

## Incrustação de mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) nas telas de tanques-rede

Mateus Antonio Besen, Nilton Garcia Marengoni

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, 85960-000, Paraná, Brasil.

E-mail autor correspondente: nmarengoni@hotmail.com

Artigo enviado em 07/11/2019, aceito em 12/12/2019.

**Resumo:** O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) está entre os principais organismos promotores de incrustações, ocasionando enormes prejuízos econômicos e ambientais. Objetivou-se avaliar a incrustação de mexilhão-dourado em duas telas (PVC e Bezinal; primeiro e segundo usos) para tanques-rede instalados em uma área aquícola no reservatório da Itaipu Binacional. O delineamento experimental foi em arranjo fatorial 2x2, sendo dois tipos de telas (PVC e Bezinal) e duas idades (primeiro e segundo uso), totalizando quatro tratamentos e 12 réplicas. Os moluscos foram retirados das telas, após três meses de uso, e avaliados quanto à biomassa, para determinação da massa média individual, massa total de mexilhões e massa total de substratos, e mensurados quanto ao comprimento, largura e altura. Verificou-se que a tela Bezinal proporcionou as menores dimensões (comprimento, largura e altura) e massa média individual de mexilhões em relação à tela PVC ( $P < 0,05$ ). As dimensões e massa média individual de mexilhões incrustados nas telas de primeiro uso foram inferiores em relação às telas de segundo uso ( $P < 0,05$ ). A massa total de mexilhões e massa de substratos aderidos na tela Bezinal foram inferiores às obtidas na tela PVC, tanto na avaliação de telas de primeiro uso, quanto de segundo uso ( $P < 0,05$ ). A utilização do arame revestido da liga Bezinal é mais eficiente em relação ao revestido em PVC, como material anti-incrustante, para tanques-rede. Porém, nas telas de segundo uso há tendências de aumentar a massa total de substratos incrustados na tela Bezinal e incrementar a massa total de mexilhões na tela PVC.

**Palavras-chave:** área aquícola, bezinal e PVC, incrustação biológica.

### Golden mussel (*Limnoperna fortunei*) fouling on cages screens

**Abstract:** The golden mussel (*Limnoperna fortunei*) is among the main organisms that promoters of fouling, causing enormous economic and environmental damage. The objective of this study was to evaluate the golden mussel fouling in two screens (PVC and Bezinal; first and second uses) for cages installed in an aquaculture area in the Itaipu Binacional reservoir. The experimental design was in factorial arrangement 2x2 with two types of screens (PVC and Bezinal) and two ages (first and second use), totaling four treatments and 12 replicas. After three months of uses, the mollusks were moved from cages screens and evaluated for biomass to determine individual mean mass, total mass of mussels and total substrate mass and measured for length, width and height. It was found that the Bezinal screen provided the smallest dimensions (length, width and height) and individual average mass of mussels in relation to the PVC screen ( $P < 0.05$ ). The dimensions and average individual mass of mussels encrusted in the first use screens were lower than in the second use screens ( $P < 0.05$ ). The total mussels mass and

substrate mass adhered to the Bezinal screen were lower than those obtained from the PVC screen, both in the evaluation of first and second use screens ( $P < 0.05$ ). The use of Bezinal coated wire is more efficient than PVC as antifouling material for cages. However, on second use screens there is a tendency to increase the total mass of encrusted substrates on the Bezinal screen and to increase the total mass of mussels on the PVC screen.

**Keywords:** aquaculture area, bezinal and PVC, biofouling.

### Introdução

A piscicultura em tanques-rede nos reservatórios de usinas hidrelétricas, especialmente em *águas públicas da União*, é um sistema intensivo que tem contribuído para aumentar a produção aquícola nacional. Porém, um dos problemas encontrados nesse sistema de produção de peixes em reservatórios artificiais é a incrustação de mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) nas telas dos tanques-rede. Geralmente são utilizados materiais como arame, arame galvanizado revestido com PVC e aço, na confecção dessas telas que propiciam superfície de fixação aos mexilhões (OLIVEIRA et al., 2014; GODOY et al., 2018).

O mexilhão-dourado está entre os principais organismos promotores de incrustações, por possuir características de espécies invasoras, tais como resistência a condições ambientais adversas e alta fecundidade, capaz de colonizar uma ampla variedade de habitats (COSTA et al., 2012; FREIRE e MARAFON, 2018). Atualmente o *Limnoperna fortunei* (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) pode ser considerado o molusco de água doce que ocasiona enormes prejuízos econômicos e ambientais no continente sul-americano (DE ÁVILA-SIMAS et al., 2019).

As bioincrustações por mexilhão-dourado, além de ser um sério problema para a produção de peixes em tanques-rede, podem causar desequilíbrios no

meio aquático (TOKUMON et al., 2018), como mudanças nos teores de nutrientes dos corpos de água (PENAFORTE, 2014) e danos aos peixes predadores do molusco (LOPES, 2010; BARRETO et al., 2017). Além disso, Canzi et al. (2014) ressaltaram que atividades como geração de energia, captação de água para irrigação e potabilidade, poderão ter sua operacionalização comprometida com a proliferação e incrustação do mexilhão-dourado.

As telas que são utilizadas para confecção dos tanques-rede tendem acumular substratos que favorecem o desenvolvimento de incrustantes biológicos, como o mexilhão-dourado, por apresentarem diversas aberturas das malhas, existindo uma grande extensão de superfície de fixação (HODSON et al., 1997). Depois de incrustados, as colônias de moluscos e os acúmulos de algas e sólidos suspensos podem causar a colmatação das malhas das telas, reduzindo a qualidade da água e a capacidade de suporte das estruturas de cultivo, além de impactar negativamente nos custos de produção de peixes em sistema de tanques-rede (COSTA et al., 2018; VIANNA et al., 2019; SOUSA e AYROZA, 2019).

A incrustação biológica é um dos principais fatores que levam à redução da qualidade de água do sistema de cultivo em tanques-rede. A colmatação agravada pela aderência do mexilhão-dourado nas telas de tanques-rede dificulta o fluxo de água, levando a

redução do oxigênio disponível, impedindo a dispersão de detritos, resultando em estresses e mortalidade dos peixes cultivados (COSTA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014). Além disso, a incrustação diminui a vida útil dos tanques-rede, pois provoca aumento da massa das telas, ocasionando danos às estruturas de flutuação, podendo resultar no rompimento das malhas (COSTA et al., 2012).

A limpeza das telas com jatos de água sob pressão é o método mais comum, eficiente e menos impactante ao ambiente aquático na remoção dos incrustantes biológicos (BEVERIDGE, 2004). No entanto, a intensificação da incrustação leva a maior frequência de limpeza e retirada dos mexilhões aderidos nas telas dos tanques-rede, proporcionando o desgaste do material de revestimento das telas e conseqüentemente podendo tornar as superfícies das telas mais propícias às incrustações e fixação do mexilhão-dourado. Nesse contexto, espera-se que as telas dos tanques-rede de primeiro uso, apresentam melhor desempenho dos materiais anti-incrustantes em relação às utilizadas após sucessivas safras de produção de peixes.

Os impactos ambientais e grandes prejuízos econômicos que o mexilhão-dourado ocasiona no sistema de cultivo de peixes em tanque-rede, justificam a importância de novos estudos visando técnicas eficientes e inovadoras para impedir ou controlar a incrustação desse invasor. Busca-se por produtos ou materiais que sejam eficazes e apresentam baixo impacto ambiental. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a incrustação de mexilhão-dourado em dois tipos de telas para tanques-rede de primeiro e segundo uso, em uma área aquícola de tilapicultura no reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu

Binacional, no município de Entre Rios do Oeste, Paraná, Brasil.

### **Material e Métodos**

O estudo foi realizado no reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu Binacional, no município de Entre Rios do Oeste, em uma área de tilapicultura em tanques-rede do Parque Aquícola São Francisco Verdadeiro, pertencente à bacia do Rio Paraná III, na região Oeste do Paraná, durante 90 dias, no período de setembro a dezembro de 2018.

O ensaio foi desenvolvido em uma estrutura de tanque-rede experimental, utilizada para suporte dos coletores de 0,04 m<sup>2</sup> de área útil (20 x 20 cm), confeccionados com as telas avaliadas. Foram utilizados dois tipos de telas com malha de 19 mm (NBR 10.118), sendo em arame galvanizado revestido com PVC e arame revestido de uma liga bimetálica de zinco e alumínio, denominadas respectivamente de telas PVC e Bezinal.

O delineamento experimental utilizado foi em arranjo fatorial 2 x 2, sendo dois tipos de telas (PVC e Bezinal) e duas idades (primeiro e segundo uso), totalizando quatro tratamentos (PVC primeiro uso, Bezinal primeiro uso, PVC segundo uso e Bezinal segundo uso) e 12 réplicas. A avaliação foi realizada com 48 coletores, distribuídos linearmente nas quatro laterais do tanque-rede. Os coletores representando as telas de segundo uso foram empregados anteriormente em experimento similar, que apresentou um período de submersão na água de nove meses e limpeza da superfície com jato de água de alta pressão, simulando o manejo de limpeza usual praticado para tanques-rede (BEVERIDGE, 2004).

Mensalmente foi realizado um giro de 180 graus, no sentido horário do ponto de fixação da estrutura experimental do tanque-rede, com a

finalidade de inibir o efeito do fluxo da água nos tratamentos. Após três meses submersos na água os coletores foram extraídos para estimar a biomassa com o auxílio de uma balança de bancada. Na sequência foi realizada a raspagem para a retirada de substratos e mexilhões incrustados nos coletores. Mensurou-se a massa dos coletores limpos para estimativa da massa total de substratos (MTS), resultante do total do material aderido em cada coletor, exceto a massa dos mexilhões. Posteriormente os moluscos foram separados e armazenados em embalagens previamente identificadas e conservados em formol tamponado 5%.

Os moluscos incrustados nos coletores foram avaliados quanto à biomassa, para determinação da massa média individual (MMI) e massa total de mexilhões (MTM), com o uso de uma balança digital de precisão (Bel Engineering UMark 250A). Os moluscos foram mensurados quanto à altura (distância do umbo até a parte ventral da concha), largura (distância da valva esquerda à valva direita) e comprimento máximo, com o auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Digmess). O comprimento máximo refere-se a distância da extremidade anterior, situada logo abaixo e à frente do umbo, até a extremidade posterior da concha (SANTOS et al., 2008).

Os valores obtidos das variáveis de massa total de substratos, massa média individual, massa total por unidade de área, comprimento, altura e largura dos mexilhões foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e em caso de diferença significativa foi aplicado o teste F ou teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS *Institute Inc.* (2014).

## Resultados e discussão

O material utilizado nos dois tipos de tela de tanque-rede (Bezinal e PVC) e as duas idades (primeiro e segundo uso) das telas influenciaram de forma significativa nas dimensões (largura, altura, comprimento) e na massa média individual de mexilhão-dourado incrustado nos coletores. Os maiores valores médios ( $P < 0,05$ ) de dimensões e massa dos mexilhões incrustados foram obtidos quando se utilizou a tela PVC, bem como a idade de segundo uso, para todas as variáveis avaliadas (Tabela 1).

A utilização de coletores de tela Bezinal proporcionou as menores dimensões (comprimento, altura e largura) e massa média individual de mexilhões em relação aos coletores de tela em PVC, independentemente do período de uso (idade). Nesse contexto, as menores dimensões e massa média individual de mexilhões incrustados nas telas de primeiro uso em relação às telas de segundo uso, podem estar relacionadas à dificuldade de fixação dos mexilhões na superfície destas estruturas. De acordo com Castro (2013), o aumento do comprimento e tamanho do mexilhão resulta em maiores chances dos indivíduos se desprenderem do substrato. Este fato pode estar diretamente relacionado com a força de arrasto gerada pela água na superfície do molusco. Por outro lado, a força do fluxo de água favorece a fixação e sobrevivências das larvas de mexilhões, pois contribuem com a oxigenação e alimento (ALFARO, 2005).

A composição da tela Bezinal, que apresenta uma liga de revestimento de Zn-Al, pode ter favorecido os menores valores de altura, largura, comprimento e massa média individual dos mexilhões incrustados nos coletores. Nesse contexto, Pereira et al. (2010) justificam que substratos de origem metálica oferecem uma superfície lisa, com baixa porosidade e podem passar pelo

processo de oxidação, liberando compostos tóxicos para o mexilhão.

**Tabela 1.** Largura, altura, comprimento e massa média individual (MMI) de mexilhão-dourado incrustado, em dois tipos de tela de tanque-rede (Bezinal e PVC) e duas idades (primeiro e segundo uso), em área aquícola de tilapicultura no reservatório de Itaipu Binacional em Entre Rios do Oeste.

	Largura	Altura	Comprimento	MMI
	----- mm -----			----- g -----
<b>Material da tela</b>				
Bezinal	1,40 ± 1,22 b	1,92 ± 0,48 b	3,73 C 2,98 b	0,014 ± 0,023 b
PVC	2,51 ± 0,82 a	3,25 ± 0,79 a	6,46 ± 1,69 a	0,044 ± 0,028 a
<b>Idade</b>				
Primeiro uso	1,48 ± 1,23 b	2,01 ± 1,48 b	3,90 ± 2,99 b	0,022 ± 0,031 b
Segundo uso	2,43 ± 0,89 a	3,16 ± 0,92 a	6,29 ± 1,93 a	0,037 ± 0,027 a

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Esta hipótese pode ter contribuído para as diferenças nos valores das variáveis analisadas entre os dois tipos de telas. Porém, nos ensaios na área aquícola do reservatório de Itaipu Binacional não foram detectados sinais aparentes de oxidação e mortalidade de mexilhões incrustados nas telas avaliadas.

A interação entre os fatores idade (primeiro e segundo uso) e material da tela (Bezinal e PVC) apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para massa total de substratos (MTS) e massa total de mexilhões (MTM) incrustados nos coletores. Verificou-se que houve maiores valores para massa total de substratos e massa total de mexilhões nos coletores das telas em PVC, independentemente da idade de uso (Tabela 2).

Quanto à idade, não houve influência do primeiro e segundo uso das telas, para a massa total de substratos incrustados nos coletores da tela PVC ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, quando o material da tela foi o Bezinal, a massa total de substrato aderido foi maior no segundo uso, em relação ao primeiro ( $P < 0,05$ ). A maior massa total de mexilhão-dourado incrustada foi

observada em coletores da tela PVC de segundo uso ( $P < 0,05$ ). Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas na massa total de mexilhão aderida entre os coletores de primeiro e segundo uso da tela Bezinal (Tabela 2). Possivelmente as telas de primeiro uso apresentam propriedades que dificultam a aderência de agentes incrustantes na sua estrutura, como por exemplo, uma superfície mais lisa e menos desgastada.

Os estudos realizados por Hodson et al. (2000), avaliando malhas de tanque-rede para salmão com propriedades anti-incrustantes, destacaram que os materiais revestidos em silicone promoveram menores massas de organismos incrustados. De acordo com os autores, a superfície lisa dificulta a bioincrustação corroborando os resultados encontrados nesse trabalho com os coletores de telas de primeiro uso.

Trovati (2011), avaliando diferentes materiais anti-incrustantes, verificou uma maior quantidade de mexilhões aderidos aos coletores de PVC em relação aos materiais metálicos (aço e alumínio) e resina de poliuretano. Analogamente aos estudos de Trovati

(2011) observou que o coletor de PVC não comprovou ser um bom material anti-incrustante para o mexilhão-dourado na área aquícola avaliada.

**Tabela 2.** Massa total de substratos (MTS) e massa total de mexilhão (MTM) incrustado nos coletores em dois tipos de tela de tanque-rede (Bezinal e PVC) e duas idades (primeiro e segundo uso), em área aquícola de tilapicultura no reservatório de Itaipu Binacional em Entre Rios do Oeste.

Idade	Massa Total de Substrato (g)		Massa Total de Mexilhão (g)	
	Bezinal	PVC	Bezinal	PVC
Primeiro uso	11,82 ± 1,73 b B	37,22 ± 4,25 a A	0,010 ± 0,024 a B	0,216 ± 0,224 b A
Segundo uso	19,89 ± 4,14 a B	34,33 ± 3,16 a A	0,053 ± 0,076 a B	0,670 ± 0,257 a A

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização da tela em arame galvanizado revestido com PVC pode ter facilitado a fixação dos organismos incrustantes devido à formação de um biofilme propício aos mexilhões (FARIA et al., 2006).

A bioincrustação causada pelos mexilhões resulta em um incremento nos custos de produção de peixes em tanques-rede, aumentando o custo operacional total em até 27% (SOUSA e AYROZA, 2019). De acordo com Costa et al. (2018), os danos físicos que os mexilhões proporcionam ao tanque-rede resultam na diminuição da vida útil da estrutura, além de aumentar os custos em função da manutenção e limpeza das telas. Os autores destacam que a utilização de malhas de tanque-rede produzidas ou revestidas de materiais que dificultem a fixação dos moluscos, resulta em menor custo operacional para a remoção dos organismos. Os autores demonstraram também que o impacto econômico da incrustação de mexilhões nos custos de produção da tilápia em tanques-rede é alto, especialmente em pisciculturas de pequeno porte (< 1000 m<sup>3</sup>).

Para o ambiente os mexilhões causam danos ecológicos ao modificarem habitats existentes, afetar interações tróficas e disponibilidade de alimento, além de competir com as

espécies nativas. Também existem registros de peixes bentônicos que se alimentam ou predam o mexilhão-dourado e morrem porque as conchas não são digeridas (COSTA et al., 2018; GODOY et al., 2018; VIANNA et al., 2019)

Vianna et al. (2019), avaliando a incrustação causada pelo mexilhão-dourado em diferentes telas de tanque-rede, também verificaram os menores níveis de colmatagem na tela Bezinal, em relação à tela revestida em PVC. Os autores relataram que a tela Bezinal pode ser recomendada para locais com elevada incidência de mexilhão-dourado, como nas águas dos reservatórios de usinas hidrelétricas dos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. No entanto, destaca o custo-benefício da tela PVC, que apresentam um menor valor de investimento inicial e anual com a manutenção das telas nos tanques-rede.

Costa et al. (2012) ao avaliar a incrustação e os parâmetros corporais do mexilhão-dourado em tanques-rede vazios e povoados, com juvenis de jundiá, encontraram o maior número de mexilhões nos tanques-rede que continham peixes o que está relacionado com o maior aporte de nutrientes disponível, havendo uma possível relação de seu desenvolvimento nos meses de temperaturas elevadas e com o

acrécimo da taxa de arraçoamento dos peixes estocados. Recentemente, Godoy et al. (2018) relataram que o jundiá e pacu têm capacidade de consumir e controlar o *L. fortunei* incrustado na malha dos tanques-rede no reservatório de Itaipu Binacional. Porém, Freire e Marafon (2018) ressaltaram que há ainda necessidade de muito esforço científico para caracterizar e propor soluções aos problemas ecológicos e econômicos relacionados à bioinvasão por mexilhão.

### Conclusões

A utilização de arame revestido da liga de Zn-Al (Bezinal), independentemente do primeiro ou segundo uso, é mais eficiente em relação ao revestido em PVC como material anti-incrustante, nas condições avaliadas, na área aquícola destinada à produção de tilápia-do-Nilo em tanques-rede. As telas de segundo uso apresentam condições favoráveis para a colmatagem e aderência do mexilhão-dourado. Consequentemente há tendências de aumentar a massa total de substratos incrustados na tela Bezinal e incrementar a massa total de mexilhões nas telas PVC.

### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor, ao Grupo de Estudos em Tilapicultura (GET) e ao Sr. Walter Kist pelos auxílios e suportes prestados.

### Referências

ALFARO, A. C. Effect of water flow and oxygen concentration on early settlement of the New Zealand green-lipped mussel, *Perna canaliculus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 246, n. 1-4, p. 285-294, 2005.

BARRETO, I. D. C.; SANTOS, M. O.; SILVA, I. M. L.; STOSIC, T. Avaliação das alterações hidrológicas da bacia do rio São Francisco causadas pela construção da usina hidrelétrica de Sobradinho. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 13, n. 11, 2017. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/3754>. Acesso em: 07 de nov. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2017.110202>.

BEVERIDGE, M. C. M. **Cage culture**. 3rd. ed. Oxford: Blackwell Publication, 2004. 368 p.

CANZI, C.; FIALHO, N. S.; BUENO, G. W. Monitoramento e ocorrência do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) na hidrelétrica da Itaipu binacional, Paraná (BR). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 5, n. 2, p. 117-122, 2014.

CASTRO, A. L. P. **Estudo de velocidades e do número de Reynolds para o descolamento dos mexilhões dourados (*Limnoperna fortunei*)**. 108f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

COSTA, J. M.; MANSKE, C.; SIGNOR, A. A.; LUCHESI, J. D.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Incrustação de mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* em tanques-rede. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 5, n. 2, p. 37-46, 2012.

COSTA, J. I.; MARTINS, M. I. E.; AYROZA, D. M. M. R. Impact of control of the golden mussel on the production costs of tilapia bred in net cages. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 110-115, 2018.

- DE ÁVILA-SIMAS, S.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Fish predators of the golden mussel *Limnoperna fortunei* in different environments in a south american subtropical river. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/1370>. Acesso em: 07 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.2.484>.
- FARIA, E. A.; BRANCO, J. R. T.; CAMPOS, M. C. S.; OLIVEIRA, M. D.; ROLLA, M. E. Estudo das características anti-incrustantes de materiais. **Revista Escola de Minas**, Belo Horizonte, v. 59, n. 2, p. 233-238, 2006.
- FREIRE, C. G.; MARAFON, A. T. Espécies de moluscos invasores nos ecossistemas aquáticos brasileiros e seu impacto no meio ambiente. **InterfaceEHS**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 2-16, 2018.
- GODOY, A. C.; CORRÊIA, A. F.; RODRIGUES, R. B.; BOSCOLO, W. R.; BITTENCOURT, F.; NERVIS, J. A. L.; FEIDEN, A. Three native species as possible control for *Limnoperna fortunei* in net cage farming in the Itaipu reservoir. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 229, n. 8, p. 241-252, 2018.
- HODSON, S. L.; LEWIS, T. E.; BURKE, C. M. Biofouling of fish-cage netting: efficacy and problems of in situ cleaning. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 152, n. 1, p. 77-90, 1997.
- HODSON, S. L.; BURKE, C. M.; BISSETT, A. P. Biofouling of fish-cage netting: the efficacy of a silicone coating and the effect of netting colour. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 184, n. 3-4, p. 277-290, 2000.
- LOPES, M. N. **Abundância de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) em zonas profundas do canal São Gonçalo, Lagoa Mirim/RS-Brasil, com ênfase na sua importância na dieta da ictiofauna**. 63f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.
- OLIVEIRA, M. D.; AYROZA, D. M. R.; CASTELLANI, D.; CAMPOS, M. C. S.; MANSUR, M. C. D. O mexilhão dourado nos tanques-rede das pisciculturas das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 145, p. 22-29, 2014.
- PENAFORTE, L.R. **Invasão do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857)**. 65f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- PEREIRA, D.; BERGMANN, C. P.; MANSUR, M. C. D.; BERGONEI, P. E. A.; SANTOS, C. P.; BASEGIO, T.; VICENZI, J.; SANTOS, S. C. A. Avaliação de materiais e revestimentos para o controle de incrustações do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-100, 2010.
- SANTOS, C. P.; MANSUR, M. C. D.; WÜRDIG, N. L. Variações no comprimento dos indivíduos de uma população do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae), ao longo do ano, na Praia do Veludo, Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 25, n. 3, p. 389-396, 2008.
- SAS Institute Inc. **SAS University Edition: installation guide for windows**.

Version 9.4. Cary: SAS Institute Inc., 2014.

SOUSA, A. K. A.; AYROZA, D. M. M. R. Incrustação do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei*, em piscicultura em tanques-rede. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO DE PESCA, 14, 2019, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto de Pesca.

TOKUMON, R.; BOLTOVSKOY, D.; CATALDO, D. Effects of the invasive freshwater mussel *Limnoperna fortunei* on sediment properties and accumulation rates. **Journal of Geophysical: Biogeosciences**, v. 123, n. 6, p. 2002-2017, 2018.

TROVATI, G. **Revestimento de poliuretano como anti-incrustante para o controle do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*)**. 131f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

VIANNA, G. R.; OLIVEIRA, T. M.; TEIXEIRA, E. A.; NICOLINO, R. R.; BOSCOLO, W. R.; SILVA, M. X.; HADDAD, J. P. A. Biosseguridade para sistemas de produção de peixes em tanque-rede em função da colmatação agravada por *Limnoperna fortunei*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 71, n. 1, p. 314-322, 2019.