimento de hiperplasia no grupo controle é o estresse causado pela manipulação dos peixes, normalmente observado em pisciculturas intensivas, como relatado por Oba *et al.* (2009), porém este efeito não foi analisado neste estudo.

Neste estudo, em todos os tratamentos foi observado aumento do número das células de cloreto, porém não foi possível explicar esse fato. Estas células são responsáveis pelo transporte de sódio e de cloreto da água para o sangue, no balanço osmótico (Jobling 1995) e, portanto, o aumento de sua quantidade pode sugerir que essa seja uma resposta compensatória dos peixes frente a presença da formalina. A concentração 25 mg/L de formol causa desprendimento do epitélio respiratório nas brânquias em 1 h de exposição e não foi observado aumento da atividade opercular dos juvenis de *M. platanus*. No entanto, esses resultados não podem ser automaticamente estendidos a outras espécies, uma vez que estudos similares realizados com outras espécies de peixes mostram resultados distintos. Em alevinos de *Rhamdia quelen*, a concentração 0,2 ml/L de formol comercial, indicada

para o controle parasitário em espécies tropicais, causou alta mortalidade, hiperplasia grave e telangiectasia branquial, além de hiperemia bucal quando estes animais foram expostos à três banhos de formol, com 1 h de duração e intercalados em 48 h (Carneiro *et al.* 2006). Já quando juvenis de “baiacu” *Sphoeroides annulatus* foram expostos a concentração de 24 mg/L de formol, não foram observados sinais de exoftalmia, hemorragias nem quaisquer mudanças comportamentais, corroborando o que fora observado com os juvenis de *M. platanus* neste trabalho (Fájer-Ávila *et al.* 2003).

No tratamento 50 mg/L de formol, foi observada hiperplasia moderada, além de desprendimento do epitélio, sem quaisquer alterações comportamentais nos juvenis de *M. platanus*. Estes resultados são corroborados por outros autores. Em juvenis e pré-adultos de tilápia *Oreochromis niloticus*, submetidos à 50 mg/L de formol durante 1 h, não foram encontradas lesões branquiais significativas, alteração da atividade opercular e houve sobrevivência total dos organismos testados (Perera & Pathiratne 2005). Da mesma forma, quando alguns juvenis de “baiacu” *Sphoeroides annulatus* foram expostos a 51 mg/L de formol, não foram observados sinais de exoftalmia, hemorragias nem quaisquer mudanças comportamentais, indicando a viabilidade do tratamento nesta concentração de formol (Fájer-Ávila *et al.* 2003).

As tainhas submetidas a 100 mg/L de formol apresentaram hiperplasia moderada e desprendimento do epitélio respiratório, ainda sem apresentar mudanças comportamentais. Discordando destes resultados, em juvenis de “baiacu” *Sphoeroides annulatus*, quando expostos a concentrações entre 75 e 103 mg/L de formol foram observados exoftalmia após 13 h e erosão das nadadeiras e dos olhos após 20 h de exposição ao formol (Fájer-Ávila *et al.* 2003). Por outro lado, corroborando os resultados deste estudo, banhos de 100 mg/L de formol em “tambaqui” *Colossoma macropomum* não causaram nenhum tipo de estresse aos peixes em 30, 60 e 120 minutos de duração, mostrando que, banhos terapêuticos de formol, como indicadores de estresse, são recomendados e não comprometem a homeostase dos tambaquis nesta concentração (Araújo *et al.* 2004).

Pela função que desempenham, as brânquias devem estar em contato com o meio externo, podendo por esta razão sofrer alterações morfológicas quando em contato com substâncias que tenham capacidade de agressão aos seus tecidos (Moyle & Cech Jr. 1988). Neste estudo, as lesões observadas nos juvenis de tainha, nos tratamentos com 150 e 200 mg/L de formol corroboram estas afirmações, pois o formol causou hiperplasia grave, desprendimento e perda do epitélio respiratório, necrose branquial, mortalidade no T5, além de alterações morfológicas e comportamentais como exoftalmia, natação errática e

aumento da atividade opercular como sinais de estresse dos hospedeiros. Por outro lado, confrontando nossos resultados, sinais de estresse como resposta dos hospedeiros ao contato com tóxicos também foram observados por Katharios *et al.* (2006), ao submeter exemplares de “Red porgies” *Pagrus pagrus* a 200 mg/L de formol durante 1 h no controle de *Microcotyle* sp. porém, o tratamento foi eficaz tanto no controle parasitário quanto na erradicação de sinais clínicos de perda de apetite e de vitalidade dos peixes pós-tratamento. Hiperplasia e necrose branquial como conseqüências do uso do formol também são observados em tratamentos parasitários em camarões como *Litopenaeus schmitti* (Lamela *et al.* 2008).

Os resultados deste estudo mostram que na medida em que é aumentada a concentração de formol a que foram expostos os juvenis, aumentam tanto as lesões histológicas das brânquias como a ocorrência de alterações morfológicas ou comportamentais (Tabelas 1 e 2). Esses resultados são corroborados por dados de outros autores. Altas concentrações de formol podem controlar ectoparasitos, porém o aumento da concentração desta substância agrava lesões histológicas, interfere nas trocas gasosas e causa alta mortalidade dos organismos por hipóxia. Dessa forma, os banhos terapêuticos não devem ultrapassar 250 mg/L em uma hora de exposição e em temperaturas que não ultrapassem 21°C (Francis-Floyd 1996, Noga 1996). Banhos de 250 mg/L de formol durante 1 h, em juvenis e pré-adultos de tilápia *Oreochromis niloticus*, causaram lesões severas como hiperplasia e hipertrofia celular, separação do epitélio respiratório, além do aumento da atividade opercular, sendo as lesões mais intensas nos juvenis, por serem mais sensíveis ao formol (Perera & Pathiratne 2005). Resultados semelhantes foram encontrados para truta arco-íris *Salmo gairdneri*, em que a exposição a 200 mg/L de formol causou necrose, hipertrofia e separação epitelial nas brânquias destes organismos em banhos de 1 h (Smith & Piper 1972).

Não foram feitas análises do músculo dos juvenis de *M. platanus* expostos às concentrações de formol, porém há relatos de que esta substância pode ser retida pelo músculo de *Paralichthys olivaceus*, *Sebastes schlegeli* (Jung *et al.* 2001), *Puntius gonionotus* e *Clarias batrachus* (Subasinghe & Yusoff 1993). Dessa forma, novos estudos precisam investigar se exemplares de *M. platanus* destinados ao consumo humano retêm o formol no músculo, quando submetida a controles parasitários.

Os resultados histopatológicos deste estudo mostram que banhos de formol na concentração de 50 mg/L durante 1 hora podem ser aplicados em juvenis de *M. platanus* para o controle de Monogenoidea (CAPÍTULO 2), pois nesta concentração, as lesões

histológicas causadas nos hospedeiros são leves e a sobrevivência dos juvenis é alta. Não é sabido, no entanto, se estas alterações são revertidas e se isto ocorre, quanto tempo é necessário para sua reversão.

5 - BIBLIOGRAFIA

- ARAFI, SZ, MM EL-NAGGAR & SA EL-ABBASSY. 2009. Mode of attachment and histopathological effects of *Macrogryrodactylus clarii*, a monogenean gill parasite of the catfish *Clarias gariepinus*, with a report on host response. *Acta Parasitol.*, 54: 103-112.
- ARAÚJO LD, EC CHAGAS, LC GOMES & FR BRANDÃO. 2004. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui. *Pesq. agropec. bras.*, v.39: 217-221.
- AZEVEDO, TMP, ML MARTINS, RF BOZZO & FR MORAES. 2006. Haematological and gill responses in parasitized tilapia from Valley of Tijucas River, SC, Brazil. *Sci. Agric.* 63: 115-120.
- BUCHMANN, K & T LINDENSTROM. 2002. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts. *Int. J. Parasitol.*, 32: 309-319.
- CARNEIRO, PCF, SM CIRIO & M SCHORER. 2006. Estudo anatomopatológico de alevinos de jundiá infectados experimentalmente por *Ichthyophthirius multifiliis* e submetidos a tratamentos convencionais. *Arch. Vet. Sci.*, 11: 33-38.
- CHAVES, IS, R LUVIZZOTTO-SANTOS, LAN SAMPAIO, A BIANCHINI, PE MARTINEZ. 2006. Immune adaptive response induced by *Bicotylophora trachinoti* (Monogenea: Diclidophoridae) infestation in pompano *Trachinotus marginatus* (Perciformes: Carangidae). *Fish Shellf. Immunol.* 21: 242-250.
- CRESCÊNCIO, R. 2005. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: UFSM (ed.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. RS, Brasil. 1: 23-33.
- CRUZ, ER & CL PITOGO. 1989. Tolerance level and histopathological response of milkfish (*Chanos chanos*) fingerlings to formalin. *Aquaculture.*, 78: 135-145.
- DEZFULI, BS, L GIARI, E SIMONI, R MENEGATTI A P SHINN & M MANERA. 2007. Gill histopathology of cultured European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), infected with *Diplectanum aequans* (Wagener 1857) Diesing 1958 (Diplectanidae: Monogenea). *Parasitol Res.* 100: 707-713.
- FAJER-ÁVILA, EJ, SP VELÁSQUEZ-MEDINA & M BETANCOURT-LOZANO. 2007. Effectiveness of treatments against eggs, and adults of *Haliotrema* sp. and

- Euryhaliotrema* sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) infecting red snapper, *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture*, 264: 66-72.
- FAJER-ÁVILA, J, I PARRA, G AGUILAR-ZARATE, R CONTRERAS-ARCE, J ZALDIVAR-RAMIREZ & M BETANCOURT-LOZANO. 2003. Toxicity of formalin to bullseye puffer fish (*Sphoeroides annulatus* Jenyns, 1843) and its effectiveness to control ectoparasites. *Aquaculture*., 223: 41-50.
- FRANCIS-FLOYD, R. 1996. Use of formalin to control fish parasites. Cooperative Extension Service. *Inst. Food Agricult. Scienc.*, 77:1-3.
- JOBLING, M. 1995. Human impacts on aquatic environments, In: JOBLING, M. (Ed.) *Environmental biology of fishes*, London: Chapman & Hall. 400p.
- JUNG, SH, JW KIM, IG JEON & YH LEE. 2001. Formaldehyde residues in formalin-treated olive flounder *Paralichthys olivaceus*, and black rockfish *Sebastes schlegelii*, seawater. *Aquaculture* 194: 253–26.
- KATHARIOS, P, N PAPANDROULAKIS & P DIVANACH. 2006. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy, *Pagrus pagrus* following baths with formalin and mebendazole. *Aquaculture*, 251: 167-171.
- LAMELA REL, YC QUINTANA, RF COFFIGNY, M MARTÍNEZ & N G HERRATE. 2008. Effects of formalin on total haemocytes count and histopathological changes in the shrimp *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante & Kensley 1997). *Aquaculture Res.* 39: 1316-1321.
- MANSELL B, MD POWELL, I ERNEST & BF NOWAK. 2005. Effects of the gill monogenean *Zeuxapta seriolae* (Meserve, 1938) and treatment with hydrogen peroxide on pathophysiology of kingfish, *Seriola lalandi* Valenciennes, 1833. *J. Fish Dis.* 28: 253-262.
- MARTINS ML & NG ROMERO. 1996. Efectos del parasitismo sobre el tejido branquial en peces cultivados: estudio parasitologico e histopatologico. *Rev. Bras. Zool.* 13: 489-500.
- MONTERO, FE, S CRESPO F PADRO, F GANDARA, A GARCIA, JA RAGA. 2004. Effects of the gill parasite *Zeuxapta seriolae* (Monogenea: Heteraxinidae) on the amberjack *Seriola dumerili* Risso (Teleostei: Carangidae). *Aquaculture*, 232: 153-163.
- MOYLE, PB & JJ CECH Jr. 1988. Fishes – an introduction to ichthyology. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 559 p.
- NOGA, EJ. 1996. Fish Disease. Diagnosis and Treatment. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc. 367p.

- OBA, ET, WS MARIANO & LRB SANTOS. 2009. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. In: Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. Embrapa, Amapá- MA. p. 226-247.
- OKAMOTO, MH, LA SAMPAIO & AP MAÇADA. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e sobrevivência de juvenis de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. *Atlântica*, 28: 61-66.
- PERERA, HACC & A PATHIRATNE. 2005. Effects of short term exposure to therapeutic levels of formalin on health status of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka.*, 33: 239-245.
- POERSCH, LH, MHS SANTOS, KC MIRANDA-FILHO & WJ WASIELESKY. 2007. Efeito agudo do nitrato sobre alevinos da tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae). *Bol. Inst. Pesca.*, 33: 247-252.
- RANDI, AS, JM MONSERRAT, EM RODRIGUEZ & LA ROMANO. 1996. Histopathological Effects of Cadmium on the Gills of the Freshwater Fish, *Macropsobrycon Uruguayanae* Eigenmann (Pisces, Atherinidae). *J. Fish Diseases* 19: 311- 322.
- ROMANO, LA & YFO CUEVA. 1988. Lesiones Histológicas Branquiales Atribuibles a Tóxicos en *Odonthestes bonariensis* (Pisces, Atherinidae). *Rev. Assoc. Cienc. Nat.* 19: 135.
- ROWLAND, SJ, M NIXON, M LANDOS, C MIFSUD, P READ & P BOYD. 2006. Effects of formalin on water quality and parasitic monogeneans on silver perch (*Bidyanus bidyanus* Mitchell) in earthen ponds. *Aquaculture Res.*, 37: 869-876.
- SAMPAIO, LA, AH FERREIRA & MB TESSER. 2001. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). *Acta Sci.*, 23: 471-475.
- SCHALCH, SHC, FR MORAES & JRE MORAES. 2006. Efeitos do parasitismo sobre a estrutura branquial de *Leporinus macrocephalus* garavello e britsk, 1988 (Anastomidae) e *Piaractus mesopotamicus* holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 15: 110-115.
- SMITH, CE & RG PIPER, 1972. Pathological effects of formalin treated rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res.*, 29: 328-329.
- STOSKOPF, MK. 1988. Fish chemotherapeutics. In: Tropical Fish Medicine. Veterinary clinics of North America- Small Animal Practice. WB. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, 18(2): 331-348.

- SUBASINGHE RP & YUSOFF, FM. 1993. Retention of formaldehyde in the tissues of two tropical fish species following exposure to therapeutic levels. *Aquaculture Fisheries Management.*, 24: 693-697.
- TORRES, CM, P TRAVASSOS, MB FIGUEIREDO, F HAZIN, DF CAMPOS & F ANDRADE. 2008. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. *Rev. Bras. Ciênc. Agrar.*, 1: 68-73.

6- FIGURAS



Figura 1 - *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T1 (25 mg/L de formalina) com hiperplasia leve. Coloração HE, 40 x. Linha vermelha mostra que a hiperplasia leve acomete menos da metade do filamento branquial.

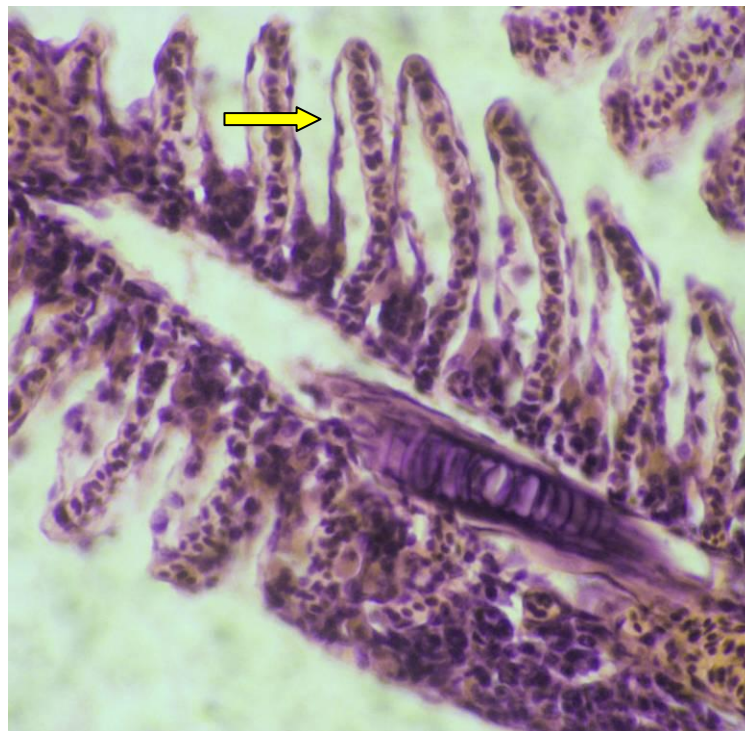


Figura 2 - *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T2 (50 mg/L de formalina) com desprendimento do epitélio respiratório. Coloração HE, 40 x.



Figura 3 - *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T3 (100 e 150 mg/L de formalina) com hiperplasia moderada. Coloração HE, 40 x. Linha vermelha mostra que a hiperplasia moderada acomete mais da metade do filamento branquial.



Figura 4 - *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T5 (150 e 200 mg/L de formalina) com hiperplasia grave. Coloração HE, 40 x. Linha vermelha mostra que a hiperplasia grave acomete todo o filamento branquial.



Figura 5 – *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T5 (200 mg/L de formalina) com atrofia causada pela necrose - perda do epitélio respiratório. Coloração HE, 40 x.

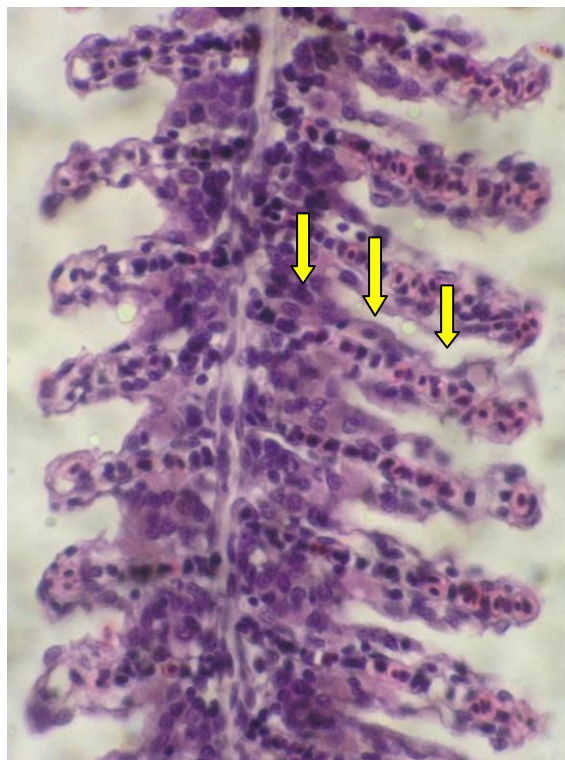


Figura 6 - *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T1-T5 (25-200 mg/L de formalina) com aumento do número das células de cloreto. Coloração HE, 40x.

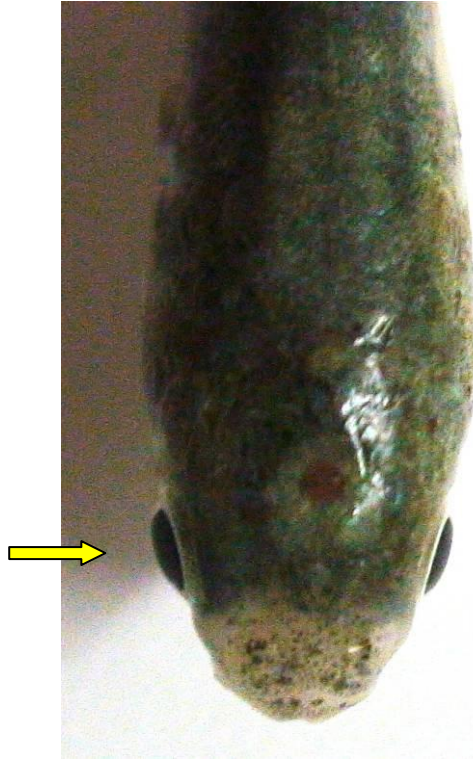


Figura 7: *Mugil platanus*. Juvenil do T1 (200 mg/L de formalina) com exoftalmia. 40 x.



Figura 8 - *Mugil platanus*. Brânquias de juvenis do T1 (25 mg/L de formalina) com Lesão por parasito. Coloração HE, 40 x.

CONCLUSÕES GERAIS

Sobre os juvenis da tainha *Mugil platanus*, no Litoral do Rio Grande do Sul, nas condições em que foram feitos os estudos, pode-se concluir que:

- 1- As brânquias são severamente infestadas por *Ligophorus cf. uruguayense* e por *Solostamenides cf. platyorchis* (Monogenoidea).
- 2- Os intestinos são altamente infectados por Digenea, enquanto que Nematoda tem infecção muito discreta.
- 3- A formalina pode ser utilizada em banhos profiláticos de 1 h de duração, porém a sua CL₅₀-1 h é estimada em 317,73 mg/L e a CL₅₀-96 h em 20,77 mg/L.
- 4- A formalina é um quimioterápico eficiente no controle de Monogenoidea, sendo que 25 mg/L é totalmente eficaz no controle de *Solostamenides cf. platyorchis* e 50 mg/L no controle de *Ligophorus cf. uruguayense*.
- 5- A formalina não é eficaz no controle de Digenea e de Nematoda.
- 6- São indicados banhos profiláticos com 50 mg/L de formalina durante 1 h para o controle de Monogenoidea, pois nesta concentração, as lesões histopatológicas são mais leves.
- 7- As diferenças respostas dos hospedeiros submetidos a banhos profiláticos com formalina, em estudos similares apontam que os resultados encontrados não se estendem a outras espécies já estudadas. A concentração eficaz de um quimioterápico depende da idade do hospedeiro, do quimioterápico, das condições em que é feito o experimento, entre outros fatores.

Com base nestas informações é possível afirmar que os juvenis da tainha *Mugil platanus* no litoral do Rio Grande do Sul são altamente infestados por *Ligophorus cf. uruguayense* e por *Solostamenides cf. platyorchis* (Monogenoidea), porém é possível realizar o controle total destes parasitos através de banhos profiláticos com 50 mg/L de formalina por 1 h, em que as lesões histológicas são leves e a sobrevivência dos peixes é alta.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Este estudo sugere novas pesquisas como:

- 1- Estudar a fauna parasitária da tainha *Mugil platanus* em estágios de vida mais avançados, comparando-a a este estudo, pois esta fauna tende a se diversificar.
- 2- Testar a eficácia da formalina no controle parasitário, nestas concentrações, para tainhas em estágios de vida mais avançados.
- 3- Testar a eficácia da formalina no controle parasitário, em novas concentrações, para tainhas em estágios de vida mais avançados.
- 4- Testar a eficácia da formalina no controle parasitário, para juvenis da tainha *Mugil platanus* com concentrações entre 25 e 50 mg/L.
- 5- Testar a eficácia de outros quimioterápicos no controle parasitário, como levamisol, praziquantel, mebendazol, entre outros.
- 6- Analisar os efeitos histopatológicos da formalina em outras concentrações e de outros quimioterápicos no controle parasitário.
- 7- Analisar a existência de possíveis resíduos dos quimioterápicos no coração, fígado, intestinos, baço e musculatura dos hospedeiros testados, pois alguns estudos mostram que este efeito é observado, o que representa um perigo para o consumo humano desta carne.