

Caio van Tol Aragão Coacci

**CLORETO DE MAGNÉSIO E CLORETO DE SÓDIO NA
PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE *Ichthyophthirius multifiliis*
EM *Pseudoplatystoma* SP. E *Rhamdia quelen***

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Aquicultura da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para obtenção do Grau de
mestre em Aquicultura

Orientador: Luis Alejandro Vinatea Arana

Florianópolis
2017

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

Coacci, Caio van Tol Aragão

Cloreto de magnésio e cloreto de sódio na prevenção e tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp. e *Rhamdia quelen* / Caio van Tol Aragão Coacci ; orientador, Luis Alejandro Vinatea Arana - Florianópolis, SC, 2016.

62 p.

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

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Surubim. 3. Jundiá. 4. Protozoa. 5. Tratamento. I. Vinatea Arana, Luis Alejandro . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Aquicultura. III. Título.

Cloreto de magnésio e cloreto de sódio na prevenção e tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* e *Pseudoplatystoma* sp. e *Rhamdia quelen*

Por

CAIO VAN TOL ARAGÃO COACCI

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

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



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

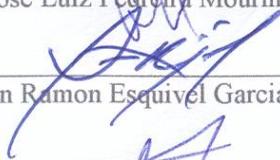
Banca Examinadora:



Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez – *Presidente*



Dr. José Luiz Pedreira Mouriño - UFSC



Dr. Juan Ramon Esquivel Garcia - UNISUL



Dr. Mauricio Laterça Martins - UFSC

AGRADECIMENTOS

À Deus,

Às coisas boas da vida.

À Hermínia van Tol, minha mãe, pelo amor, atenção e paciência.
Sempre presente e participativa.

À Dante Coacci, meu pai, mestre inspirador e exemplo de ser humano. Amigo e parceria pra vida toda.

À família linda que amo tanto.

À Piscicultura Panamá, por disponibilizar suas instalações, peixes e equipamentos necessários para realização do experimento.

À Juan Esquivel pela paciência, hospitalidade e ensinamentos.

À Juan Muelbert e Marcio Martinez pela ajuda e parceria.

Ao orientador Luis Vinatea, por acreditar no meu potencial, e me abrir as portas.

Aos colegas do laboratório AQUOS pela ajuda, em especial a Karen e Eduardo, pelos ensinamentos.

Ao Programa de Pós Graduação em Aquicultura.

À Piscicultura Panamá por disponibilizar suas instalações, peixes e equipamentos necessários para realização do experimento.

À Capes pela bolsa de mestrado.

Ao CNPq por custear parte dos materiais através do projeto 479177/2013-9, aprovado pelo professor orientador.

À Mansão Rústica, família que acolheu os meninos com muito amor e paciência.

Aos amigos de Caraíva, terra amada, colegas de profissão e amigos da ilha, pois um dos segredos da vida é estar entre pessoas positivas.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o uso de cloreto de magnésio (MgCl) e cloreto de sódio (NaCl) no controle de *Ichthyophthirius multifiliis* em juvenis de *Pseudoplatystoma* sp. e *Rhamdia quelen*. Divido em dois ensaios, primeiro testou as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de MgCl e NaCl na prevenção de *I. multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp. e o segundo ensaio testou as mesmas concentrações dos sais do ensaio I no tratamento de *I. multifiliis* em *Rhamdia quelen*. Ambos os ensaios tiveram duração de 15 dias e utilizaram 420 peixes em cada ensaio, dispostos em 7 diferentes sistemas de recirculação providos de 28 caixas plásticas de 20 L com densidade de estocagem 0,75 juvenil/L. No ensaio de prevenção, os animais foram expostos a pós-larvas de tilápias infestadas com *I. multifiliis* como fonte de alimento, e no ensaio de tratamento, os peixes já estavam infestados com intensidade média infecção de 375 ± 98 parasitos por peixe e taxa de prevalência de 100%. Ao final do ensaio de prevenção, apenas nos peixes não tratados, foi encontrado o parasito, com intensidade média de 952 ± 212 e taxa de prevalência de 100%, resultando em 100% de mortalidade no décimo dia de ensaio. Os peixes tratados apresentaram sobrevivência de 100% nas concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio, assim como nas concentrações de 2 e 4 g.L⁻¹ de NaCl e 96,6 % em 6 g.L⁻¹ de NaCl. No ensaio de tratamento, no sétimo dia de experimento foi observada mortalidade acumulada de 100% no sistema de recirculação controle e na avaliação parasitológica de muco da superfície do corpo, o único parasito encontrado foi o *I. multifiliis*, com intensidade média de 1097 ± 192 e taxa de prevalência de 100%, não sendo observado *I. multifiliis* nos tratamentos contendo diferentes concentrações de MgCl e NaCl. O uso de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de sódio e cloreto de magnésio foram eficazes no controle e prevenção de *I. multifiliis* em juvenis de surubins e jundiás.

Palavras-chave: Aquicultura, Surubim, Jundiá, Protozoa, Tratamento

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the use of magnesium chloride (MgCl) and sodium chloride (NaCl) in the control of *Ichthyophthirius multifiliis* in juvenile of *Pseudoplatystoma* sp. and *Rhamdia quelen*. The work is divided into two tests, first was tested concentrations of 2, 4 and 6 g.L⁻¹ of NaCl and MgCl prevention of *I. multifiliis* in *Pseudoplatystoma* sp. and the second trial was tested the same concentrations in the treatment of *I. multifiliis* in *R. quelen*. Both tests had a duration of 15 days and used 420 fish each test, arranged in 7 different recirculating system provided with 28 plastic containers with stock density 0.75 / L. In the trial of prevention, the animals were exposed to tilapia post larvae infested with *I. multifiliis* as a food source, in the treatment trials, the fish were already infested with initial average intensity of 375 ± 98 parasites per fish and prevalence of 100%. At the end of prevention trials only in the recirculation control system we have found the parasite in surubim juveniles, mean intensity of 952 ± 212 and prevalence of 100%, resulting in 100% mortality in the tenth day, while in other systems there was 100% survival at concentrations of 2, 4 and 6 g.L⁻¹ magnesium chloride, as well as the concentrations of 2 and 4 g.L⁻¹ of NaCl and 96.6% at 6 g.L⁻¹ NaCl. In the test treatment on the seventh day the experiment was observed cumulative mortality of 100% in the control recirculation system and in the parasitological evaluation surface mucus, *I. multifiliis* was the only parasite found, with mean intensity 1097 ± 192 and prevalence of 100%. *I. multifiliis* was not observed in treatments containing different concentrations of NaCl and MgCl. The use of 2, 4 and 6 g.L⁻¹ sodium chloride and magnesium chloride were effective in controlling and preventing *I. multifiliis* in juvenile surubins and jundiás.

Key world: Aquaculture, Surubim, Jundiá, Protozoa, Treatment

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 – Juvenil de surubim parasitado por <i>I. multifiliis</i> (Fonte: autor).....	29
Figura 2 – <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (Fonte: autor).....	29
Figura 3 – Número de publicações sobre o protozoário <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> , de 1998 a 2016 acessado em base de dados internacional (Scopus; ISI; ScienceDirect, 2017).....	30

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Relação (Peso x Comprimento) de juvenis de surubim mantidos em diferentes concentrações (2, 4 e 6 g.L ⁻¹) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, durante 15 dias de cultivo.....	43
Figura 2 – Relação (Peso x Comprimento) de juvenis de jundiá mantidos em diferentes concentrações (2, 4 e 6 g.L ⁻¹) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, durante 15 dias de cultivo.....	44
Figura 3 – Taxa de sobrevivência de juvenis de jundiá inicialmente parasitados por <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> e mantidos em diferentes concentrações (0, 2, 4 e 6 g.L ⁻¹) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, durante 15 dias de cultivo.....	45
Figura 4 – Taxa de mortalidade de juvenis de jundiá inicialmente parasitados por <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> e mantidos em diferentes concentrações (0, 2, 4 e 6 g.L ⁻¹) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, durante 15 dias de cultivo.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	15
2	JUSTIFICATIVA.....	31
3	OBJETIVOS.....	33
3.1.	Objetivo Geral	33
3.2.	Objetivos Específicos.....	33
4	CAPITULO 1 - Cloreto de magnésio e cloreto de sódio na prevenção e tratamento de <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> em <i>Pseudoplatystoma</i> sp. e <i>Rhamdia quelen</i>	35
4.1	Introdução.....	36
4.2	Materias e Métodos	38
4.3	Resultados e Discussão.....	43
4.4	Referências Bibliográficas	49
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL	55

1. INTRODUÇÃO GERAL

A piscicultura mundial de água doce em 2012 alcançou a marca de 63,9 milhões de dólares com produção de 38,6 milhões de toneladas, sendo a China a principal responsável pelo aumento na disponibilidade de peixes, devido à sua grande capacidade de produção (FAO, 2014).

No Brasil, a piscicultura de água doce está consolidada, principalmente por meio de investidores do setor de agronegócios vêm o país como futura potência aquícola mundial (SIDONIO, *et al.*, 2012).

Em 2012, o país ocupou a oitava posição no ranking dos maiores produtores de peixes de água doce do mundo, com produção de 611 mil toneladas, com crescimento de 61% entre 2009 e 2011 (FAO, 2014). A região Sul foi a maior produtora de peixes de água doce em 2011, com 153 mil toneladas, representando 28% da produção nacional, sendo que os estados do Paraná (73 mil toneladas) e Santa Catarina (53 mil toneladas) foram os dois maiores produtores seguido do Mato Grosso (48 mil toneladas) (MPA, 2012).

Entre as espécies nativas mais cultivadas, destaca-se a crescente produção dos bagres da ordem dos Siluriformes que alcançou a marca de 16 mil toneladas em 2011, com aproximadamente 9 mil toneladas de Pintado (*Pseudoplatystoma* sp.) e 1,7 mil toneladas de jundiá (*Rhamdia quelen*). Entre os anos de 2003 e 2011 houve um salto na produção de bagres com crescimento de 1074%. Este fato está relacionado ao aumento na capacidade de produção e avanços na área de reprodução e cultivo de espécies nativas com potencial para piscicultura de água doce.

1.2. Biologia e cultivo de peixes Siluriformes

Entre as espécies de peixes brasileiras que ocorrem exclusivamente em ambientes de água doce, a ordem Siluriforme constitui um grupo de peixes que se divide em 11 famílias, compostas por 1045 espécies (BUCKUP *et al.*, 2007). Sendo as espécies dos gêneros *Pseudoplatystoma* sp. e *Rhamdia* sp., pertencentes respectivamente às famílias Pimelodidae e Heptapteridae.

A produção nacional de bagres carnívoros tem aumentado nos últimos anos. Entre os peixes produzidos em escala industrial, destacam-se os cruzamentos interespecíficos artificiais, que utilizam, principalmente, bagres pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma*, cujo principal apelo comercial deve-se à excelente qualidade organoléptica, que os tornam de alto valor comercial para o consumo humano, com

inserção do produto em mercados internacionais exigentes (ISHIKAWA *et al.*, 2012).

1.2.1. Surubim (*Pseudoplatystoma* sp.)

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Infraclasse: Teleostei

Ordem: Siluriformes

Família: Pimelodidae

Gênero: *Pseudoplatystoma*

Conhecidos popularmente como surubim, os peixes do gênero *Pseudoplatystoma* estão entre as espécies de água doce mais importantes do Brasil, com destaque para o pintado *Pseudoplatystoma corruscans* encontrado nas bacias do Paraná e São Francisco e o cachara *Pseudoplatystoma reticulatum* que habita as bacias do Paraná e Amazonas (CAMPOS, 2010). São peixes de couro, com corpo roliço e alongado e cabeça achatada, com três pares de barbilhões próximos à boca, primeiro raio das nadadeiras dorsal e peitorais precedidos por acúleo (BRITSKI *et al.*, 1988). Possuem hábito alimentar carnívoro, predominantemente piscívoro, habitam as zonas bentônicas e são migratórias que percorrem grandes distâncias no período reprodutivo. São piscívoros de hábitos noturnos, alimentam-se de uma grande diversidade de peixes de menor porte e durante o dia permanecem em repouso nas calhas dos rios (CAMPOS, 2010). Realizam piracema nos meses de verão, onde há o aumento da temperatura da água, do fotoperíodo, das chuvas e dos níveis dos rios, desovam uma grande quantidade de pequenos ovos semiflutuantes e não apresentam cuidado parental (SATO E GODINHO, 2003).

Ambas as espécies possuem importância econômica em suas regiões de ocorrência e o declínio acentuado que vêm sofrendo nos rios, onde antes eram encontrados em abundância, é preocupante. Entre os principais fatores que contribuem para o declínio das populações naturais do surubim estão a degradação de seu ambiente natural, construções de represas, pesca predatória, poluição e assoreamento dos rios. Em ambiente selvagem os machos atingem a primeira maturação sexual no segundo e as fêmeas no terceiro ano de vida, quando mantidos em ambiente de cultivo, os machos atingem a maturação no primeiro e fêmeas no segundo ano (CAMPOS, 2010).

Na formação dos plantéis de reprodutores, espécimes normalmente são capturados em habitat natural e mantidos em viveiros com profundidade mínima de 1,0 m e densidade máxima de 200 kg/ha, alimentados com ração extrusada comercial, para peixes carnívoros, com 40% de proteína e diâmetro entre 5 e 8 cm. São mantidos juntos à espécies forrageiras, como curimatá (*Prochilodus* sp.), lambari (*Astyanax* sp.) e tilápia (*Oreochromis* sp.), com objetivo de assegurar uma nutrição adequada, buscando-se bons índices de reprodução. As condições de cultivo podem afetar o desenvolvimento gonadal, principalmente durante a fase de vitelogênese, pois limitações na qualidade ou quantidade do alimento, densidade de estocagem excessiva e estresse podem induzir a reabsorção de ovócitos vitelogênicos, resultando um menor número de ovócitos maduros, ou podem atuar numa fase anterior, impedindo o início da vitelogênese (SATO; GODINHO, 2003; CAMPOS, 2010).

Os peixes pertencentes ao gênero *Pseudoplatystoma*, quando mantidos em ambientes de cultivo deixam de receber vários estímulos ambientais que levariam à maturação final das gônadas e conseqüentemente, à reprodução, assim como ocorre no ambiente natural. Porém em cativeiro, não existe resposta endócrina apropriada para a indução da maturação gonadal final e os ovários se desenvolvem apenas parcialmente. A reprodução artificial deve ser realizada por meio de simulação da resposta endócrina natural, através da aplicação de substâncias análogas aos estímulos hormonais intrínsecos (ISHIKAWA *et al.*, 2012).

Para reprodução em cultivos, é necessário fazer a indução final com hormônios, normalmente utiliza-se extrato hipofisário de carpa, com aplicação intraperitoneal, com dosagens de 5,5 mg por quilo de fêmeas, divididos em duas doses, 0,5 e 5,0 mg/kg, com intervalo de 8 a 14 h, dependendo da temperatura da água e período reprodutivo. Os machos recebem uma única dose de 1,0 a 2,0 mg/kg, simultâneo à aplicação da segunda dose das fêmeas (CAMPOS, 2010). A desova ocorrerá entre 180 e 230 horas-grau e os ovos, de coloração amarelo claro, devem ser incubados em incubadoras de fluxo de água vertical, tipo húngaras, onde a eclosão ocorre por volta de 450 horas-grau (SATO e GODINHO, 2003).

No Brasil, os surubins estão entre os peixes de água doce de maior valor comercial, considerados produtos nobres por apresentarem carne saborosa, com baixo teor de gordura e ausência de espinhas intramusculares. Essas características atendem as preferências atuais e futuras do mercado de peixe, fazendo da carne do surubim um produto

brasileiro de exportação com ótima aceitação tanto no mercado interno como externo, sendo comercializada em grandes redes de supermercados no Brasil, Europa e Estados Unidos (KUBITZA *et al.*, 1998; CREPALDI *et al.*, 2006; INOUE *et al.*, 2009; CAMPOS, 2010; ISHIKAWA *et al.*, 2012).

Entre as espécies nativas mais cultivadas, destaca-se a produção dos híbridos entre pintado e cachara, que em sistema de cultivo apropriado, podem alcançar mais de 1,5 kg no primeiro ano (INOUE *et al.*, 2009). Quando submetidos a engorda e alimentados com ração contendo alto teor de proteína de origem animal, apresentam crescimento satisfatório e boa resistência a variações no oxigênio da água (CAMPOS, 2010). O híbrido proveniente desse cruzamento, popularmente conhecido como surubim, é amplamente difundido no Brasil, sendo poucos os produtores que cultivam peixes puros. Isto acontece devido à facilidade em se obter fêmeas de cachara maduras durante um período mais longo do ano e ao fato do pintado ser uma espécie de grande porte, com carne saborosa, alto valor comercial e crescimento rápido podendo atingir peso superior à 100 kg (KUBITZA *et al.*, 1998; CREPALDI *et al.*, 2006; INOUE *et al.*, 2009; CAMPOS, 2010; ISHIKAWA *et al.*, 2012).

Acredita-se que o surubim híbrido tenha melhores características zootécnicas em comparação às linhagens puras, por exemplo, menor canibalismo, maior rusticidade e manejo alimentar facilitado (CREPALDI *et al.*, 2006; CAMPOS, 2010; ISHIKAWA *et al.*, 2012).

Entre os riscos do cultivo do surubim híbrido está o fato de que são animais férteis, sendo assim, uma possível reprodução de linhagens seguintes poderia comprometer a produção futura, sendo que estas linhagens geralmente apresentam características zootécnicas e comerciais não desejáveis, como por exemplo, menor taxa de crescimento (TOLEDO-FILHO *et al.*, 1994).

As principais limitações do cultivo de surubim, estão relacionadas a produção de juvenis, que apresentam altos índices de mortalidade devido à enfermidades bacterianas e/ou parasitárias. Para alcançar bons índices de sobrevivência é necessário experiência do produtor, estrutura física adequada, qualidade e quantidade de água, alimentação apropriada, manejo sanitário de prevenção e controle de doenças (CAMPOS, 2010). Essa fase de cultivo tem duração média de 40 dias e devido a alta densidade de estocagem, alimentação constante (8 vezes ao dia), intenso manejo de separação por tamanho, é alta a incidência de doenças, tanto por protozoários (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina*

spp. e monogenéticos) como por bactérias (*Flavobacterium columnare*) (VENTURA *et al.*, 2013)

Atualmente, a produção comercial de surubim apresenta alguns obstáculos, dentre eles, a elevada mortalidade na fase jovem, em decorrência da ação do *I. multifiliis*, o que dificulta a produção comercial expressiva (INOUE *et al.*, 2009; CAMPOS, 2010; ISHIKAWA *et al.*, 2011; 2012; PÁDUA *et al.*, 2012). Entre os patógenos causadores de enfermidade que acometem os surubins, os protozoários ciliados têm sido os principais agentes, com destaque para a ictiofitiríase. Atualmente, essa é uma das principais doenças parasitárias que acometem os juvenis de bagres carnívoros (ISHIKAWA *et al.*, 2012).

No manejo dos juvenis de surubim deve-se evitar o estresse, principalmente o térmico e a oscilação brusca de outros parâmetros físicos e químicos da água, pois esses fatores estressores podem desencadear a instalação de parasitos (INOUE *et al.*, 2009; ISHIKAWA *et al.*, 2012). Devido ao intenso canibalismo existente nessa fase é necessário fazer semanalmente a classificação por tamanho, porém essa prática causa estresse o que tende a baixar a imunidade e torná-los mais suscetíveis à infestações por *I. multifiliis*. Segundo (DICKERSON, 2006), surtos de *I. multifiliis* normalmente ocorrem quando os animais estão estressados. O patógeno é um dos principais limitantes na produção de surubim, atingindo os peixes durante o período de larvicultura, alevinagem e engorda (ISHIKAWA *et al.*, 2011, 2012; PÁDUA *et al.*, 2012; JERÔNIMO *et al.*, 2016).

1.2.2. Jundiá (*Rhamdia quelen*)

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Infraclasse: Teleostei

Ordem: Siluriformes

Família: Heptapteridae

Gênero: *Rhamdia*

Espécie: *Rhamdia quelen*

Jundiá é o nome comum dos peixes pertencentes ao gênero *Rhamdia*, possuem ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrados nas principais bacias hidrográficas da América Central e América do Sul, sendo o limite norte de sua ocorrência o sudeste do

México e limite sul o centro da Argentina. O *Rhamdia quelen* é um peixe de couro com três pares de barbilhões na região maxilar, cuja cor varia de marrom-avermelhado a cinza, com a parte ventral do corpo branca (GOMES *et al.*, 2000; BALDISSEROTTO E NETO, 2004, 2010). Em hábitat natural vive em lagos e partes profundas dos rios, com preferência por ambientes de águas calmas, com fundo de lama ou arenoso, junto às margens e áreas de vegetação (GOMES *et al.*, 2000). Possuem hábito alimenta onívoro, com preferência por peixes, insetos, crustáceos, detritos orgânicos e restos vegetais (MEURER; ZANIBONI FILHO, 1997).

A maturidade sexual em ambos os sexos é atingida já no primeiro ano, o período reprodutivo varia conforme a região, no sul do país pode-se considerar entre agosto e março (BALDISSEROTTO E NETO, 2004). Quando prontos para desova, o comportamento reprodutivo da espécie em habitat natural é de formar grandes cardumes e procurar lugares de água calma, rasa e limpa, com fundo formado por pedras (BALDISSEROTTO E NETO, 2010). Há um sincronismo entre machos e fêmeas na hora da desova, a espécie possui ovos semi-densos e não aderentes e não possui cuidado parental. A desova dessa espécie é assíncronica, uma vez que os ovos provêm de populações heterogêneas e são liberados em diversas ocasiões durante o período reprodutivo (GOMES *et al.*, 2000).

Em ambiente de cultivo a espécie possui capacidade de reprodução natural, quando mantidas em condições ambientais favoráveis. Buscado otimizar o rendimento das desovas, produtores da espécie normalmente optam pelo o uso de hormônios para indução final.

A reprodução quando feita em ambiente controlado, segue a mesma metodologia amplamente utilizado na reprodução de outros espécies nativas. É interessante para o produtor induzir a desova, pois assim será possível planejar melhor as diferentes etapas do processo de reprodução. Condições de cultivo controladas permitem um melhor acompanhamento das fases iniciais de criação, o que leva ao aumento na produção final de juvenis prontos para comercialização. Em ambiente de cultivo o jundiá apresentam boa aceitação de ração comercial logo nos primeiro estágios de desenvolvimento, fácil manejo de reprodução, elevado potencial de crescimento, boa eficiência alimentar e resistência as práticas de manejo (BALDISSEROTTO E NETO, 2004).

Em sistema de cultivo apropriado, juvenis apresentam crescimento rápido, podendo atingir 5 cm de comprimento logo no primeiro mês. Esse crescimento é bastante pronunciado nos primeiros anos de vida, onde a taxa de crescimento das fêmeas é maior do que dos

machos. O *R. quelen* apresenta melhor desempenho de crescimento com a elevação da temperatura da água e em ambientes com pouca luz, onde há uma menor disputa por espaço e maior ingestão de alimento (GOMES *et al.*, 2000).

Entre as espécies nativas mais cultivadas no sul do Brasil destaca-se a produção de jundiá *Rhamdia quelen*, bem adaptado às baixas temperaturas do inverno é o peixe nativo com maior presença na piscicultura de água doce dessa região (BALDISSEROTTO E NETO, 2004). Apresenta carne saborosa, de cor clara e sem espinhos intramusculares, que possui ótima aceitação no mercado consumidor. O rendimento médio de filés de 50% é superior ao da tilápia (*Oreochromis niloticus*), umas das espécies mais cultivadas do país (AMARAL, 2013).

A criação de jundiá é uma importante atividade econômica, geradora de alimento e renda nas pequenas comunidades agrícola da região sul. Como espécie nativa, não possui objeções à sua criação em ambientes naturais e pode ser usada em trabalhos de repovoamento de peixes. Seu cultivo tanto em viveiro escavo como em tanques-rede, vem crescendo nos últimos anos e apresentando ótimos resultados, com crescimento durante todas as estações do ano, inclusive no inverno, onde continua se alimentando (GRAEFF, 2013).

Entre os fatores que limitam o crescimento da produção em grande escala estão as exigências tecnológicas e de capital para a produção de juvenis prontos para a fase de engorda em viveiros (BALDISSEROTTO E NETO, 2004, 2010). Juvenis dessa espécie podem ser cultivados com êxito em laboratório pois os melhores resultados em viveiros de engorda estão sendo obtidos com peixes a partir de 5 cm de comprimento (BALDISSEROTTO E NETO, 2010).

A produção comercial da espécie atualmente encontra-se com alguns entraves, dentre eles, elevada mortalidade na fase jovem (3-5 cm) em decorrência da ação do patógeno *I. multifiliis*, um dos principais limitantes para a produção e cultivo de *R. quelen* no Sul do Brasil (CARNEIRO *et al.*, 2005).

1.3. Doenças de bagres sul americanos

Alguns parâmetros como substâncias tóxicas presentes na água, altos teores de amônia, excesso de matéria orgânica, introdução de parasitos no ambiente e variações climáticas podem favorecer a proliferação de organismos que normalmente estão em baixo número e/ou diminuir a resistência do hospedeiro (MORAES; MARTINS, 2004).

Vários são os fatores envolvidos na disseminação de doença no ambiente aquático, como o grau de imunidade dos peixes, habilidade do parasito em infectar o hospedeiro, presença de hospedeiros intermediários e definitivos, bem como os fatores ambientais que são determinantes para a manutenção do equilíbrio no sistema hospedeiro/parasito/ambiente (MORAES; MARTINS, 2004).

Especificamente sobre a sanidade de bagres, pouco se conhece a respeito das estratégias utilizadas no controle e erradicação de doenças. Sabe-se que diferentes fatores influenciam diretamente a sanidade dos animais cultivados (ISHIKAWA *et al.*, 2012)

As enfermidades em peixes de cultivo geralmente ocorrem quando há um desequilíbrio no meio aquático, fatores como alta densidade de estocagem, manuseio incorreto, alimentação inadequada e condições sanitárias impróprias influenciam diretamente no surgimento de doenças. Esses fatores podem provocar estresse e desequilíbrio na homeostase dos peixes, aumentando a vulnerabilidade à parasitos (BALDISSEROTTO E NETO, 2004; MARTINS *et al.*, 2015; JERÔNIMO *et al.*, 2016).

Fases larvais e juvenis de bagres estão constantemente expostos a inúmeros agentes patogênicos quando mantidos em sistema de cultivo, sendo que os parasitos e bactérias tem sido os principais parasitos diagnosticados em unidades produtoras (BALDISSEROTTO E NETO, 2004; ISHIKAWA *et al.*, 2012; PÁDUA *et al.*, 2012). O conhecimento dos principais agentes parasitários e bacterianos que afligem os bagres em fazendas-berçários, bem como suas relações com o ambiente e o peixe hospedeiro, são passos iniciais para o desenvolvimento de estratégias de controle e erradicação mais eficientes (ISHIKAWA *et al.*, 2012).

Em exame parasitológico de surubins híbridos nos primeiros estágios de desenvolvimento, observou-se a presença dos protozoários *Epistylis* sp. e *Trichodina* sp. no muco da superfície corporal e nas brânquias, e *I. multifiliis* no muco e brânquias; Monogenea nas brânquias; e Metacercárias de digenéticos encistadas em brânquias, baço, rins, fígado e intestino (VENTURA *et al.*, 2013). PÁDUA *et al.* (2012) relataram prevalência de infestação por *I. multifiliis*, *Trichodina* sp., *Epistylis* sp., Monogenea e *Henneguya* sp. em juvenis de surubim híbrido, cultivados em “raceways” durante a fase de treinamento alimentar com 5 a 20 cm e peso de 1 a 50 g.

Juvenis de jundiá e surubim (3 a 5 cm) são suscetíveis ao protozoário parasito *I. multifiliis*, o qual provoca grandes perdas em curto espaço de tempo (BALDISSEROTTO E NETO, 2004;

ISHIKAWA *et al.*, 2011). Os bagres são especialmente vulneráveis ao *I. multifiliis* por não possuírem escamas, que serve com umas das principais barreiras para o parasito (NOGA, 2010).

O primeiro estudo que analisou a fauna parasitária das duas espécies de bagres da região do Amazonas (*Trachelyopterus coriaceus* e *Trachelyopterus galeatus*) mostrou, que em ambiente natural, em ambos hospedeiros o *I. multifiliis* foi umas das espécies de parasito dominante (PANTOJA, 2016). JERÔNIMO *et al.* (2013) descreveram a fauna parasitária de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) cultivado em tanque-rede no rio Paraguai, onde o *I. multifiliis* também foi o parasito mais observado.

Ichthyophthirius multifiliis pode ser encontrado em todas as regiões do Brasil, inclusive na região Centro-Norte, onde há menor variação na temperatura da água (MARTINS *et al.*, 2015). ISHIKAWA *et al.* (2011) relatou prevalência de 48% de infestação por *I. multifiliis* em juvenis de surubim híbrido, durante a fase de treinamento alimentar. Assim como JERÔNIMO *et al.* (2016), que observaram prevalência de 96% de *I. multifiliis*, sendo o parasito com maior presença na pele e brânquias de surubins cultivados.

1.3.1. Ictio (*Ichthyophthirius multifiliis*)

Reino Protozoa
 Filo Ciliophora
 Classe Oligohymenophorea
 Ordem Hymenostomatida
 Família Ophryoglenina
 Gênero *Ichthyophthirius*
 Espécie *Ichthyophthirius multifiliis*

Causador da ictiofitiríase, também conhecida como doença dos pontos brancos, *I. multifiliis* é um protozoário ciliado que provoca lesões nas brânquias e pele podendo rapidamente levar à mortalidade em massa (MATTHEWS, 2005; DICKERSON, 2006; FORWOOD, 2014). Considerado um dos protozoários parasitos mais patogênicos para peixes de água doce, pode causar grandes prejuízos aos produtores, possui ocorrência global, podendo ser encontrado em uma ampla gama de peixes de água doce, tanto em regiões temperadas como tropicais, afetando peixes ornamentais, de cultivo e selvagens (SELOSSE e ROWLAND, 1990; DURBOROW *et al.*, 1998; MATTHEWS, 2005; DICKERSON, 2006; PICON-CAMACHO *et al.*, 2012; FORWOOD,

2014). Foi o primeiro protozoário parasito de peixe a ter seu genoma sequenciado (COYNE *et al.*, 2011).

O parasito tem ciclo de vida direto com quatro diferentes estágios: o parasitário trofante, habita a epiderme do peixe e se alimenta de células epiteliais e de glóbulos vermelhos; tomonete, desprende-se do hospedeiro para encistar e iniciar divisão binária, dando origem aos tomitos; teronete, com vida livre é a forma infectante (MATTHEWS, 2005). Segundo FORWOOD (2014), o tempo de desenvolvimento do tomonete até a liberação dos terontes, é diretamente influenciado pela temperatura da água. O ciclo de vida do protozoário possui em média 35 dias na temperatura de 10 °C e a 27 °C apenas dois dias, sendo que a 32 °C sua reprodução é prejudicada (KUBITZA e KUBITZA, 1998). Sua fase reprodutiva é assexuada, podendo produzir de 100 a 1000 indivíduos (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2002). Em experimento realizado por FORWOOD (2014), o número de terontes produzidos foi maior a 25°C, porém tanto em temperaturas acima como abaixo desse valor, houve decréscimo.

A reprodução e sobrevivência de *I. multifiliis* estão diretamente relacionados à concentração de NaCl na água, o número médio de terontes produzidos por cisto variou entre 826 em concentração de 0 g.L⁻¹ e 120 em 5 g.L⁻¹, em concentração maior que este valor a produção de terontes é inibida (AIHUA; BUCHMANN, 2001). O tempo médio para liberação dos terontes possui correlação positiva com a concentração de NaCl, em 0 g.L⁻¹ demora metade do tempo quando comparado a 5 g.L⁻¹.

A principal forma de transmissão é a horizontal, onde os peixes parasitados atuam como fonte de infestação para o restante do lote. Após a dispersão do parasito no ambiente aquático, a água de cultivo atua como veículo de formas infectantes, assim como instrumentos utilizados na piscicultura (puçás, peneiras e redes de arrasto). Deve-se evitar que a água de transporte dos peixes recém-chegados seja despejada diretamente nos viveiros de cultivo, pois essa água atua como meio de transmissão de protozoários, bactérias, fungos e vírus potencialmente patogênicos aos peixes (ISHIKAWA *et al.*, 2012).

O principal sinal clínico da ictiofitiríase é a presença de pontos brancos em toda superfície dos peixes parasitados, incluindo pele, nadadeiras, córnea, cavidade bucal e brânquias. Também é comum observar os peixes exibindo movimentos de fricção contra as paredes, fundo ou telas dos viveiros, devido à ação irritante causada pela movimentação do parasito na pele do peixe. Com o agravamento da condição clínica, é possível observar peixes apáticos, com anorexia, mudança da coloração da pele, aumento da produção de muco,

dificuldade respiratória com aumento dos batimentos operculares e boquejamento na superfície e entrada de água dos viveiros (ISHIKAWA *et al.*, 2012).

Estudos recentes de imunização por vacinação com terontes de *I. multifiliis* em bagre do canal, demonstrou a eficácia do método na prevenção de *I. multifiliis* nessa espécie, sendo que 95% dos peixes imunizados sobreviveram quando desafiado com o parasito (XU *et al.*, 2016). A imunização por vacinação e banho de imersão foi testada também em jundiás e apresentou resultados promissores (TANCREDO *et al.*, 2015). Porém nesse processo de imunização, os peixes adquirem imunidade apenas à cepa de *I. multifiliis* testada, continuando susceptíveis as demais cepas, o que limita a eficácia do método. Martins *et al.* (2011), demonstraram que esse método de imunização não funciona em temperatura baixa (15 °C).

A concentração de 4.80 mg.L⁻¹ de Ferrato de Potássio (K₂FeO₄) preveniu a infestação de *I. multifiliis* em goldfish, devido ao efeito de desinfecção relacionado ao uso do químico (LING *et al.*, 2010). Segundo DICKERSON (2006), o desenvolvimento de métodos de prevenção de ictiofitiríase é uma importante área de estudos em aquicultura, sendo que um dos melhores tratamentos e prevenção é o uso permanente de 2 a 3 g.L⁻¹ de NaCl, muito efetivo em pequenos tanques e sistemas de recirculação (DURBOROW *et al.*, 1998), além de ser barato, seguro e de fácil aplicação (SELOSSE; ROWLAND, 1990).

O NaCl é mais efetivo quando usado em baixas concentrações (1- 5 g.L⁻¹) por período mínimo de uma semana e temperatura próxima dos 25° C, a exposição contínua de peixes infectados com *I. multifiliis*, inibe a produção de terontes a partir dos cistos, diminuindo assim a chance de reinfestação (AIHUA; BUCHMANN, 2001).

O controle e erradicação de *I. multifiliis* se torna muito difícil após sua introdução no sistema de cultivo (SCHELKLE *et al.*, 2011). Em meta análise feita por PICON-CAMACHO *et al.* (2012), avaliaram a utilização de 116 tratamentos testados contra o parasito e a maioria apresentou baixa eficácia. Segundo os autores, *I. multifiliis* possui capacidade de desenvolver resistência devido ao uso contínuo de drogas, o que leva ao aumento da quantidade usada e dos impactos ambientais causados pelo tratamento, demonstrando assim a importância em adotar medidas de controle sanitário, afim de efetivar a profilaxia de ictiofitiríase.

Geralmente, os tratamentos recomendados contra infestações por *I. multifiliis* são agentes químicos: verde de malaquita, formalina, sulfato de cobre, azul de metileno e permanganato de potássio (TIEMAN;

GOODWIN, 2001; SRIVASTAVA *et al.*, 2004; CARNEIRO *et al.*, 2005; FORWOOD, 2014). Porém muitos desses químicos são substâncias perigosas de uso restrito, como por exemplo o verde de malaquita, um agente químico carcinogênico que permanece nos tecidos dos peixes tratados e o consumo de sua carne oferece risco para saúde humana (SRIVASTAVA *et al.*, 2004). CARNEIRO *et al.* (2005) registrou altas taxas de mortalidade logo após o primeiro banho com formalina comercial (0,2 mL/L), indicando elevada sensibilidade do jundiá a esta substância, bem como o uso de permanganato de potássio na concentração 1,3 mL/L que apresentou altas taxas de mortalidade seis dias após o início do experimento, indicando pouca eficiência destes produtos químicos no tratamento de *I. multifiliis* em jundiá.

Diferentes sais podem ser usadas com eficácia, na redução do estresse e na prevenção e tratamento de ectoparasitos (NOGA, 2010). O NaCl é o segundo produto mais usado no tratamento de infestações por *I. multifiliis*, sendo liberado para uso pelas principais agências regulamentadoras de produtos químicos para aquicultura incluindo as agências Norte-Americanas e Européias (Picon-Camacho *et al.*, 2012). Diversos autores relataram bons resultados com o uso desse sal no controle deste protozoário (SELOSSE; ROLAND, 1990; TONGUTHAI, 1997; MIRON *et al.*, 2003; GARCIA *et al.*, 2007; MELO *et al.*, 2015).

O cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido como sal comum, é utilizado para tratar e prevenir uma ampla gama de patógenos de peixes de água doce (Dinoflagelados, Monogenias, Bactérias, Protozoários) (LIO-PO *et al.*, 2014). Os ectoparasitos em especial são severamente afetados pela presença de NaCl, o sal provoca a desidratação do parasito, já que estes possuem menor capacidade de osmorregulação se comparados aos peixes hospedeiros, devido a menor área superficial em relação ao volume (SCHELKLE *et al.*, 2011).

A redução na mortalidade em bagre americano experimentalmente desafiado com *Flavobacterium columnare* e mantidos em salinidade de 1 % indica que essa concentração de sal pode ser útil na redução das perdas por bacterioses em sistemas de cultivo onde a salinidade pode ser facilmente ajustada, como sistemas de recirculação de água (ALTINOK; GRIZZLE, 2001).

Segundo FORWOOD (2014) a sensibilidade do *I. multifiliis* à presença de NaCl na água tem aplicações na prevenção e tratamento do parasito, especialmente em sistemas com baixa troca de água, como por exemplo os sistemas fechados de recirculação. A eficácia do uso de NaCl depende dos seguintes fatores: peixe hospedeiro, cepa do parasito,

método de aplicação, temperatura e concentração do sal (MIRON *et al.*, 2003; SCHELKLE *et al.*, 2011).

O jundiá adaptou-se bem às concentrações de 0 a 8 g.L⁻¹ de NaCl durante 15 e 30 dias de exposição. Essa salinidade não influenciou nos parâmetros hematológicos, e os peixes não sofreram estresse osmótico durante o período de avaliação, pois não houve variação significativa da hemoglobina e do hematócrito (CAMARGO *et al.*, 2006). Como os juvenis de jundiá (6 cm) suportam concentrações de até 9g/L pelo período de 96h, o sal comum (NaCl) em menores concentrações pode ser testado na prevenção e tratamento de patógenos que ocorrem nessa espécie (MARCHIORO; BALDISSEROTTO, 1999).

Juvenis de jundiá infestados com *I. multifiliis* foram tratados com diferentes concentrações de NaCl (0, 1, 2, 4 g.L⁻¹) durante 23 dias e observou-se que a sobrevivência está diretamente relacionada a concentração desse sal (MIRON *et al.*, 2003). Quando testado 4 g.L⁻¹ nas mesmas condições de cultivo, durante um período de 45 dias, observou-se sobrevivência de 100%, indicando que o NaCl é uma alternativa para o tratamento de juvenis de *Rhamdia quelen* parasitados por *I. multifiliis*.

O cultivo de espécies de água doce em ambientes com aproximadamente 3 g.L⁻¹ de sal pode diminuir a perda de íons para o meio reduzindo assim o gasto energético com osmorregulação e aumentando o crescimento e sobrevivência (BALDISSEROTTO, 2013). Em sistemas de recirculação de água o uso de NaCl ajuda a reduzir problemas com parasitos e fungos, bem como ameniza a irritação do epitélio branquial, além de não interferir no funcionamento do filtro biológico (KUBITZA, 2007). Concentrações tóxicas de nitrito podem ocorrer em sistemas de cultivo onde ocorre a recirculação de água e a aplicação de sal na água ameniza o potencial tóxico do nitrito aos peixes (TAKATA; LUZ, 2015). Segundo Arana (2010) a presença de íons cloreto aumenta a resistência dos animais aos efeitos negativo da alta concentração de nitrito. O NaCl aumenta a estabilidade do meio de cultivo, neutralizando o nitrito da água e impedindo a formação de amônia tóxica (MORAES; MARTINS, 2004).

O sal reduz o estresse nos peixes de cultivo, podendo levá-los a uma maior sobrevivência após diversas práticas na piscicultura. Apesar do grande benefício do sal, grande parte dos produtores desconhece as possibilidades de uso desse produto. Porém, faz-se necessário conhecer a tolerância de sal para cada espécie de peixe, também as concentrações e o tempo adequados para cada finalidade (TAKATA; LUZ, 2015), afim de estabelecer medidas profiláticas adequadas para controlar as perdas e

evitar a disseminação de parasitos para as demais fases de produção (VENTURA *et al.*, 2013).

1.4. Cloreto de magnésio (MgCl)

O uso das misturas de diferentes sais, favorece os peixes durante tratamentos de longa duração, por conter importantes minerais como por exemplo o magnésio (Mg^{2+}) (NOGA, 2010). O Mg participa diretamente na adaptação respiratória dos peixes, osmorregulação, impulso muscular, metabolismo do tecido esquelético, síntese de proteínas, crescimento e homeostase mineral nos tecidos dos peixes de água doce (HOUSTON, 1984; VAN DER VELDEN *et al.*, 1990; BIJVELDS *et al.*, 1997). Sua via de obtenção pode ser tanto pela dieta como pela água de cultivo, sendo rim, intestino e brânquias, os órgãos responsáveis pela absorção (VAN DER VELDEN *et al.*, 1990). Em trutas alimentadas sem o mineral, a concentração de 46 mg/L na água de cultivo, foi suficiente para atender as exigências nutricionais de magnésio da espécie (SHEARER; ASGARD, 1992).

Deficiência de magnésio em peixes de água doce pode causar redução no crescimento, aumento na mortalidade, degeneração das fibras musculares e dos filamentos branquiais, deformidade esquelética, menor mineralização óssea, nefrocalcinose (excesso de cálcio depositado no rim), anorexia e letargia (COWEY *et al.*, 1977; OGINO *et al.*, 1978; KNOX *et al.*, 1981; GATLIN *et al.*, 1982). Em meta análise feita por PICON-CAMACHO *et al.* (2012), analisou-se os principais métodos atuais de controle de *I. multifiliis* e não há menção ao uso de cloreto de magnésio no combate ao parasito.

Devido à escassez de trabalhos relacionados ao uso deste sal na prevenção de parasitos de peixes de água doce, o presente estudo tem como objetivo analisar diferentes concentrações de cloreto de magnésio e cloreto de sódio na prevenção e tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* em juvenis de surubim e jundiá. O NaCl, por ser amplamente utilizado no controle de *I. multifiliis* nas duas espécies, foi escolhido como produto de comparação com o MgCl, sendo que ambos foram testados nas mesmas concentrações afim de comparar os resultados obtidos.

Os dois sais possuem as mesmas classificações segundo o Sistema de Rotulagem de Substancias Perigosas da União Européia (Directiva 67/548/EEC), sendo produtos que não causam riscos para humanos e ao meio ambiente. No Brasil há diversos produtos quimioterápicos que são usados na profilaxia e tratamento de

enfermidades de peixes, porem apenas o sal comum têm aprovação para uso na aquicultura segundo o (MAPA) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (TAKATA; LUZ, 2015).

A dissertação esta dividida em introdução geral e um capítulo na forma de nota científica, redigido segundo as normas ABNT.

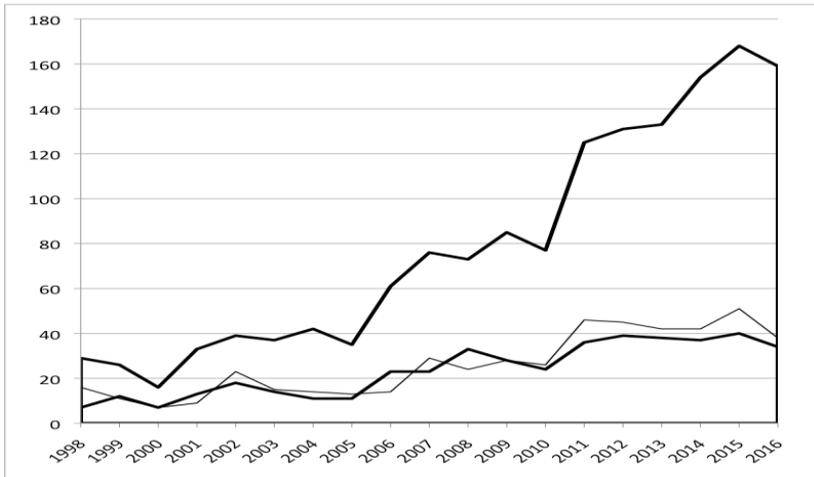
Figura 1. Juvenil de surubim parasitado por *I. multifiliis*. (Fonte: autor).



Figura 2. *Ichthyophthirius multifiliis* (Fonte: autor).



Figura 3. Número de publicações sobre o protozoário *Ichthyophthirius multifiliis*, de 1998 a 2016 acessado em base de dados internacional. Fontes – Scopus; – ISI; – ScienceDirect, (2017).



2. JUSTIFICATIVA

Surubim e jundiá estão entre as espécies nativas brasileiras com maior potencial de cultivo, bem adaptados às condições das regiões onde ocorrem, apresentam crescimento rápido e ótima aceitação. Contudo, a produção encontra-se com alguns entraves, dentre eles, elevada mortalidade durante a fase jovem em decorrência da ação do parasito *Ichthyophthirius multifiliis*, o que dificulta uma produção comercial expressiva. Geralmente, os tratamentos recomendados contra infestações por *I. multifiliis* são agentes químicos perigosos e de uso restrito, que muitas vezes causam grandes impactos ao ambiente, e conseqüentemente aos peixes e a quem os manipulam. Nesse contexto faz-se necessário estudos para desenvolver estratégias de prevenção e tratamentos de parasitos em bagres cultivados. O uso da misturas de diferentes sais, favorece os peixes durante tratamentos de longa duração, por conter importantes minerais como por exemplo o magnésio (Mg^{2+}). Entre os benefícios do magnésio para os peixes de água doce estão; aumento no crescimento, ganhe de peso e sobrevivência. O Mg participa diretamente de diversos processo fundamentais para o desenvolvimento dos peixes, como formação do tecido esquelético, homeostase mineral, síntese de proteínas e osmorregulação. A importância de trabalho esta em avaliar o uso de cloreto de magnésio como possível método alternativo ao controle de *I. multifiliis* em peixes de água doce. Foi analisado de forma comparativa ao cloreto de sódio, tratamento este já utilizado na prevenção e tratamento do parasito em juvenis de surubim e jundiá, tendo em vista os benefícios do magnésio e a inexistência de experimentos que utilizem o sal MgCl.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar diferentes concentrações de cloreto de magnésio e cloreto de sódio em água de cultivo na prevenção e tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp. e *Rhamdia quelen*.

3.2. Objetivos Específicos

Utilizar as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio e cloreto de sódio na prevenção de *Ichthyophthirius multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp. mantidos em sistema de recirculação

Utilizar as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio e cloreto de sódio no tratamento de *Rhamdia quelen* mantidos em sistema de recirculação contra ao *Ichthyophthirius multifiliis*

4. CAPÍTULO 1 - Cloreto de magnésio e cloreto de sódio na prevenção e tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* EM *Pseudoplatystoma* SP. E *Rhamdia quelen*

Caio van Tol Aragão Coacci¹e Luis Alejandro Vinatea Arana¹

¹Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil.

Resumo - O objetivo deste estudo foi analisar o uso de cloreto de magnésio (MgCl) e cloreto de sódio (NaCl) no controle de *Ichthyophthirius multifiliis* em juvenis de *Pseudoplatystoma* sp. e *Rhamdia quelen*. Divido em dois ensaios, primeiro testou as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de MgCl e NaCl na prevenção de *I. multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp. e o segundo ensaio testou as mesmas concentrações dos sais do ensaio I no tratamento de *I. multifiliis* em *Rhamdia quelen*. Ambos os ensaios tiveram duração de 15 dias e utilizaram 420 peixes em cada ensaio, dispostos em 7 diferentes sistemas de recirculação providos de 28 caixas plásticas de 20 L com densidade de estocagem 0,75 juvenil/L. No ensaio de prevenção, os animais foram expostos a pós-larvas de tilápias infestadas com *I. multifiliis* como fonte de alimento, e no ensaio de tratamento, os peixes já estavam infestados com intensidade média infecção de 375 ± 98 parasitos por peixe e taxa de prevalência de 100%. Ao final do ensaio de prevenção, apenas nos peixes não tratados, foi encontrado o parasito, com intensidade média de 952 ± 212 e taxa de prevalência de 100%, resultando em 100% de mortalidade no décimo dia de ensaio. Os peixes tratados apresentaram sobrevivência de 100% nas concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio, assim como nas concentrações de 2 e 4 g.L⁻¹ de NaCl e 96,6 % em 6 g.L⁻¹ de NaCl. No ensaio de tratamento, no sétimo dia de experimento foi observada mortalidade acumulada de 100% no sistema de recirculação controle e na avaliação parasitológica de muco da superfície do corpo, o único parasito encontrado foi o *I. multifiliis*, com intensidade média de 1097 ± 192 e taxa de prevalência de 100%, não sendo observado *I. multifiliis* nos tratamentos contendo diferentes concentrações de MgCl e NaCl. O uso de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de sódio e cloreto de magnésio foram eficazes no controle e prevenção de *I. multifiliis* em juvenis de surubins e jundiás.

Palavras-chave: Surubim, Jundiá, Protozoa, Tratamento

1. Introdução

As enfermidades em peixes de cultivo geralmente ocorrem quando há desequilíbrio no meio aquático, fatores como alta densidade de estocagem, manuseio incorreto, alimentação inadequada e condições sanitárias impróprias influenciam diretamente no surgimento de doenças. Esses fatores podem provocar estresse e desequilíbrio na homeostase dos peixes, aumentando a vulnerabilidade à parasitos (Baldisserotto e Neto, 2004; Moraes; Martins, 2004; Martins *et al.*, 2015; Jerônimo *et al.*, 2016).

Atualmente, a produção comercial de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) e jundiá (*Rhamdia quelen*) encontra-se com alguns obstáculos, dentre eles, a elevada mortalidade na fase jovem, em decorrência da ação do *Ichthyophthirius multifiliis*, o que dificulta uma produção comercial expressiva. Entre os parasitos causadores de enfermidade que acometem bagres, os protozoários ciliados têm sido os principais agentes, com destaque para a ictiofitiríase. Atualmente, essa é uma das principais doenças parasitárias que acometem os juvenis de bagres (Baldisserotto e Neto, 2004; Inoue *et al.*, 2009; Baldisserotto e Neto, 2010; Campos, 2010; Ishikawa *et al.*, 2011, 2012; Pádua *et al.*, 2012).

Causador da ictiofitiríase, também conhecida como doença dos pontos brancos, *I. multifiliis* é um protozoário ciliado que provoca lesões nas brânquias e pele podendo rapidamente levar à mortalidade em massa (Matthews, 2005; Dickerson, 2006; Forwood, 2014). Foi o primeiro protozoário parasito de peixe a ter seu genoma sequenciado (Coyne *et al.*, 2011). Considerado um dos protozoários parasitos mais patogênico para peixes de água doce, pode causar grandes prejuízos aos produtores, possui ocorrência global, podendo ser encontrado em uma ampla gama de peixes de água doce, tanto em regiões temperadas como tropicais, afetando peixes ornamentais, de cultivo e selvagens (Selosse e Rowland, 1990; Durborow *et al.*, 1998; Matthews, 2005; Dickerson, 2006; Picon-Camacho *et al.*, 2012; Forwood, 2014).

O controle e erradicação de *I. multifiliis* se torna muito difícil após sua introdução no sistema de cultivo (Schelkle *et al.*, 2011). Em meta análise feita por Picon-Camacho *et al.* (2012), avaliou-se a utilização de 116 tratamentos testados contra o parasito e a maioria apresentou baixa eficácia. Segundo os autores, *I. multifiliis* possui capacidade de desenvolver resistência devido ao uso contínuo de drogas, o que leva ao aumento da quantidade empregada e dos impactos ambientais causados pelo tratamento, demonstrando assim a importância

em adotar medidas de controle sanitário, afim de efetivar a profilaxia de ictiofitiríase.

Geralmente, os tratamentos recomendados contra infestações por *I. multifiliis* são agentes químicos: verde de malaquita, formalina, sulfato de cobre, azul de metileno e permanganato de potássio (Tieman; Goodwin, 2001; Srivastava *et al.*, 2004; Carneiro *et al.*, 2005; Forwood, 2014). Porém muitos desses químicos são substâncias perigosas de uso restrito, como por exemplo o verde de malaquita, um agente químico carcinogênico que permanece nos tecidos dos peixes tratados, oferecendo riscos à saúde humana caso haja consumo de sua carne (Srivastava *et al.*, 2004). A exemplo Carneiro *et al.* (2005) registraram altas taxas de mortalidade logo após o primeiro banho com formalina comercial (0,2 mL/L), indicando elevada sensibilidade do jundiá a esta substância, bem como o uso de permanganato de potássio na concentração 1,3 mL/L que apresentou altas taxas de mortalidade seis dias após o início do experimento, indicando pouca eficiência destes produtos químicos no tratamento de *I. multifiliis* em jundiá.

Diferentes formas de sais podem ser usadas com eficácia na redução do estresse e na prevenção e tratamento de ectoparasitos (Noga, 2010). O cloreto de sódio (NaCl) é o segundo produto mais usado no tratamento de infestações por *I. multifiliis*, sendo liberado para uso pelas principais agências regulamentadoras de produtos químicos para aquicultura incluindo as agências Norte-Americanas e Européias (Picon-Camacho *et al.*, 2012). Diversos autores relataram bons resultados com o uso desse sal no controle deste protozoário (Selosse; Roland, 1990; Tonguthai, 1997; Miron *et al.*, 2003; Garcia *et al.*, 2007).

O NaCl, popularmente conhecido como sal comum, é utilizado para tratar e prevenir uma ampla gama de patógenos de peixes de água doce (Dinoflagelados, Monogenea, bactérias, protozoários) (Lio-Po *et al.*, 2014). Os ectoparasitos em especial são severamente afetados pela presença de NaCl, o sal provoca a desidratação do parasito, já que estes possuem menor capacidade de osmorregulação se comparados aos peixes hospedeiros, devido a menor área superficial em relação ao volume (Schelkle *et al.*, 2011).

O uso da misturas de diferentes sais, favorece os peixes durante tratamentos de longa duração, por conter importantes minerais como por exemplo o magnésio (Mg^{2+}) (Noga, 2010). O Mg participa diretamente na adaptação respiratória dos peixes, osmorregulação, impulso muscular, metabolismo do tecido esquelético, síntese de proteínas, crescimento e homeostase mineral nos tecidos dos peixes de água doce (Houston, 1984; Van Der Velden *et al.*, 1990; Bijvelds *et al.*, 1997). Sua

via de obtenção pode ser tanto pela dieta como pela água de cultivo, sendo rim, intestino e brânquias, os órgãos responsáveis pela absorção (Van Der Velden *et al.*, 1990).

Deficiência de magnésio em peixes de água doce pode causar redução no crescimento, aumento na mortalidade, degeneração das fibras musculares e dos filamentos branquiais, deformidade esquelética, menor mineralização óssea, nefrocalcinose (excesso de cálcio depositado no rim), anorexia e letargia (Cowey *et al.*, 1977; Ogino *et al.*, 1978; Knox *et al.*, 1981; Gatlin *et al.*, 1982). Segundo Picon-Camacho *et al.*, (2012), não existe menção ao uso de cloreto de magnésio no combate ao parasito.

Devido à escassez de trabalhos relacionados ao uso do sal e cloreto de magnésio na prevenção de parasitos de peixes de água doce, o presente estudo teve como objetivo analisar diferentes concentrações de cloreto de magnésio em comparação ao uso tradicional do cloreto de sódio na prevenção e tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp. e *R. quelen*.

2. Matérias e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório de reprodução de peixes da Piscicultura Panamá, localizado no estado de Santa Catarina, Brasil (latitude 27° 57' 38" S, longitude 48° 45' 27" W). Testou-se as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio (MgCl) em comparação ao cloreto de sódio (NaCl) na prevenção de juvenis de *Pseudoplatystoma* sp frente ao *I. multifiliis* e tratamento de juvenis de *R. quelen* infestados com o parasito.

2.1. Delineamento experimental

As duas espécies foram adquiridas de piscicultura comercial (latitude 27° 57' 40" S, longitude 48° 45' 30" W) localizada no município de Paulo Lopes, Santa Catarina, Brasil e aclimatados durante 7 dias em caixas circulares de fibra de 2000 L conectadas a sistemas de recirculação de água com capacidade de 35000 L, equipado com filtro mecânico, filtro biológico e controle de temperatura.

Ambos os experimentos tiveram duração de 15 dias sendo utilizados seis tratamentos e o controle, conduzidos em 7 diferentes sistemas de recirculação, cada sistema com uma concentração de sal. Estes sistemas eram providos de 4 caixas plásticas retangulares de 80 cm por 40 cm de 20 L, utilizadas como unidades experimentais e

povoadas inicialmente com 15 peixes cada, com densidade média de estocagem de 0,75 kg/m³.

Os tratamentos consistiram em MgCl₂ com 2 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio, MgCl₄ com 4 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio, MgCl₆ com 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio, NaCl₂ com 2 g.L⁻¹ de cloreto de sódio, NaCl₄ com 4 g.L⁻¹ de cloreto de sódio, NaCl₆ com 6 g.L⁻¹ de cloreto de sódio e controle com 0 g.L⁻¹. Os sais utilizados foram cloreto de magnésio (MgCl) (Vetec – 99%) e cloreto de sódio (NaCl) (Vetec – 99%), foram adicionados previamente em cada sistema de recirculação antes do povoamento.

A mortalidade dos peixes foi registrada diariamente e os animais eram considerados mortos quando não apresentavam movimento do opérculo e nadadeiras e não havia resposta a estímulos mecânicos (Yao *et al.*, 2010). Peixes considerados mortos eram retirados das unidades e ao final foi calculada a taxa de sobrevivência (%).

Ao final dos ensaios foram escolhidos aleatoriamente 10 peixes por tratamento (6 tratamentos) e anestesiados com Eugenol (75 mg/L) para biometria. O comprimento foi obtido com o auxílio de paquímetro digital 150/6” (Messen, Brasil) e o peso com balança digital de precisão FA-2104N (Celtac, Brasil).

2.2. Sistemas de recirculação

Foram utilizados 7 sistemas fechados de recirculação de água. Cada sistema contava com um tanque plástico cilíndrico de 80 L que serviu como reservatório, onde havia aeração constante fornecida por pedra porosa ligada a um aerador de 100 w. A partir do reservatório, a água foi conduzida por gravidade com vazão média de 4 L/min para 4 unidades experimentais. Estas possuíam um cano de PVC de 20 mm utilizado como controle de nível, por onde foi coletada a água e encaminhada para o sistema de filtragem, composto por filtro mecânico e filtro biológico, disposto em caixa plástica retangular de 80 cm por 40 cm com capacidade de 35 L. Este foi conectado a um tanque plástico cilíndrico de 60 litros, de onde era feito o recalque da água com auxílio de bomba submersa de 35 w controlada por bóia de nível.

Durante os ensaios não houve renovação, foi feita apenas reposição da água perdida na limpeza e a por evaporação. Uma vez ao dia todas as unidades experimentais eram limpas por sifonamento com auxílio de mangueira plástica de 5 mm para remoção de material orgânico depositado no fundo. A taxa diária de recirculação e de reposição de água foi em média 700% e 2,5% respectivamente.

2.3. Qualidade de água

Aproximadamente 4000 L de água foram utilizados do sistema de recirculação da propriedade para maturação do sistema. Os parâmetros físico químicos de qualidade de água foram os seguintes: temperatura (25 °C), oxigênio (7 mg /L), salinidade (0 g.L⁻¹), alcalinidade (10 mg CaCO₃ /L), pH (7), amônia Total – N (0,2 mg/L), nitrito (0,05 mg N-NO₂/L) e nitrato (3 mg N-NO₃/L).

Durante os ensaios os dados de qualidade de água foram coletados com intervalos de 72 h. Temperatura (25,60 ± 0,76 °C) e oxigênio (7,07 ± 0,5 mg/L) foram medidos com oxímetro digital (Alfakit, Florianópolis, SC). Salinidade (0, 1, 2, 3, 2, 4, 6,) g.L⁻¹ para o controle e os tratamentos com 2, 4, 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio e cloreto de sódio respectivamente, foi obtida com auxílio de condutivímetro digital EcoSense EC300A (YSI Incorporated, EUA). Alcalinidade (10 ± 0,50 mg CaCO₃ /L), pH (7 ± 0,5), amônia total – N (0,74 ± 0,30 mg/L), nitrito (0,08 ± 0,04 mg N-NO₂/L) e nitrato (5,50 ± 0,5 mg N-NO₃/L), foram medidos com kit colorimétrico (Alfakit, Florianópolis, SC).

2.4. Ensaio de prevenção

Utilizou-se as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio (MgCl) e cloreto de sódio (NaCl) na prevenção de *I. multifiliis* em *Pseudoplatystoma* sp, cada concentração de sal foi estabelecida em diferentes sistemas de recirculação.

Foram selecionados 440 juvenis de surubim híbrido (*P. corruscans* macho x *P. reticulatum* fêmea) com (3 ± 0,37 cm e 0,2 ± 0,07 g), adquiridos de uma piscicultura comercial (latitude 27° 57' 40" S, longitude 48° 45' 30" W) localizada no município de Paulo Lopes, Santa Catarina, Brasil.

Antes do início do ensaio, 20 peixes foram anestesiados com Eugenol (75 mg/L), foi medido peso (g) e comprimento total (cm) e feito avaliação parasitológica somente de muco de superfície, segundo metodologia proposta por Jerônimo *et al.* (2012). Na avaliação parasitológica inicial observou-se taxa de prevalência 0%, confirmando a ausência de parasitos nos juvenis antes do início do experimento.

Foi utilizado como alimento e possível via de infestação natural de *I. multifiliis*, pós larvas de tilápia (*Oreochromis niloticus*) (comprimento médio 9,65 ± 0,92 mm) com sinais visuais externos do

parasito (pontos brancos na superfície do corpo). O fornecimento foi feito quatro vezes ao dia durante todo período experimental.

As pós larvas de tilápia foram coletadas semanalmente em viveiro escavado de 1000 m² de área, povoado com 1500 reprodutores de tilápia, com densidade de estocagem de 1,5 peixes por m² em uma proporção de um macho para duas fêmeas. O processo de captura das nuvens de pós larvas, foi feito utilizando-se rede com malha de 0,5 mm e dimensões de 1,5 metros de altura por 2 metros de comprimento.

As pós larvas coletadas foram transferidas com auxílio de peneira para uma caixa plástica retangular de 80 cm por 40 cm, revestida internamente com malha de 1 mm e adaptada para flutuar. Após esse processo, as pós larvas foram colocadas em baldes de 20 L e transportadas para o laboratório onde foram acondicionadas em caixa plástica circular de 500 L e mantidas em sistema de circulação de água aberto sem aquecimento e alimentadas 2 vezes ao dia com ração em pó (Nicoluzzi, Brasil), com os seguintes níveis de garantia: Proteína Bruta (min) 400 g/kg; Umidade (máx) 125 g/kg; Extrato Etéreo (min) 80 g/kg; Matéria Fibrosa (máx) 35g/kg.

2.5. Análise parasitológica

Para avaliação parasitológica dos juvenis o muco de superfície foi coletado ao final do experimento e escolhidos aleatoriamente 12 peixes por tratamento (7 tratamentos) onde foram previamente anestesiados com Eugenol (75 mg/L) e eutanasiados por comoção cerebral, o tegumento foi raspado com lâmina, no sentido cabeça-cauda e o muco coletado em placas de Petri e transferido para frascos plásticos com 50 ml de álcool 70% . O material coletado passou por análise no laboratório Sanidade de Organismos Aquáticos (AQUOS) do departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, segundo metodologia proposta por Jerônimo *et al.* (2012): A amostra foi homogeneizada, 1 ml foi retirado com auxílio de pipeta de plástico, transferido para câmara de Sedwick Rafter e levado ao microscópio (Coleman) para contagem dos parasitos.

A partir dos resultados obtidos calculou-se a taxa de prevalência e intensidade média do parasito, conforme Bush *et al.* (1997). taxa de prevalência = (número de peixes infectados/número de peixes analisados) x 100; intensidade média = número total do parasito na amostra/número de peixes infectados pelo parasito.

2.6. Ensaio de tratamento

Utilizou-se as concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio e cloreto de sódio no tratamento de *Ichthyophthirius multifiliis* em juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* (5,38 ± 0,54 cm e 1,01 ± 0,27 g), com sinais visuais de infestação pelo parasito. Cada concentração de sal foi estabelecida em diferentes sistemas de recirculação.

Foram selecionados 490 juvenis com alto grau de infestação (mais de 30 pontos brancos na superfície do corpo). Afim de iniciar o experimento com um grupo de peixes com mesmo grau de infestação, foi elaborado protocolo de controle visual da infestação semelhante à metodologia realizada por Melo *et al.* (2015), que consistiu na contagem dos pontos brancos presentes na superfície do corpo do peixe e separação em grupos com diferentes graus de infestação.

Um total de 70 peixes foram anestesiados com Eugenol (75 mg/L), para biometria e avaliação parasitológica de muco de superfície, segundo metodologia descrita anteriormente. Na avaliação parasitológica inicial o único parasito encontrado foi o *I. multifiliis* com intensidade média de 375 ± 98 e taxa de prevalência de 100%, confirmando a presença do parasito nos juvenis de jundiá antes do início do experimento.

Durante o ensaio os peixes foram alimentados 4 vezes ao dia até a saciedade aparente com ração comercial para juvenis (Nicoluzzi, Brasil), com os seguintes níveis de garantia: Proteína Bruta (min) 400 g/kg; Umidade (máx) 125 g/kg; Extrato Etéreo (min) 80 g/kg; Matéria Fibrosa (máx) 35g/kg;

2.7. Análise estatística

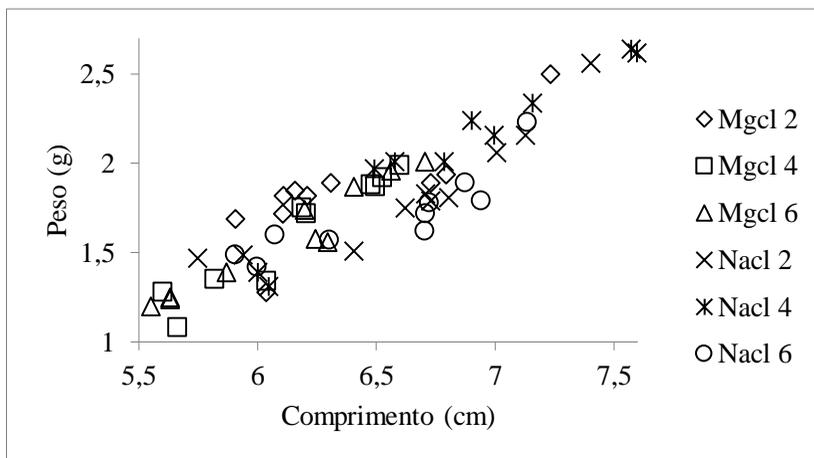
Todos os resultados obtidos (sobrevivência, intensidade média final do parasito e taxa de prevalência final) foram analisados usando teste Qui-Quadrado, não paramétrico para toda população de peixes mantidas nos diferentes sistemas de recirculação, já que os mesmos não eram providos de sistemas de desinfecção entre as quatro unidades experimentais de cada sistema de recirculação. Para comparação do crescimento dos animais nos diferentes ensaios, foi confeccionado um gráfico de relação entre peso-comprimento dos juvenis mantidos sob as condições experimentais.

3. Resultados e Discussão

Ao final do ensaio de prevenção somente nos animais controle foi encontrado *I. multifiliis*, o qual apresentou taxa de prevalência final de 100%, que difere dos demais tratamentos ($\chi^2 = 6656$, Gl = 6, $p = 0$). A intensidade média final de 952 ± 212 observada no controle, difere dos demais tratamentos ($\chi^2 = 7375$, Gl = 6, $p = 0$) com 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de Cloreto de magnésio e cloreto de sódio.

Os peixes não tratados apresentaram 100% de mortalidade no décimo dia de experimento, enquanto nos demais tratamentos houve sobrevivência de 100% e somente no NaCl 6 foi de 96,7 %, com diferença estatística ($\chi^2 = 16,75$, Gl = 5, $p = 0,005$) para os demais tratamentos. Os maiores valores de peso final e comprimento total final foram observados no tratamento com 4 g.L⁻¹ de NaCl 4 (Figura 1).

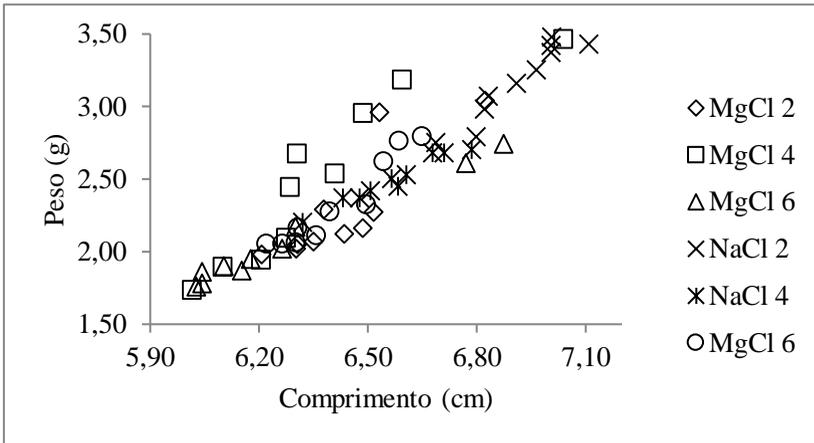
Figura 1. Relação peso-comprimento de juvenis de surubim mantidos em diferentes concentrações (2, 4 e 6 g.L⁻¹) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, após 15 dias de cultivo.



No ensaio de tratamento já no sétimo dia de experimento foi observado mortalidade acumulada de 100% no controle (figura 4), em avaliação parasitológica de muco de superfície o único parasito encontrado foi o *I. multifiliis* com intensidade média final de 1097 ± 192 , que apresentou diferença estatística ($\chi^2 = 7496$, Gl = 6, $p = 0$) para os tratamentos com 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de MgCl e NaCl. Assim como para taxa de prevalência final de 100% do tratamento controle ($\chi^2 = 6656$, Gl

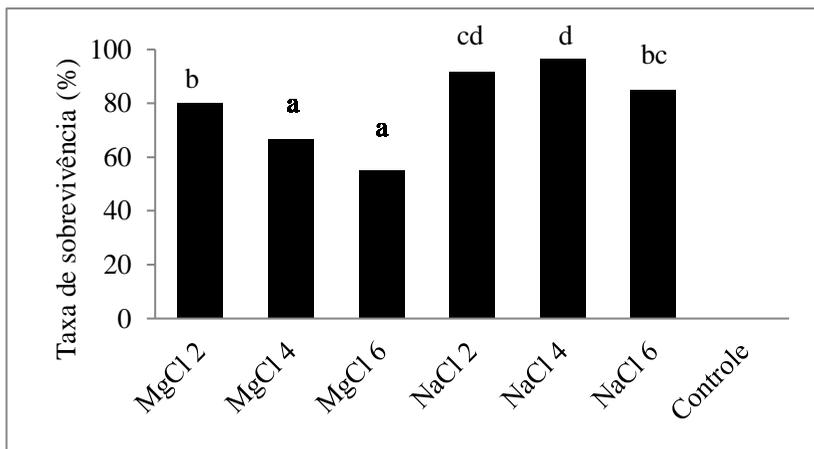
= 6, $p = 0$). Ao final do experimento não foi observado *I. multifiliis* nos tratamentos contendo diferentes concentrações (2, 4 e 6 g.L^{-1}) de MgCl e NaCl . Os valores de peso final (g) e comprimento total final (cm) estão dispostos na figura 2.

Figura 2. Relação peso-comprimento de juvenis de jundiá inicialmente parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis* e mantidos em diferentes concentrações (2, 4 e 6 g.L^{-1}) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, após 15 dias de cultivo.



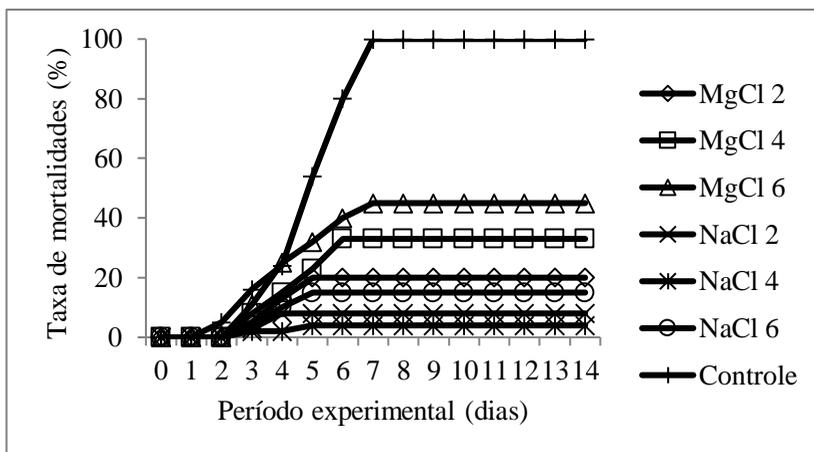
Foi observada diferença significativa para taxa sobrevivência ($\chi^2 = 91,93$, $\text{Gl} = 6$, $p = 1,20 \times 10^{-17}$) entre os tratamentos com diferentes concentrações de cloreto de magnésio e cloreto de sódio (0, 2, 4 e 6 g.L^{-1}) (Figura 3). Porém não houve diferença quando comparados as taxas sobrevivências entre os tratamento, $\text{MgCl } 6$ e $\text{MgCl } 4$ ($\chi^2 = 2,86$, $\text{Gl} = 1$, $p = 0,09$), $\text{MgCl } 2$ e $\text{NaCl } 6$ ($\chi^2 = 0,84$, $\text{Gl} = 1$, $p = 0,35$), $\text{NaCl } 6$ e $\text{NaCl } 2$ ($\chi^2 = 2,16$, $\text{Gl} = 1$, $p = 0,14$) e $\text{NaCl } 2$ e $\text{NaCl } 4$ ($\chi^2 = 2,28$, $\text{Gl} = 1$, $p = 0,13$).

Figura 3. Taxa de sobrevivência de juvenis de jundiá inicialmente parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis* e mantidos em diferentes concentrações (0, 2, 4 e 6 g.L⁻¹) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, após 15 dias de cultivo.



(1) Letras iguais indica não haver diferença significativa no teste Qui-quadrado ($p < 0,05$).

Figura 4. Taxa de mortalidade de juvenis de jundiá inicialmente parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis* e mantidos em diferentes concentrações (0, 2, 4 e 6 g/L) de cloreto de magnésio e cloreto de sódio, durante 15 dias de cultivo.



A presença de sais dissolvidos no meio de cultivo, tem efeito significativo no controle de alguns parasitos. A concentração de 3 g.L⁻¹

de NaCl foi eficaz no combate ao *I. multifiliis* e 5 g.L^{-1} preveniu completamente a infestação pelo parasito, sendo que a sensibilidade do *I. multifiliis* à presença de sais na água tem aplicações na prevenção e tratamento do parasito, especialmente em sistemas com baixa troca de água, como por exemplo os sistemas fechados de recirculação. Forwood (2014)

Ichthyophthirius multifiliis é um obstáculo sanitário na produção de juvenis de surubim e jundiá (Baldisserotto e Neto, 2004; Ishikawa *et al.*, 2011, Martins *et al.*, 2015; Jerônimo *et al.*, 2016). Juvenis (3 à 5 cm) de ambas as espécies são severamente susceptíveis ao protozoário parasito *I. multifiliis*, o qual provoca grandes perdas em curto espaço de tempo (Baldisserotto e Neto, 2004; Ishikawa *et al.*, 2011). Os bagres são especialmente vulneráveis ao *I. multifiliis* por não possuírem escamas, que serve com umas das principais barreiras para o parasito (Noga, 2010). Uma vez que as maiores taxas de mortalidades ocorrem nas fases iniciais, durante a transição alimentar, se torna necessário a busca por métodos efetivos de controle de *I. multifiliis*, que sejam seguros para os peixes e ao meio ambiente e permitido pela legislação local (Ling *et al.*, 2010).

Segundo Dickerson (2006), o desenvolvimento de métodos de prevenção de ictiofitiríase é uma importante área de estudo em aquicultura. Sendo que um dos melhores tratamentos e prevenção é o uso permanente de 2 a 3 g.L^{-1} de sal (NaCl), muito efetivo em pequenos tanques e sistemas de recirculação (Durborow *et al.*, 1998).

A reprodução e sobrevivência do *I. multifiliis* estão diretamente relacionados à concentração de sal (NaCl) na água, o número médio de terontes produzidos por cisto variou entre 826 em concentração de 0 g.L^{-1} e 120 em 5 g.L^{-1} , em concentração maior que este valor a produção de terontes é inibida (Aihua; Buchmann, 2001).

O cloreto de sódio (NaCl) é o segundo produto mais utilizado no controle de *I. multifiliis*, sendo liberado para uso pelas principais agências regulamentadoras de produtos químicos para aquicultura (Picon-Camacho *et al.*, 2012). Sendo que diversos autores relataram bons resultados com o uso desse sal no controle do parasito (Selosse; Roland, 1990; Tonguthai, 1997; Miron *et al.*, 2003; Garcia *et al.*, 2007).

O uso da misturas de diferentes sais pode favorecer os peixes durante tratamentos de longa duração, por conter importantes minerais como por exemplo o magnésio (Mg^{2+}) (Noga, 2010). O sal cloreto de magnésio (MgCl) quando dissolvido na água, divide-se nos íons magnésio Mg^{2+} e Cloreto Cl^- . Segundo Arana (2010) a presença de íons cloreto no meio de cultivo, aumenta a resistência dos animais aos efeitos

negativos da alta concentração de nitrito. Pois esse aumenta a estabilidade do meio de cultivo, neutralizando o nitrito da água e impedindo a formação de amônia tóxica (Moraes; Martins, 2004).

Entre os benefícios do Mg^{2+} para os peixes de água doce estão; aumento no crescimento, ganho de peso e sobrevivência. O Mg participa diretamente de diversos processos fundamentais para o desenvolvimento dos peixes, como formação do tecido esquelético, homeostase mineral, síntese de proteínas e osmorregulação (Cowey *et al.*, 1977; Ogino *et al.*, 1978; Knox *et al.*, 1981; Gatlin *et al.*, 1982; Houston, 1984; Bijvelds *et al.*, 1997). Sua via de obtenção primária pode ser diretamente pela água de cultivo (Van Der Velden *et al.*, 1990). A absorção de Mg a partir da água foi linearmente relacionada a concentração dissolvida do mineral. Em trutas (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas sem o Mg, a concentração de 46 mg/L na água foi suficiente para atender as exigências nutricionais de magnésio (Shearer; Asgard, 1992).

O crescimento em trutas (*Salmo gairdneri*) alimentadas com Mg, foi duas vezes maior que nos peixes alimentado com dieta basal (Cowey *et al.*, 1977). Uma dieta contendo baixas concentrações de Mg, levou a uma menor entrada íons de Sódio (Na) através das brânquias de tilápia (*Oreochromis mossambicus*) (Van der Velden *et al.* 1992a). Em carpas (*Cyprinus carpio*), deficiência de magnésio foi associado à mudanças na regulação branquial de íons, com aumento da densidade de células de cloreto que coincidiu com o aumento da quantidade de sódio nos ossos (Van der Velden *et al.* 1992b).

Tendo em vista os benefícios do Mg para peixes de água doce, o experimento realizou ensaios de forma comparativa observando o efeito do uso de diferentes concentrações dos sais MgCl e NaCl no controle de *I. multifiliis*. Quando observado os dados obtidos da relação peso-comprimento e sobrevivência nos dois ensaios realizados, foi observado que assim como o NaCl, o uso de MgCl nas concentrações de 2, 4 e 6 g/l levou a uma maior sobrevivência, crescimento e ganho de peso em juvenis de jundiás inicialmente parasitados por *I. multifiliis* e em surubins continuamente expostos ao parasito.

Valores de sobrevivência final encontrados no ensaio de tratamento utilizando as concentrações de 2 e 4 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio, foram respectivamente 80 e 66 %. Esses valores são superiores à aqueles observados por (Miron *et al.*, 2003) (11,33 e 24,66 %) que utilizou as concentrações de 2, 4 g.L⁻¹ de NaCl, no tratamento de juvenis de jundiá inicialmente parasitados por *I. multifiliis*.

A eficácia do uso de NaCl depende da espécie de peixe, cepa do parasito, método de aplicação, temperatura e concentração do sal (Miron

et al., 2003; Schelkle *et al.*, 2011). O NaCl é mais efetivo quando usado em baixas concentrações (1-5 g.L⁻¹) por período mínimo de uma semana e temperatura próxima dos 25 °C, a exposição contínua de peixes infectados com *I. multifiliis*, inibi a produção de terontes a partir dos cistos, diminuindo assim a chance de reinfestação (Aihua; Buchmann, 2001).

Como os juvenis de jundiá (6 cm) suportam concentrações de até 9 g.L⁻¹ de sal comum (NaCl), menores concentrações podem ser testadas na prevenção e tratamento de parasitos que ocorrem nessa espécie (Marchioro; Baldisserotto, 1999). O jundiá adaptou-se bem às concentrações de 0 a 8 g.L⁻¹ de NaCl durante 15 e 30 dias de exposição, essa faixa de concentração do sal, não influenciou nos parâmetros hematológicos, e os peixes não sofreram estresse osmótico durante o período de avaliação, pois não houve variação significativa da hemoglobina e do hematócrito (Camargo *et al.*, 2006).

Juvenis de jundiá (7 cm) parasitados por *Ichthyophthirius multifiliis* foram tratados com diferentes concentrações de NaCl (0, 1, 2, 4 g.L⁻¹) durante 23 dias e observou-se que a sobrevivência está diretamente relacionada a concentração do sal (Miron *et al.*, 2003). Quando testado 4 g.L⁻¹ nas mesmas condições de cultivo, durante um período de 45 dias, observou-se sobrevivência de 100%, indicando que o NaCl é uma alternativa para o tratamento de juvenis de *Rhamdia quelen* parasitados por *I. multifiliis*.

A adição de 4 g.L⁻¹ de NaCl na água de cultivo, no mesmo dia da identificação da infestação por *I. multifiliis* em juvenis de jundiá, possibilitou taxa de sobrevivência de 100% (Miron *et al.*, 2003). Esses resultados corroboram os valores de sobrevivência encontrados no ensaio de prevenção que apresentou 100% de taxa sobrevivência após 15 dias de cultivo nas concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de cloreto de magnésio.

No ensaio de prevenção, os peixes controle mantidos sem a presença de sal, apresentaram taxa de mortalidade de 100% no décimo dia de experimento. Assim como (Miron *et al.*, 2003) que registraram taxa de mortalidade de 96% em juvenis de jundiá parasitados com *I. multifiliis* e mantido em 0 g.L⁻¹ de sal.

Ao final dos ensaios de prevenção apenas no sistema de recirculação controle foi observado o parasito. A avaliação parasitológica do muco da superfície do corpo dos juvenis de surubim não tratados, confirmaram a presença de *I. multifiliis* com intensidade média de 952 ± 212 e prevalência média de 100%. Prevalência média de 97,5 % foi observado por Jerônimo *et al.* (2016) quando avaliou a fauna

parasitária de 120 surubins híbridos (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) provenientes de duas pisciculturas, localizadas no Estado do Mato Grosso do Sul, região Centro-Oeste do Brasil. Ishikawa *et al.* (2011) relataram prevalência de 48% de infestação por *I. multifiliis* em juvenis de surubim híbrido, durante a fase de treinamento alimentar.

No ensaio de tratamento, no sétimo dia de experimento foi observado mortalidade acumulada de 100% dos peixes não tratados, em avaliação parasitológica de muco da superfície o único parasito encontrado foi *I. multifiliis*, com intensidade média de 1097 ± 192 e taxa de prevalência de 100%, não sendo observado *I. multifiliis* nos peixes tratados com diferentes concentrações (2, 4 e 6 g.L⁻¹) de MgCl e NaCl.

As concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ de MgCl reduziram em 100% a carga parasitária de *I. multifiliis* em juvenis de jundiá com intensidade média inicial de 375 ± 98 e taxa de prevalência inicial de 100%.

O presente trabalho demonstrou que o cloreto de magnésio dissolvido na água de cultivo nas concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹, eliminou 100% do *I. multifiliis* nos juvenis de jundiá, foi eficaz na prevenção do parasito em juvenis de surubim, não sendo observado mortalidade após o sétimo dia de ensaios.

Tendo em vista que os tratamentos comumente utilizados no controle do parasito em sua maioria apresentam baixa eficácia e usam substâncias perigosas, o uso de cloreto de magnésio nas concentrações de 2, 4 e 6 g.L⁻¹ foi efetivo na prevenção e tratamento contra *I. multifiliis* em juvenis de surubim e jundiá. Sendo, portanto, uma alternativa eficaz, de aplicação segura e pode ser um método efetivo no controle de *I. multifiliis*.

4. Referências Bibliográficas

AIHUA, L.; BUCHMANN, K. Temperature and salinity-dependent development of a Nordic strain of *Ichthyophthirius multifiliis* from rainbow trout. **Journal of Applied Ichthyology**. v. 17, n. 6, p. 273-276, 2001.

ARANA, L. V. **Qualidade de água em aquicultura: princípios e práticas**. 3a ed., Florianópolis:UFSC, 2010. 238p.

BALDISSEROTTO, B.; NETO, J. Jundiá (*Rhamdia* sp.). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2010. p.303-325.

BALDISSEROTTO, B.; NETO, J. **Criação de jundiá**. Santa Maria: Editora UFSM, 2004. 232 p.

BIJVELDS, M. J. C.; FLIK, G.; BONGA, W. Mineral balance in *Oreochromis mossambicus*: dependence on magnesium in diet and water. **Fish Physiology and Biochemistry**. v. 16, n. 4, p. 323-331, 1997.

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

CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F.; VAZ, B. S. Efeito da salinidade nos parâmetros hematológicos do jundiá (*Rhamdia quelen* – Quoy & Gaimard, 1824). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 4, p. 453-460, 2006.

CARNEIRO, P. C. F.; SCHORER, M.; MIKOS, J. D. Conventional therapeutic treatments on the control of the parasite *Ichthyophthirius multifiliis* in *Rhamdia quelen*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 99-102, 2005.

CAMPOS, J. L. O cultivo do pintado, (Spix e Agassiz, 1829). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora da UFSM. p. 335-358, 2010.

COWEY, C. B.; KNOX, D.; ADRON, J. W.; GEORGE, S.; PIRIE, B. The production of renal calcinosis by magnesium deficiency in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v. 38, n. 01, p. 127-135, 1977.

COYNE, R. S.; HANNICK, L.; SHANMUGAM, D.; HOSTETLER, J. B.; BRAMI, D.; JOARDAR, V. S.; KUMAR, U. Comparative genomics of the pathogenic ciliate *Ichthyophthirius multifiliis*, its free-living relatives and a host species provide insights into adoption of a parasitic lifestyle and prospects for disease control. **Genome biology**, v. 12, n. 10, p. 100, 2011.

DICKERSON, H. W. *Ichthyophthirius multifiliis* and *Cryptocaryon irritans* (phylum Ciliophora). In: Woo, P.T.K. (Ed.), **Fish**

Diseases and Disorders. Vol. 1. Protozoan and Metazoan Infections, 2nd ed. CAB International, Wallingford, UK, p. 116-153, 2006.

DURBOROW, R. M.; MITCHELL, A. J.; CROSBY, M. D. Ich (white spot disease). **Southern Regional Aquaculture Center Publications**, v. 476, p. 1-6, 1998.

FORWOOD, J. M.; HARRIS, J. O.; LANDOS, M. A.; DEVENEY M. R. Optimisation of treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* in farmed freshwater fish. **Final Report to the Fisheries Research & Development Corporation**. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide. p. 80, 2014.

GARCIA, L. O.; BECKER, A. G.; COPATTI, C. E.; BALDISSEROTO, B.; NETO, J. Salt in the food and water as a supportive therapy for *Ichthyophthirius multifiliis* infestation on silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal World Aquaculture Soc.** 38 (1), 1-11, 2007.

GATLIN, D. M.; ROBINSON, E. H.; POE, W. E.; WILSON, R. P. Magnesium requirement of fingerling channel catfish and signs of magnesium deficiency. **The Journal of nutrition**, v. 112, n. 6, p. 1182-1187, 1982.

HOUSTON, A. H. Erythrocytic magnesium in freshwater fishes. **Magnesium**, v. 4, n. 2-3, p. 106-128, 1984.

INOUE, L.; HISANO, H.; ISHIKAWA, M.; ROTTA, M.; SENHORINI, J. **Princípios básicos para produção de alevinos de surubins (pintado e cachara)**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental; Corumbá: Embrapa Pantanal, 26 p., 2009.

ISHIKAWA, M. M.; PADUA, S. B.; VENTURA, A. S.; CAPECCI, R.; VENDRUSCULO, A.; CARRIJO-MAUAD, J. R. **Infestação por ictio em surubim híbrido durante a fase inicial de criação**. Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 165. p. 5, 2011.

ISHIKAWA, M. M.; PÁDUA, S. B.; VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T.; RUSSO, M. R.; CARRIJO-MAUAD, J. R.;

MARTINS, M. L. **Biologia e estratégias na sanidade de alevinos de bagres carnívoros**. Documentos Embrapa Agropecuária Oeste, 155. p. 1-47, 2012

JERÔNIMO, G. T.; TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; PÁDUA, M. M. **Manual para coleta de parasitos em peixes cultivados**. Embrapa, Brasília- DF., p.18, 2012.

JERÔNIMO, G. T.; PÁDUA, S. B. D.; VENTURA, A. S.; GONÇALVES, E. L. T.; ISHIKAWA, M. M; MARTINS, M. L. Parasitological assessment in the hybrid surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*), with uncommon occurrence of Monogenea parasites. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. v. 25, n. 2, p. 179-186, 2016.

KNOX, D.; COWEY, C. B.; ADRON, J. W. Studies on the nutrition of salmonid fish. The magnesium requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v. 45, n. 01, p. 137-148, 1981.

LING, F.; WANG, J. G.; LIU, Q. F.; LI, M.; YE, L. T.; GONG, X. N. Prevention of *Ichthyophthirius multifiliis* infestation in goldfish (*Carassius auratus*) by potassium ferrate (VI) treatment. **Veterinary parasitology**, v. 168, n. 3, p. 212-216, 2010.

LIO-PO, G. D.; LIM, L. S. Infectious diseases of warmwater fish in fresh water. **Diseases and disorders of finfish in cage culture**. CAB International, Oxfordshire, UK, p. 193-253, 2014.

MARCHIORO, M. I.; BALDISSEROTTO, B. Survival of fingerlings of the jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) to changes on water salinity. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 315-318, 1999.

MARTINS, M. L.; CARDOSO, L.; MARCHIORI, N.; BENITES.; PÁDUA, S. Protozoan infections in farmed fish from Brazil: diagnosis and pathogenesis. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, n. 1, p. 1-20, 2015.

MATTHEWS, R. A., 2005. *Ichthyophthirius multifiliis* and ichthyophthiriosis in freshwater teleosts. **Advances in Parasitology**. v. 59, p. 159–241, 2005.

MELO, J. N.; JÚNIOR, W. C.; LATERÇA, M.; MOURIÑO, J. L. P. In vitro and in vivo study of chlorine dioxide to treat *Ichthyophthirius multifiliis* in silver catfish *Rhamdia quelen*. **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 987-993, 2015.

MIRON, D. S.; SILVA, L. V.; GOLOMBIESKI, J. I.; BALDISSEROTTO, B. Efficacy of different salt (NaCl) concentrations in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* infected silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**. Binghamton, v. 14, p. 155-161, 2003.

MORAES, F. R.; MARTINS, M. L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (eds) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo, p. 343-383, 2004.

NOGA, E. J. **Fish disease: diagnosis and treatment**. Iwoa, EUA, Ed. Wiley-Blackwell, 2a ed, 2010.

OGINO, C.; TAKASHIMA, F.; CHIOU, J. Y. Requirement of rainbow trout for dietary magnesium. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 1978.

PÁDUA S. B.; ISHIKAWA M. M.; KASAI R. Y. D., JERÔNIMO G. T.; CARRIJO-MAUAD J. R. Parasitic infestations in hybrid surubim catfish fry (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v, 34 n, 3, p. 235-240, 2012.

PICON-CAMACHO, S. M.; MARCOS-LOPEZ, M.; BRON, J. E.; SHINN, A. P. An assessment of the use of drug and non-drug interventions in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, a protozoan parasite of freshwater fish. **Parasitology**, v. 139, n. 02, p. 149-190, 2012.

SELOSSE, P.M.; ROWLAND, S.J. Use of common salt to treat ichthyophthiriasis in Australian warmwater fishes. **Progressive Fish-Culturist** 52:124-127, 1990.

SHELKLE, B.; DOETJES, R.; CABLE, J. The salt myth revealed: treatment of gyrodactylid infections on ornamental guppies, *Poecilia reticulata*. **Aquaculture**, v. 311, n. 1, p. 74-79, 2011.

SHEARER, K. D.; ASGARD, T.. The effect of water-borne magnesium on the dietary magnesium requirement of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 9, n. 5-6, p. 387-392, 1992.

SRIVASTAVA, S.; SINHA, R.; ROY, D. Toxicological effects of malachite green. **Aquatic Toxicology**, v. 66, n. 3, p. 319-329, 2004.

TIEMAN, D. M.; GOODWIN, A. E. Treatments for ich infestations in channel catfish evaluated under static and flow-through water conditions. **North American Journal of Aquaculture**, v. 63, p. 293- 299, 2001.

TONGUTHAI, K. Control of freshwater fish parasites: a Southeast Asian perspective. **International Journal for Parasitology**, v. 27, n. 10, p. 1185-1191, 1997.

VAN DER VELDEN, J. A.; GROOT, J. A.; FLIK, G.; POLAK, P.; KOLAR, Z. I. Short communication: Magnesium Transport in Fish Intestine. **Journal of Experimental Biology**, v. 152, n. 1, p. 587-592, 1990.

VAN DER VELDEN, J. A.; FLIK, G.; WENDELAAR BONGA, S. E. Prolactin cell activity and ion regulation in tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters): effects of a low magnesium diet. **Journal of Fish Biology**, v. 40, n. 6, p. 875-885, 1992a.

VAN DER VELDEN, J. A.; FLIK, G.; SPANINGS, F. A. T.; VERBURG, T. G.; KOLAR, Z. I.; BONGA, S. E. Physiological effects of low-magnesium feeding in the common carp, *Cyprinus carpio*. **Journal Experimental Zoology**, v. 264, n. 3, p. 237-244, 1992b.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

AIHUA, L; BUCHMANN, K. Temperature and salinity-dependent development of a Nordic strain of *Ichthyophthirius multifiliis* from rainbow trout. **Journal of Applied Ichthyology**, v 17, n. 6, p. 273-276, 2001.

ALTINOK, I.; GRIZZLE, J. M. Effects of low salinities on *Flavobacterium columnare* infection of euryhaline and freshwater stenohaline fish. **Journal of Fish Diseases**, v. 24, n. 6, p. 361-367, 2001.

AMARAL, H. Influência da Redejundiá na piscicultura do estado de Santa Catarina. In: BARCELLOS, L. J. G., FAGUNDES, M., FERREIRA, D. (Org.). **Workshop sobre jundiá: História e perspectivas**. Editora UPF, 266 p., 2013.

ARANA, L. V. **Qualidade de água em aquicultura: princípios e práticas**. 3a ed., Florianópolis:UFSC, 2010. 238p.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 3a ed., Editora da UFSM, Santa Maria, 2013. 349 p.

BALDISSEROTTO, B.; NETO, J. Jundiá (*Rhamdia* sp.). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2010. p.303-325.

BALDISSEROTTO, B; NETO, J. **Criação de jundiá**. Santa Maria: Editora UFSM, 2004. 232 p.

BIJVELDS, M. J. C.; FLIK, G.; BONGA, W. Mineral balance in *Oreochromis mossambicus*: dependence on magnesium in diet and water. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 16, n. 4, p. 323-331, 1997.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**: com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF, 1986. 115 p.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F.; VAZ, B. S. Efeito da salinidade nos parâmetros hematológicos do jundiá (*Rhamdia quelen* – Quoy & Gaimard, 1824). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 4, p. 453-460, 2006.

CARNEIRO, P. C. F.; SCHORER, M.; MIKOS, J. D. Conventional therapeutic treatments on the control of the parasite *Ichthyophthirius multifiliis* in *Rhamdia quelen*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 99-102, 2005.

CAMPOS, J. L. O cultivo do pintado, (Spix e Agassiz, 1829). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora da UFSM. p. 335-358, 2010.

COWEY, C. B.; KNOX, D.; ADRON, J. W.; GEORGE, S.; PIRIE, B. The production of renal calcinosis by magnesium deficiency in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 127-135, 1977.

COYNE, R. S.; HANNICK, L.; SHANMUGAM, D.; HOSTETLER, J. B.; BRAMI, D.; JOARDAR, V. S.; KUMAR, U. Comparative genomics of the pathogenic ciliate *Ichthyophthirius multifiliis*, its free-living relatives and a host species provide insights into adoption of a parasitic lifestyle and prospects for disease control. **Genome biology**, v. 12, n. 10, p. 100, 2011.

CREPALDI, D. V.; FARIA, P. M. C.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, L. P.; COSTA, A. P.; MELO, D. C.; MORAES, V. E. O surubim na aquacultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v. 30, n. 3, p. 150-158, 2006.

DICKERSON, H. W. *Ichthyophthirius multifiliis* and *Cryptocaryon irritans* (phylum Ciliophora). In: Woo, P.T.K. (Ed.), **Fish Diseases and Disorders**. Vol. 1. Protozoan and Metazoan Infections, 2nd ed. CAB International, Wallingford, UK, p. 116-153, 2006.

DURBOROW, R. M.; MITCHELL, A. J.; CROSBY, M. D. Ich (white spot disease). **Southern Regional Aquaculture Center Publications**, v. 476, p. 1-6, 1998.

FAO – Food and Agriculture Organization. **The state of world fisheries and aquaculture**. Opportunities and challenges. Fisheries Department, Rome, Italy, 243 p., 2014.

FORWOOD, J. M.; HARRIS, J. O.; LANDOS, M. A.; DEVENNEY M. R. Optimisation of treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* in farmed freshwater fish. **Final Report to the Fisheries Research & Development Corporation**. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide. p. 80, 2014.

GARCIA, L. O.; BECKER, A. G.; COPATTI, C. E.; BALDISSEROTO, B.; NETO, J. Salt in the food and water as a supportive therapy for *Ichthyophthirius multifiliis* infestation on silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal World Aquaculture Soc.** 38 (1), 1-11, 2007.

GATLIN, D. M.; ROBINSON, E. H.; POE, W. E.; WILSON, R. P. Magnesium requirement of fingerling channel catfish and signs of magnesium deficiency. **The Journal of nutrition**, v. 112, n. 6, p. 1182-1187, 1982.

GOMES, L. D. C.; GOLOMBIESKI, J. I.; GOMES, A. R. C.; BALDISSEROTTO, B. Biology of *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pemelodidae). **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

GRAEFF, A. Impacto do jundiá na produção piscícola de santa Catarina: panorâmica atual pensando no futuro. In: BARCELLOS, L. J. G., FAGUNDES, M., FERREIRA, D. (Org.). **Workshop sobre jundiá: História e perspectivas**. Editora UPF, 266 p., 2013.

HOUSTON, A. H. Erythrocytic magnesium in freshwater fishes. **Magnesium**, v. 4, n. 2-3, p. 106-128, 1984.

INOUE, L.; HISANO, H.; ISHIKAWA, M.; ROTTA, M.; SENHORINI, J. **Princípios básicos para produção de alevinos de surubins (pintado e cachara)**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental; Corumbá: Embrapa Pantanal, 26 p., 2009.

ISHIKAWA, M. M.; PADUA, S. B.; VENTURA, A. S.; CAPECCI, R.; VENDRUSCULO, A.; CARRIJO-MAUAD, J. R. **Infestação por ictio em surubim híbrido durante a fase inicial de criação**. Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 165. p. 5, 2011.

ISHIKAWA, M. M.; PÁDUA, S. B.; VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T.; RUSSO, M. R.; CARRIJO-MAUAD, J. R.; MARTINS, M. L. **Biologia e estratégias na sanidade de alevinos de bagres carnívoros**. Documentos Embrapa Agropecuária Oeste, 155. p. 1- 47, 2012.

JERÔNIMO, G. T.; VENTURA, A. S.; PÁDUA, S. B.; SATAKE, F.; PÁDUA, M. M.; MARTINS, M. L. Parasitofauna de cachara cultivado em tanque-rede no Rio Paraguai. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.1163-1166, 2013.

JERÔNIMO, G. T.; PÁDUA, S. B. D.; VENTURA, A. S.; GONÇALVES, E. L. T.; ISHIKAWA, M. M.; MARTINS, M. L. Parasitological assessment in the hybrid surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*), with uncommon occurrence of Monogenea parasites. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. v. 25, n. 2, p. 179-186, 2016.

KNOX, D.; COWEY, C. B.; ADRON, J. W. Studies on the nutrition of salmonid fish. The magnesium requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v. 45, n. 01, p. 137-148, 1981.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; BRUM, J. A. Surubim: produção intensiva no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixe Ltda. **Panorama da Aquicultura**, v. 49, p. 25-32, 1998.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. **Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados**. Jundiaí: USP, 1998. p.38.

KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 103, p. 14-23, 2007.

LING, F.; WANG, J. G.; LIU, Q. F.; LI, M.; YE, L. T.; GONG, X. N. Prevention of *Ichthyophthirius multifiliis* infestation in goldfish (*Carassius auratus*) by potassium ferrate (VI) treatment. **Veterinary parasitology**, v. 168, n. 3, p. 212-216, 2010.

LIO-PO, G. D.; LIM, L. S. Infectious diseases of warmwater fish in fresh water. **Diseases and disorders of finfish in cage culture**. CAB International, Oxfordshire, UK, p. 193-253, 2014.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil, 2010**. 2012, 129 p.

MARCHIORO, M. I.; BALDISSEROTTO, B. Survival of fingerlings of the jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) to changes on water salinity. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 315-318, 1999.

MARTINS, M. L.; XU, D. H.; SHOEMAKER, C. A.; KLESIUS, P. H. Temperature effects on immune response and hematological parameters of channel catfish *Ictalurus punctatus* vaccinated with live theronts of *Ichthyophthirius multifiliis*. **Fish & shellfish immunology**, v. 31, n. 6, p. 774-780, 2011.

MARTINS, M. L.; CARDOSO, L.; MARCHIORI, N.; BENITES,.; PÁDUA, S. Protozoan infections in farmed fish from Brazil: diagnosis and pathogenesis. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, n. 1, p. 1-20, 2015.

MATTHEWS, R. A. *Ichthyophthirius multifiliis* and ichthyophthiriosis in freshwater teleosts. **Advances in Parasitology**, v. 59, p. 159-241, 2005.

MELO, J. N.; JÚNIOR, W. C.; LATERÇA, M.; MOURIÑO, J. L. P. In vitro and in vivo study of chlorine dioxide to treat *Ichthyophthirius multifiliis* in silver catfish *Rhamdia quelen*. **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 987-993, 2015.

MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Hábito alimentar do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai. In: XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo, SP, 1997. **Anais**. São Paulo: SBI, 1997. 420 p. p. 29.

MIRON, D. S.; SILVA, L. V.; GOLOMBIESKI, J. I.; BALDISSEROTTO, B. Efficacy of different salt (NaCl) concentrations in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* infected silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**. Binghamton, v. 14, p. 155-161, 2003.

MORAES, F. R.; MARTINS, M. L. Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (eds) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo, p. 343-383, 2004.

NOGA, E. J. **Fish disease: diagnosis and treatment**. Iwoa, EUA, Ed. Wiley-Blackwell, 2a ed, 2010.

OGINO, C.; TAKASHIMA, F.; CHIOU, J. Y. Requirement of rainbow trout for dietary magnesium. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, 1978.

PÁDUA S. B.; ISHIKAWA M. M.; KASAI R. Y. D.; JERÔNIMO G. T.; CARRIJO-MAUAD J. R. Parasitic infestations in hybrid surubim catfish fry (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v, 34 n, 3, p. 235-240, 2012.

PANTOJA, W. M. F.; SILVA, L. V. F.; TAVARES-DIAS, M. Are similar the parasite communities structure of *Trachelyopterus coriaceus* and *Trachelyopterus galeatus* (Siluriformes: Auchenipteridae) in the Amazon basin?. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 25, n. 1, p. 46-53, 2016.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Eduem, 2002.

PICON-CAMACHO, S. M.; MARCOS-LOPEZ, M.; BRON, J. E.; SHINN, A. P. An assessment of the use of drug and non-drug interventions in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, a protozoan parasite of freshwater fish. **Parasitology**, v. 139, n. 02, p. 149-190, 2012.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Migratory fishes of the São Francisco river. In: **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation states**. J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, A. Baers (Eds), World Bank, Victoria, p. 195-232, 2003.

SELOSSE, P. M.; ROWLAND, S. J. Use of common salt to treat ichthyophthiriasis in Australian warmwater fishes. **Progressive Fish-Culturist**. v. 52 p. 124-127, 1990.

SCHELKLE, B.; DOETJES, R.; CABLE, J. The salt myth revealed: treatment of gyrodactylid infections on ornamental guppies, *Poecilia reticulata*. **Aquaculture**, v. 311, n. 1, p. 74-79, 2011.

SHEARER, K. D.; ASGARD, T. The effect of water-borne magnesium on the dietary magnesium requirement of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Fish physiology and biochemistry**, v. 9, n. 5-6, p. 387-392, 1992.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial-Agroindústria**, v. 35, p. 421-463, 2012.

SRIVASTAVA, S.; SINHA, R.; ROY, D. Toxicological effects of malachite green. **Aquatic Toxicology**, v. 66, n. 3, p. 319-329, 2004.

TAKATA, Rodrigo; LUZ, Ronald Kennedy. Água salinizada na produção de peixes de água doce. In: Tavares- Dias, M. & Mariano, W.S. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, Editora Pedro & João, p. 523, 2015.

TANCREDO, K. R.; GONÇALVES, E. L.; BRUM, A.; ACCHILE, M.; HASHIMOTO, G. S.; PEREIRA, S. A.; MARTINS, M. L. Hemato-immunological and biochemical parameters of silver catfish *Rhamdia quelen* immunized with live theronts of *Ichthyophthirius multifiliis*. **Fish & Shellfish immunology**, v. 45, n. 2, p. 689-694, 2015.

TIEMAN, D. M.; GOODWIN, A. E. Treatments for ich infestations in channel catfish evaluated under static and flow-through water conditions. **North American Journal of Aquaculture**, v. 63, p. 293-299, 2001.

TOLEDO-FILHO, S. A.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; FORESTI, F.; BERNARDINO, G.; CALCAGNOTTO, D. Monitoramento e conservação genética em projeto de hibridação entre pacu e tambaqui. **Cadernos de Ictiogenética 2**, CCS/USP, São Paulo, 1994.

TONGUTHAI, K. Control of freshwater fish parasites: a Southeast Asian perspective. **International Journal for Parasitology**, v. 27, n. 10, p. 1185-1191, 1997.

VAN DER VELDEN, J. A.; GROOT, J. A.; FLIK, G.; POLAK, P.; KOLAR, Z. I. Short communication: Magnesium Transport in Fish Intestine. **Journal of Experimental Biology**, v. 152, n. 1, p. 587-592, 1990.

VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T.; GONÇALVES, E. L. T.; TAMPOROSKI, B. R. F.; MARTINS, M. L.; ISHIKAWA, M. M. Fauna parasitária dos híbridos siluriformes cachapinta e jundiara nos primeiros estágios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 943-949, 2013.

XU, D. H.; ZHANG, Q. Z.; SHOEMAKER, C. A.; ZHANG, D.; MOREIRA, G. S. Molecular immune response of channel catfish immunized with live theronts of *Ichthyophthirius multifiliis*. **Fish & shellfish immunology**, v. 54, p. 86-92, 2016.