



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

JOÃO HENRIQUE VARGAS

**Salinidade letal média e cultivo de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella
brasiliensis*) em diferentes salinidades**

FLORIANÓPOLIS

2019

João Henrique Vargas

**Salinidade letal média e cultivo de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella
brasiliensis*) em diferentes salinidades**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Aquicultura da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do título de Mestre em
Aquicultura.

Orientador: Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira

Florianópolis

2019

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

Vargas, João Henrique

Salinidade letal média e cultivo de juvenis de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) em diferentes salinidades / João Henrique Vargas ; orientador, Vinicius Ronzani Cerqueira, 2019.

33 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Sardinha Brasileira. 3. Qualidade de água. 4. Desempenho zootécnico. 5. LC50. I. Cerqueira, Vinicius Ronzani. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III. Título.

João Henrique Vargas

Salinidade letal média e cultivo de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) em diferentes salinidades

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Evoy Zaniboni Filho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luis Alejandro Vinatea Arana, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Gilberto Caetano Manzoni, Dr.
Universidade do Vale de Itajaí

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em aquicultura.

Prof. Dra. Leila Hayashi
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura

Prof. Dr. Vinicius Ronzani Cerqueira
Orientador

Florianópolis, 05 de outubro de 2018.

Este trabalho é dedicado aos meus irmãos e aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência.

Aos meus pais Nina e Carlos, que sempre me ensinaram o caminho a seguir, com carinho e dedicação.

Aos meus irmãos Carlos Eduardo e Victor, que são os meus companheiros de todos os momentos.

A minha família, que é o meu alicerce.

Ao meu orientador e professor, Dr. Vinicius, pela confiança, pelo auxílio e pela disposição durante todo o processo.

Aos meus amigos Gabriel Bail, Rodger Colombo, Luiz Eduardo e Erick Martins, que me acompanharam durante toda minha formação acadêmica, sendo em muitas vezes a minha família.

Aos meus amigos do Lapmar Gabriel Passini, Cristina Carvalho, Vaíco, Sayão, Ricardo Takeuchi, Fábio, Vírginia, Manecas, Eduardo Ferraz, Felipe, Marcela, Maicon, Salete, Cláudia, Tarik, Guto, Israel, Luiz Paulo, Marcos, Andressa, Vanessa, Herdras, Salete, Thaís; que foram imprescindíveis pela amizade e ajuda na minha formação como profissional.

Ao Lucas e ao professor Maurício Laterça do NEPAQ, pelo auxílio nas análises histológicas.

Aos meus amigos Vinicius Euzébio, Israel Cordeiro, Dimitri, Fábio Divino, Igor e Raul pelo companheirismo e lealdade de toda uma vida.

RESUMO

A salinidade é um dos parâmetros da qualidade de água de maior importância para juvenis de peixes marinhos, pois pode influenciar a sobrevivência e o crescimento. A sardinha tem sido utilizada como isca-viva em barcos para a pesca de atum, onde é mantida com água do ambiente com salinidade variada. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da salinidade sobre juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). Através de dois ensaios (agudo e crônico) foram determinados, respectivamente, o LC₅₀ (em 96 h) e o desempenho zootécnico (por seis semanas). O primeiro teste, para determinação do LC₅₀, tinha seis tratamentos (salinidades 0, 7, 14, 21, 28 e 35) com três réplicas. As unidades experimentais foram tanques cilindro-cônicos de 100L, contendo 30 indivíduos (com 45 dias de idade), sem renovação de água e sem alimentação. Foram medidos diariamente temperatura, oxigênio dissolvido, amônia e o número de mortos. Nos tratamentos de salinidade 0 e 7, já no primeiro dia, todos os indivíduos morreram. Nos demais tratamentos houve sobrevivência, destacando-se os tratamentos de 28 e 35 com 100%. A salinidade letal média inferior em 96 h foi estimada em 11,13. (IC 95% = 10,61- 11,67). O segundo teste teve cinco tratamentos (salinidades 7, 14, 21, 28 e 35), com três réplicas. As unidades experimentais foram tanques cilindro-cônicos de 200L, contendo 30 indivíduos (com 58 dias de idade), com renovação de água de 100% a cada 48 h. O alimento (50% PB) foi oferecido três vezes ao dia (9h, 13h e 17h). Foram medidos diariamente temperatura, amônia, oxigênio dissolvido e o número de mortos. Na salinidade 35 foram observados os maiores índices de crescimento (ganho de 2,78 g) e sobrevivência (100%). A salinidade 14 teve a mais baixa sobrevivência (83%) e crescimento (ganho de 1,48 g). Nas demais salinidades (21 e 28) o desempenho foi intermediário. Sendo assim, juvenis de sardinha-verdadeira podem ser adaptados a ambientes com salinidade a partir de 14, sem perdas significativas, principalmente considerando o curto período em barcos de pesca. Entretanto, para engorda em cativeiro, a salinidade 35 é a mais adequada.

Palavras-chave: Aquicultura. Sardinha Brasileira. Qualidade de água. Desempenho zootécnico. LC₅₀.

ABSTRACT

The salinity is one of the most important parameters of water quality because it may influence juvenis of marine fish endurance and growth. Sardines can be utilized as live bait in fishing boats of tuna fish, where it is kept in the water of the environment with a varied salinity. This study aims to evaluate the influence on juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) through two assays (chronic and acute) were determined, respectively, the LC₅₀ (in 96 hours) and the zootechnical development (for six weeks). The 1^o assay, for assurance of LC₅₀, was composed by 6 salinity treatments (0, 7, 14, 21, 28, 35), containing 3 replicas. The experimental unities were cylindrical tapered tanks of 100L, with 30 individuals (with 45 days of age), no water renewal and no feeding. I was daily measured temperature, dissolved oxygen, ammonia and the number of deaths. In 0 and 7 salinity treatments all individuals already died in the first day. Further treatments had endurance, highlighting the 28 and 35 treatments with 100% endurance. The lower lethal medium salinity in 96 hours was estimated in 11,13. (IC 95% = 10,61- 11,67).The 2^o assay had five treatments (7, 14, 21, 28, 35) with three replicas. The experimental unities were cylindrical tapered tanks of 200Lwith 30 individuals (with 58 days of age) and 100% water renewal in each 48 hours. The feed (50% PB) was offered three a day (9h, 13h and 17h). It was daily measured temperature, ammonia, dissolved oxygen and the number of deaths. In 35 salinity, it was observed the biggest growth rates (gain of 2,78g) and endurance (100%). The 14 salinity had the lowest endurance (83%) and growth (gain of 1,48g). In further salinities (21 and 28) obtained intermediate performance. Thus, juvenis of sardinha-verdadeira may be adapted in environments from 14 of salinity without significant losses, mainly considering the short period in fishing boats. However, to make them fatter in captivity, the salinity of 35 is more suitable.

Keywords: Aquaculture. Brazilian sardine. Water quality. Zootechnical performance. LC₅₀.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar de juvenil sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>)	12
Figura 2 - MICROGRAFIAS DE LAMELAS SECÚNDARIAS DE <i>S. brasiliensis</i> . Salinidade: amostra inicial (A), 7 (B), 14 (C), 21 (D), 28 (E), 35 (F). Aumento de 1000x.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sobrevivência (%) de juvenis de sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) submetida a diferentes salinidades em teste agudo por 96 horas.....	23
Tabela 2 - Sobrevivência, peso final, ganho de peso, comprimento final e fator de condição (média \pm dp) de juvenis de sardinha-verdadeira com 100 dias pós-eclosão, após 6 semanas de experimento, em diferentes salinidades.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1	AQUICULTURA E PISCICULTURA MARINHA.....	11
1.2	ESPÉCIE ALVO E PROJETO ISCA VIVA.....	11
1.3	EFEITO DA SALINIDADE EM PEIXES	13
1.4	OBJETIVOS	15
1.4.1	GERAL	15
1.4.2	ESPECÍFICOS	16
2	ARTIGO CIENTÍFICO.....	17
2.1	INTRODUÇÃO	18
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
2.2.1	Material Biológico	19
2.2.2	Experimento agudo (determinação LC₅₀ em 96 horas).....	20
2.2.3	Experimento crônico (cultivos em baixas salinidades).....	20
2.2.4	Análises histológicas.....	21
2.3	RESULTADOS.....	22
2.3.1	Experimento agudo (determinação LC₅₀ em 96 horas).....	22
2.3.2	Experimento crônico (cultivos em baixas salinidades).....	23
2.3.3	Análises Histológicas	24
2.4	DISCUSSÃO	26
2.5	CONCLUSÃO	27
2.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	30

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 AQUICULTURA E PISCICULTURA MARINHA

Nas últimas décadas o consumo de pescados vem aumentando, principalmente pela mudança de perfil alimentar da população que busca uma alimentação mais saudável e de qualidade. Em 2000 o consumo brasileiro de pescado per capita foi de 6,0 kg por habitante, enquanto em 2011 passou a ser de 10,6 kg por habitante, um incremento de mais de 75% (FAO, 2011). Em 2010, a produção mundial aquícola, sem incluir as plantas aquáticas, foi de 59,9 milhões de toneladas movimentando um mercado de valor total estimado em 119 US\$ bilhões, e 89% dessa produção foi oriunda da Ásia (FAO, 2011). O Brasil é o maior importador de pescados da América Latina chegando a movimentar US\$ 123 milhões em 2011, mesmo com o aumento da produção aquícola de 172 mil toneladas, em 2000, para 629,3 mil toneladas, em 2011 (FAO, 2011). Esse quadro revela um enorme potencial para o desenvolvimento aquícola, à medida que esse mercado interno está cada vez mais interessado em pescados e sustenta a abertura de novos empreendimentos aquícolas.

Ainda, a pesca extrativa mostra nos últimos anos que é uma fonte limitada, pois apesar do aumento de esforço de pesca, as capturas na década de 90 foram relativamente estáveis, com diminuição da produção nos últimos anos (CERQUEIRA, 2001). A aquicultura é uma alternativa para suprir essa demanda de pescado mundial, e atualmente é um dos segmentos onde mais se implantam projetos, se apresentando no mercado como uma alternativa viável para suprir essa crescente demanda por pescado (SEBRAE, 2008).

Em alguns países do mundo a piscicultura marinha já se consolidou, mostrando ser uma atividade geradora de renda e emprego, desenvolvida (SANCHES *et. al.*, 2006). Porém, no Brasil, apesar da intensificação de pesquisas na área, a atividade se mostra incipiente (DAVID, 2002) e não há qualquer registro de produção significativa de peixes marinhos no Brasil (CERQUEIRA, 2004). O grande entrave para ter uma produção em nível comercial no país é a falta de tecnologia, destaforma é importante o incentivo de pesquisa na área, para suprir a crescente demanda de pescados e peixes marinhos.

1.2 ESPÉCIE ALVO E PROJETO ISCA VIVA

A espécie sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) (FIG. 01), pertence aos peixes onívoros de pequeno porte, possui corpo lateralmente comprimido e prateado, formam

cardumes e habitam águas costeiras, entrando em baías e estuários (CERGOLE E DIAS-NETO, 2011). Distribui-se na costa sudeste brasileiro desde o Cabo de São Tomé/RJ até o Cabo de Santa Marta Grande/SC (JABLONSKI, 2007; CERGOLE E DIAS-NETO, 2011).

Figura 1 - Exemplar de juvenil sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)



Fonte: LAPMAR, UFSC.

A maturação sexual das fêmeas ocorre pela primeira vez (Lm 50%) com um tamanho de 168 mm e todos os indivíduos estão maduros com 210 mm (ISAAC-NAHUMET *et. al.*, 1988; WENZEL *et. al.*, 1988), o que ocorre ao término do final do primeiro e segundo ano de vida, respectivamente (MATSUURA, 1983). A desova ocorre a partir do estado do Rio de Janeiro até a região Sul do Brasil (SACCARDO *et. al.*, 1988).

Algumas características para a escolha de determinada espécie são importantes, tais como: aceitação de mercado, técnicas de reprodução em cativeiro e engorda comercial (SOLIGO, 2007). A sardinha-verdadeira possui características intrínsecas (alta taxa de fecundidade, crescimento acelerado, ciclo de vida curto, e resistência às variações ambientais), que a tornam numa espécie com potencial para a piscicultura marinha.

Esta espécie sustenta um importante setor pesqueiro da região Sudeste-Sul e, é responsável pela manutenção das maiores cadeias de processamento industrial de pescados no Brasil, os enlatados de atum e de sardinha (CERGOLE E DIAS-NETO, 2011; TURA, KATSURAGAWA, 2011). O adulto é utilizado como fonte de alimento em escala comercial, sendo que até meados da década de 90, foi o principal e maior recurso pesqueiro do Brasil (IBAMA 2005). Já os juvenis capturados são usados como isca na pesca com vara do atum,

onde são utilizados caniços para a captura dos peixes e a sardinha serve como atrativo (ANDRADE, 2003).

Atualmente, os juvenis são considerados um fator limitante da pescaria do atum, devido às variações na disponibilidade da pesca da sardinha, que varia de ano para ano, e são determinadas por fatores ambientais de difícil previsibilidade e devido ao grande esforço de pesca das últimas décadas (JABLONSKI e LEGEY, 2004). Desta maneira, a sardinha-verdadeira se revela uma espécie com grande potencial para a piscicultura marinha tanto como isca viva quanto para a pesca de tunídeos ou para engorda, fomentando a indústria de enlatados de sardinha e atum.

O Brasil, em 1973, teve a sua maior produção de sardinha com 228 mil toneladas, já nos anos seguintes exibiu uma tendência de declínio. E entre 2001 e 2005 essa média foi de 18,9 mil toneladas, com uma frota de 225 traineiras autorizadas à atividade de cerco (IBAMA, 2005). Sendo assim, é necessário gerar um pacote tecnológico que busque viabilizar o seu cultivo em cativeiro.

O trabalho está inserido no projeto ISCA-VIVA, o qual visa contribuir com o processo de gestão pesqueira, além de redução do impacto ambiental da pesca do atum por vara e isca-viva pela substituição da coleta de juvenis de sardinha do ambiente natural por isca produzida em laboratório. Além disso, propõe-se, também, desenvolver ações de monitoramento ambiental, técnicas de produção e manejo de isca-viva de juvenis de sardinha-verdadeira, com vistas ao uso sustentável do recurso e a manutenção da cadeia de processamento industrial de pescados no Brasil.

1.3 EFEITO DA SALINIDADE EM PEIXES

A alteração de salinidade, em diversas espécies, influencia na sobrevivência, crescimento e, ainda, em concentrações adequadas pode melhorar as condições de cultivo (BALDISSEROTTO, 2002). Mudanças bruscas à salinidade, a partir de 10, podem acarretar em um colapso irreversível e impossibilitar a capacidade do indivíduo de se adaptar a mudança, mesmo que a exposição seja por minutos ou horas. O ideal é essa mudança ser feita gradativamente, onde o peixe tem a possibilidade de uma reorganização estrutural e metabólica para satisfazer o aumento da demanda energética associada à exposição desse novo ambiente, possibilitando uma maior adaptação a essas mudanças. (BOYD, 1990). Além disso, é necessário, simultaneamente, ajustar-se a outras variações ambientais, como concentração de ph, oxigênio e temperatura, que acabam normalmente se alterando junto com a salinidade

(BALDISSEROTTO, 2002). As alterações de salinidade podem acarretar em mudanças no substrato energético, excreção de nitrogênio, consumo de oxigênio e na pressão osmótica plasmática e ainda como medida preventiva contra ectoparasitas (BENETTI *et. al.*, 2001; GRACIA-LÓPEZ *et. al.*, 2006).

BENETTI *et. al.* (2007) relata que cultivos próximos a regiões costeiras e abrigadas podem permitir a influência direta de oscilações de salinidade. GARISSON (2010) salienta que essas oscilações são consequências de fatores atmosféricos, geográficos e oceanográficos, ou seja, fatores abióticos e de pouca previsibilidade. A possibilidade do cultivo de peixes marinhos no sul do Brasil requer a busca por espécies que naturalmente explorem esse ambiente e, portanto, demonstrem tolerância e crescimento mesmo em condições de água fria e à salinidade oscilante (FILHO; BERTEAUX; WASIELESK, 2008).

Já em sistemas de cultivos, a adaptação de aclimatação à variação de salinidade varia de espécie para espécie (SHEPERD *et. al.*, 2005; LIN *et. al.*, 2006). A tolerância à salinidade de diferentes espécies foi testada por vários autores, entre elas, o jundiá *Rhamdia quelen* (MARCHIORO e BALDISSEROTTO, 1999), o papa terra *Menticirrhus littoralis* (FILHO; *et. al.*, 2008) o linguado *Paralichthys sorbignyanus* (WASIELESKY; *et. al.*, 1995), o beta *Betta splendens* (ZUANON; *et. al.*, 2009), o pampo *Trachinotus marginatus* (TESSER; *et. al.*, 2003), o peixe-rei *Odontesthes argentinensis* (PHONLOR e SAMPAIO, 1992), a tainha *Mugil platanus* (NETO e SPACH, 1999). Esses estudos foram feitos testes agudos por 96 horas para verificar a tolerância da salinidade e determinação do LC₅₀ letal.

Além da possibilidade de melhorar índices zootécnicos, temos que levar em consideração que produzir a sardinha em áreas continentais, longe das áreas costeiras, é relevante, já que esses lugares devido à especulação imobiliária acabam sendo terrenos supervalorizados, podendo inviabilizar a produção.

Outra problemática na cadeia de pesca do atum é o acondicionamento da sardinha nas tinas dos barcos atuneiros, que devido à contaminação, estresse da captura e de manuseio, oscilações da temperatura e salinidade da água circulante, alta densidade e alimentação inadequada, gera mortalidades que chega a 50% podendo chegar aos 100% (CERGOLE E DIAS-NETO, 2011). A qualidade da água é um item primordial para o êxito e manutenção dos organismos em meio aquático (VINATEA, 2010).

O estudo da osmorregulação é fundamental, posto que a maioria dos peixes vive em ambientes com concentrações de íons diferente do seu sangue (BALDISSEROTTO, 2002). A osmorregulação é um processo de alta demanda energética e está intimamente ligado à salinidade do ambiente aquático. A partir do conhecimento da salinidade ideal das espécies,

pode-se reduzir a energia gasta à manutenção da homeostase e por consequência o crescimento poderá ser maximizado (SAMPAIO e BIANCHINI, 2002).

A brânquia é o principal órgão de respiração dos peixes e se apresenta como principal local de excreção de íons monovalentes em teleósteos marinhos. Este processo é feito por células especializadas denominadas células de cloreto (CC), que também pode ser denominadas de ionócitos ou células ricas em mitocôndrias (WILLMER e JOHNSTON, 2009). As CC estão localizadas, principalmente, nos filamentos das brânquias na região entre as bases das lamelas (MYLONAS *et. al.*, 2009). Quando existe uma proliferação de células de cloreto podem ser encontradas densamente no epitélio branquial e nas lamelas (PERRY, 1997).

A célula de cloreto é uma das quatro diferenciações celulares presentes no epitélio branquial e ocupa uma pequena fração da área superficial total das células epiteliais que são expostas ao ambiente (PERRY e LAURENTE, 1993). Além dela, existe as células pavimentares, as células mucosas e as células neuroepiteliais (PERRY, 1997). Com base nas diferenças morfológicas e de localização das CC, os teleósteos possuem dois subtipos celulares (α e β) e, possivelmente, as funcionalidades desses subtipos possam ser diferentes (PISAM *et. al.* 1995). As células de cloreto α são localizadas principalmente na base da lamela e são precursoras das CC em teleósteos adaptados à água marinha. Já as CC β são primariamente localizadas nos filamentos branquiais, na região inter-lamelar, e ocorrem somente em teleósteos que habitam águas doces. Com isso, as células de cloreto possuem um importante papel na osmorregulação, e especialmente na excreção de Na^+ e Cl^- (BALDISSEROTTO, 2002). Modificações na salinidade podem provocar aumento no seu tamanho, densidade e modificações morfológicas nas células de cloreto (CARMONA *et. al.*, 2004; MYLONAS *et. al.*, 2009) e ultraestruturais nessas células.

Sendo assim, é importante investigar os parâmetros adequados de qualidade da água, a fim de minimizar as mortalidades nas tinas dos barcos atuneiros, assim como definir a salinidade ideal para o crescimento e sobrevivência de juvenis de sardinha-verdadeira.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GERAL

Avaliar a influência da baixa da salinidade na sobrevivência, crescimento e morfologia de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

1.4.2 ESPECÍFICOS

Determinar a salinidade letal média para 96 horas em teste agudo.

Definir a salinidade mais adequada para a manutenção e criação de juvenis, avaliando parâmetros zootécnicos e análise da morfologia das brânquias.

Os resultados dessa pesquisa serão submetidos em forma de artigo científico para a revista Boletim do Instituto de Pesca (ISSN online: 1678-2305). Qualis B1 na área de Zootecnia / Recursos Pesqueiros.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

Teste de salinidade, agudo e crônico, com juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) obtidos em laboratório.

João Henrique VARGAS*, Caio César França MAGNOTTI, Cristina Vaz Avelar DE CARVALHO, Fabio Carneiro STERZELECKI, Gabriel PASSINI, Vinicius Ronzani CERQUEIRA. Laboratório de Piscicultura Marinha – LAPMAR/CCA/UFSC

Autor para correspondência: joaoh.vargas@gmail.com

RESUMO

O objetivo foi avaliar a influência da salinidade sobre juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). Através de dois ensaios foram determinados, respectivamente, o LC₅₀ (em 96 h) e o desempenho zootécnico (42 dias). O primeiro teste tinha seis tratamentos (salinidades 0, 7, 14, 21, 28, 35) com três réplicas. Foram utilizados tanques cilindro-cônicos de 100L, contendo 30 indivíduos (45 DAE), sem renovação de água e alimentação. Nos tratamentos de salinidade 0 e 7, já no primeiro dia, todos os indivíduos morreram. Nos demais tratamentos houve sobrevivência. O LC₅₀ foi estimado em 11,13. O segundo teste teve cinco tratamentos (salinidades 7, 14, 21, 28, 35), com três réplicas. Foram utilizados tanques cilindro-cônicos de 200L, contendo 30 indivíduos (58 DAE), com renovação de água e alimentação até a saciedade aparente. No tratamento de salinidade 7, todos os indivíduos morreram até o 2º dia. Na salinidade 35, foram observados os maiores índices de crescimento (ganho de 2,78 g) e sobrevivência (100%). A salinidade 14 teve a mais baixa sobrevivência (83%) e crescimento (ganho de 1,48 g). Assim, juvenis de sardinha-verdadeira podem ser adaptados a ambientes com salinidade a partir de 14, sem perdas significativas. Entretanto, a salinidade 35 apresentou os maiores índices de sobrevivência e crescimento.

Palavras-chave: tolerância, LC₅₀, qualidade de água, desempenho zootécnico.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the influence on juvenis of sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) through two assays were determined, respectively, the LC₅₀ (in 96 hours) and the zootechnical development (for six weeks). The 1º assay was composed by 6 salinity treatments (0, 7, 14, 21, 28, 35 salinities), containing 3 replicas. It was utilized cylindrical tapered tanks of 100L, with 30 individuals (45 DAE), no water renewal and no feeding. In 0 and 7 salinity treatments all individuals already died in the first day. Further treatments had endurance. The LC₅₀ was estimated in 11,13. The 2º assay had five treatments (7, 14, 21, 28, 35 salinities), with three replicas. It was utilized cylindrical tapered tanks of 200L with 30 individuals (58 DAE), with water renewal and feeding until apparent satiety. In 7 salinity treatment, all individuals already died in the second day. In 35 salinity, it was observed the biggest growth rates (gain of 2,78g) and endurance (100%). The 14 salinity had the lowest endurance (83%) and growth (gain

of 1,48g). In further salinities (21 and 28) obtained intermediate performance. Thus, juvenis of sardinha-verdadeira may be adapted in environments from 14 of salinity without significant losses. However, to make them fatter in captivity, the salinity of 35 is more suitable.

Keywords: Tolerance, LC₅₀, water quality, zootechnical performance.

2.1 INTRODUÇÃO

A espécie sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é um peixe onívoro de pequeno porte, possui corpo lateralmente comprimido e prateado, além de formar cardume e habita águas costeiras, entrando em baías e estuários (CERGOLE E DIAS-NETO, 2011). Distribui-se na costa sudeste brasileira, desde o Cabo de São Tomé/RJ até o Cabo de Santa Marta Grande/SC (JABLONSKI, 2007; CERGOLE E DIAS-NETO, 2011).

Os estudos das alterações de salinidade nos cultivos aquícolas são imprescindíveis, uma vez que o seu conhecimento permite melhorar índices zootécnicos (sobrevivência, crescimento, etc), bem como auxiliar nas profilaxias de doenças e, ainda, possibilitar cultivos de espécies de peixes em ambientes diferentes do seu habitat natural. (BALDISSEROTTO, 2002)

Mudanças bruscas de salinidade, a partir de 10, podem acarretar em um colapso irreversível e impossibilitar a capacidade do animal de se adaptar à mudança, mesmo que a exposição seja por minutos ou horas. O ideal é que a mudança seja feita gradativamente, ocasião em que o peixe tem a possibilidade de uma reorganização estrutural e metabólica para satisfazer o aumento da demanda energética associada à exposição desse novo ambiente, possibilitando uma maior adaptação a essas mudanças (BOYD, 1990). Além disso, é necessário, simultaneamente, ajustar-se a outras variações ambientais, como concentração de PH, oxigênio e temperatura, que acabam normalmente se alterando junto com a salinidade (BALDISSEROTTO, 2002). As mudanças na salinidade podem, ainda, acarretar em mudanças no substrato energético, excreção de nitrogênio, consumo de oxigênio e na pressão osmótica plasmática.

Em sistemas de cultivo, a adaptação à variação de salinidade varia de espécie para espécie (SHEPERD *et. al.*, 2005; LIN *et. al.*, 2006). A tolerância à salinidade foi testada para diferentes espécies, entre elas, o jundiá *Rhamdia quelen* (MARCHIORO e BALDISSEROTTO, 1999), o papa terra *Menticirrhus littoralis* (MIRANDA-FILHO; *et. al.*, 2008), o linguado *Paralichthys orbignyanus* (WASIELESKY; *et. al.*, 1995), o beta *Betta splendens* (ZUANON; *et. al.*, 2009), o pampo *Trachinotus marginatus* (TESSER; *et. al.*, 2003), o peixe-rei *Odontesthes argentinensis* (PHONLOR e SAMPAIO, 1992), a tainha *Mugil platanus* (NETO

e SPACH, 1999). Nestes estudos, foram realizados testes agudos por 96 horas, para verificar a tolerância da salinidade e a determinação do LC₅₀ (concentração letal).

Na busca de uma maior compreensão do sistema osmorregulatório dos peixes, verifica-se na literatura a importância do estudo das brânquias, as quais se constituem num órgão fundamental para os peixes se adaptarem às mudanças de salinidade. Nelas estão localizadas as células de cloreto, que são sensíveis as modificações de salinidade, provocando o seu aumento de tamanho, densidade e modificações morfológicas (CARMONA *et. al.*, 2004; MYLONAS *et. al.*, 2009). Essas células possuem papéis distintos em peixes marinhos e de água doce, no caso dos teleósteos marinhos, a sua maior função é a de osmorregulação, em que desempenha o papel de transportes de íons (BALDISSEROTTO, 2002). Elas são grandes, redondas ou ovoides, e possuem papel distinto das células epiteliais normais, além de serem maiores, quando comparadas às demais células do epitélio branquial e são ricas em mitocôndrias, Na⁺, K⁺, e ATPase. Por isso, têm um papel essencial no transporte ativo de íons. Estão localizadas nos filamentos branquiais (junção dos filamentos brânquias com lamelas) e na membrana opercular (HIROSE, 2003). Portanto, em estudos experimentais sobre a tolerância dos peixes às mudanças de salinidade, é importante avaliar as condições das brânquias para se determinar se houveram ou não alterações morfológicas significativas.

Tendo em vista essas informações, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da baixa da salinidade na sobrevivência, crescimento e morfologia de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Material Biológico

Os juvenis de *S. brasiliensis* foram obtidos a partir de reprodução em laboratório de exemplares mantidos em cativeiro (LAPMAR-UFSC). Para indução hormonal, os peixes foram anestesiados com 50 ppm de benzocaína. Após anestesiados, os reprodutores foram induzidos com uma aplicação intramuscular de um análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante (LHRHa Sigma-AldrichCo.), na dose de 50µgKg⁻¹. Após a indução, as fêmeas e os machos foram transferidos para um tanque de 2.000 L com sistema em fluxo contínuo de água. Após, 36 horas, a 26 ± 1°C, os peixes desovaram naturalmente no tanque. A coleta de ovos foi realizada a partir de uma saída de água na parte superior do tanque e direcionada para um coletor de formato cônico. Posteriormente, os ovos foram transferidos para os tanques de

larvicultura. A partir do 2º dia, após a eclosão, foi fornecido como primeiro alimento o rotífero (*Brachionus rotundiformis*) e, em seguida, foram incluídas nauplios/metanaupilos de *Artemia* e ração, seguindo protocolo descrito por CERQUEIRA *et. al.* (2017). Pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética para Uso de Animais – CEUA da UFSC (protocolo número: PP0861).

2.2.2 Experimento agudo (determinação LC₅₀ em 96 horas)

Para a determinação do LC₅₀ em 96 horas, foi realizado um teste para verificar a tolerância dos peixes em um largo espectro de salinidade. Inicialmente foi realizada uma amostragem de 30 peixes com 45 (DAE) para determinar peso e comprimento inicial (2,48g±0,57). Foram testadas seis salinidades (0, 7, 14, 21, 28 e 35) em triplicata. Os testes foram realizados utilizando tanques cilindro-cônicos de 100 litros de volume útil, com 30 peixes por unidade experimental (0,3 peixe/L). As unidades experimentais tiveram aeração constante, controle da temperatura e fotoperíodo natural (14luz: 10escuro). Durante o experimentos os peixes não foram alimentados e não foi realizada a renovação da água. Além disso, nas primeiras 12 horas de experimento, foi monitorada a mortalidade a cada hora, e, posteriormente foram contabilizadas com 24, 48, 72 e 96 horas. Os indivíduos mortos foram retirados e seu número registrado. Foram mensurados diariamente temperatura, oxigênio dissolvido e amônia total.

As salinidades foram obtidas através de cálculo estequiométrico da diluição da água doce com a água do mar. No caso da água doce, o cloro foi eliminado através de aeração constante durante 24 horas. As medições de salinidade foram realizadas usando o refratômetro portátil (Instrutherm RTS-101ATC-03137) com precisão de 1. Com auxílio do programa “Trimmed Spearman Karber”, desenvolvido por HAMILTON *et. al.* (1977), foi estimada a salinidade letal média inferior e os respectivos intervalos de confiança (IC 95%) utilizando os dados de mortalidade observados em cada salinidade.

2.2.3 Experimento crônico (cultivos em baixas salinidades)

Em seguida, foi feito o experimento crônico com duração de 6 semanas em cinco salinidades (7, 14, 21, 28 e 35) em triplicata. Foram utilizados tanques cilindro-cônicos com 200 litros úteis e com 30 peixes por unidade experimental (0,15 peixe/L).

Os juvenis foram estocados com 51 DAE e tiveram um período de sete dias de aclimação, sendo que qualquer mortalidade nesse período foi imediatamente repostas com juvenis da mesma larvicultura.

No período de aclimação, foi feita a renovação de 100% da água nas unidades experimentais a cada 48 horas. A alimentação foi fornecida três vezes ao dia (9h, 13h e 17h), até a saciedade aparente. Os tanques tiveram aeração constante e fotoperíodo natural (14L: 10E). Foram mensurados diariamente temperatura, amônia total, oxigênio dissolvido e o número de mortos.

Uma amostragem com 50 peixes ($2,68g \pm 0,62$) do tanque de larvicultura foi realizada, para, em seguida, dar início ao experimento com os juvenis com 58 DAE, ressaltando-se, contudo, que esses peixes não foram utilizados no experimento. No último dia de experimento, foi realizada uma biometria utilizando todos os peixes sobreviventes. Nas biometrias foi utilizada benzocaína (50 ppm) como anestésico. A renovação de água foi de 100% nas unidades experimentais a cada 48 horas. A alimentação foi fornecida três vezes ao dia até a saciedade aparente (9h, 13h e 17h). Os tanques tiveram aeração constante e fotoperíodo natural (14Luz: 10escuro). Foram mensurados diariamente temperatura, amônia total, oxigênio dissolvido e o número de mortos.

Para analisar o crescimento, os juvenis foram pesados em balança de precisão e medidos com ictiômetro (cm). Os parâmetros avaliados foram: Sobrevivência (S), os juvenis foram contabilizados no final do experimento (Nf). Os cálculos foram efetuados com as seguintes fórmulas: Ganho de Peso (GP) diferença do peso final e inicial (g), Fator de condição de Fulton, sob a fórmula: $(\text{peso})/(\text{comprimento}) \times 100$. O Coeficiente de variação de peso (%) e Coeficiente de variação de comprimento (%) foram calculados sob as seguintes fórmulas, respectivamente: $CV \text{ peso} = \text{desvio padrão do peso} / \text{média do peso}$ e $CV \text{ comp} = \text{desvio padrão do comprimento} / \text{média do comprimento}$. Taxa de crescimento específico = $[(\ln \text{ peso total final}) - (\ln \text{ peso total inicial}) / \text{tempo de experimento (dias)}] \times 100$. Consumo aparente de ração: $\text{total de ração consumida por tratamento} / \text{tempo de experimento (dias)}$.

Os tratamentos estatísticos dos resultados foram feitos através do teste da Análise de Variância (Anova) ao nível de significância de 5% e havendo diferenças significativas foi aplicado o Teste de Tukey. Os dados de porcentagem foram transformados utilizando a função arco-seno da raiz quadrada. Os dados foram apresentados como média e desvio padrão.

2.2.4 Análises histológicas

Para a realização das análises histológica, ao final do experimento crônico, os peixes foram eutanasiados com imersão em anestésico (Benzocaína 300 ppm). Foram utilizados 20 peixes para a amostra inicial. E, ao final do experimento, foram retiradas amostras de 10 peixes por unidade experimental. Foi retirada a lamela secundária e fixada em formalina 10% tamponada e preservada em etanol 70%. Subsequentemente, as amostras foram desidratadas em graduação crescente de etanol, diafanizadas em xilol, impregnadas e incluídas em paraplast regular, seguindo-se os métodos de rotina para preparação histológica. Foram realizados cortes histológicos de 3 μm com a utilização de micrótomo manual que foram corados com hematoxilina-eosina (H-E), segundo metodologia de Michalany (1998). Para cada lâmina, foram capturadas três imagens aleatórias, para posterior análise no software Image J 1.45e (National Institutes of Health, USA).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Experimento agudo (determinação LC_{50} em 96 horas)

A sobrevivência dos juvenis de sardinha-verdadeira foi afetada pela mudança brusca nas salinidades 0 e 7, com 100% de mortalidade na primeira hora para o tratamento de salinidade 0. Para o tratamento de salinidade 7, as primeiras mortalidades foram contabilizadas com 6 horas de ensaio e com 10 horas de experimento havia cerca de 50% de mortalidade. Com 24 horas, todos os peixes estavam mortos. Nestas salinidades, após a imediata estocagem, já podia ser observado um comportamento anômalo dos peixes em que os juvenis nadavam de forma errática e exageradamente rápida.

No tratamento de salinidade 14, os primeiros peixes começaram a morrer com aproximadamente 10 horas de experimento e com 24 horas, 9% dos juvenis estavam mortos. Com 48 e 72 horas, houve um incremento de mortalidade de 6% e 2%, respectivamente. Para o tratamento de salinidade 21, as primeiras mortalidades ocorreram com aproximadamente 12 horas. Com 24 horas de experimento, a taxa de mortalidade era de 3% e, com 48 horas, houve um acréscimo de 2%. Já nos tratamentos de salinidades 28 e 35, não foram contabilizadas mortalidades em 96 horas.

Em 96 horas, os tratamentos de salinidades 28 e 35 apresentaram sobrevivência significativamente maiores que os demais tratamentos e não apresentando diferenças entre si. O tratamento de salinidade 21 foi significativamente maior que o tratamento de salinidade 14

($P < 0,05$). Os tratamentos de salinidades 0 e 7 não foram incluídos, pois todos os indivíduos morreram em até 24 horas (tabela 1).

Os parâmetros da qualidade de água monitorados ao longo do experimento não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A temperatura permaneceu em $25,1 \pm 0,8$ °C, o oxigênio dissolvido em $6,02 \text{ mg} \pm 0,7 \text{ L}^{-1}$, a amônia total não passou de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabela 1 - Sobrevivência (%) de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) submetida a diferentes salinidades em teste agudo por 96 horas.

Tempo (h)	Salinidade					
	0	7	14	21	28	35
24	0	0	91	97	100	100
48	-	-	85	95	100	100
72	-	-	83	95	100	100
96	-	-	83	95	100	100

Fonte: Dados elaborados pelo autor

Ao final das 96h de exposição às diferentes salinidades foram verificadas as maiores sobrevivências a partir da salinidade de 14 com 83%. Na salinidade 21 foi de 95% e nos tratamentos de 28 e 35 foi de 100%. Nas salinidades 0 e 7, a taxa de mortalidade foi de 100% nas primeiras 24 horas. Com base nestes dados, a salinidade letal média inferior foi estimada em 11,13 (IC 95% = 10,61- 11,67).

2.3.2 Experimento crônico (cultivos em baixas salinidades)

Preliminarmente, no tratamento de salinidade 7, pôde-se verificar o comportamento anômalo dos peixes, após a estocagem nas unidades experimentais, visto que os juvenis nadaram de forma errática. Na primeira medição, com 24 horas de experimento 95% dos indivíduos estavam mortos. Após 48h de exposição, alcançou os 100% de mortalidade.

No tratamento de salinidade de 14, na primeira medição, após 24 horas de experimento, 10% dos indivíduos estavam mortos e com 48 horas, houve um acréscimo de 5% de mortalidade. O restante das mortalidades ocorreram na primeira semana do ensaio. Já no tratamento de salinidade 21, nas primeiras 24 horas de ensaio, apresentou 4% de mortalidade. Com 48 horas houve um acréscimo de 2% nas mortalidades. Nos tratamentos de salinidades 28 e 35, não foram contabilizadas mortalidades ao longo de todo o experimento. Nas estatísticas

de crescimento, o tratamento de salinidade 7 não foi incluído, já que todos os indivíduos morreram em até 48 horas.

Para peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e consumo de ração, o tratamento de salinidade 35 teve o melhor resultado, com diferenças significativas para os demais tratamentos. Os tratamentos de salinidades 28 e 35 não apresentaram diferenças significativas entre si, porém tinham diferenças significativas em relação ao tratamento de salinidade 14 (Tabela 2). Para o comprimento final, o tratamento de salinidade 14 foi significativamente menor do que os demais, já os tratamentos de salinidade 21, 28, e 35 não tiveram diferenças significativas entre si. Para o fator de condição, o tratamento de salinidade 35 alcançou o maior resultado, com diferenças significativas em relação aos outros tratamentos, enquanto estes não diferiram significativamente entre si. Os coeficientes de variação de pesos e comprimentos não apresentaram diferenças significativas.

Os parâmetros da qualidade de água monitorados, ao longo do experimento e no período de aclimação, não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A temperatura permaneceu em $25,4 \pm 0,7$ °C, o oxigênio dissolvido em $6,22 \text{ mg} \pm 0,6 \text{ L}^{-1}$, a amônia total não passou de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabela 2 - Sobrevivência, peso final, ganho de peso, comprimento final e fator de condição (média \pm dp) de juvenis de sardinha-verdadeira com 100 dias pós-eclosão, após 6 semanas de experimento, em diferentes salinidades.

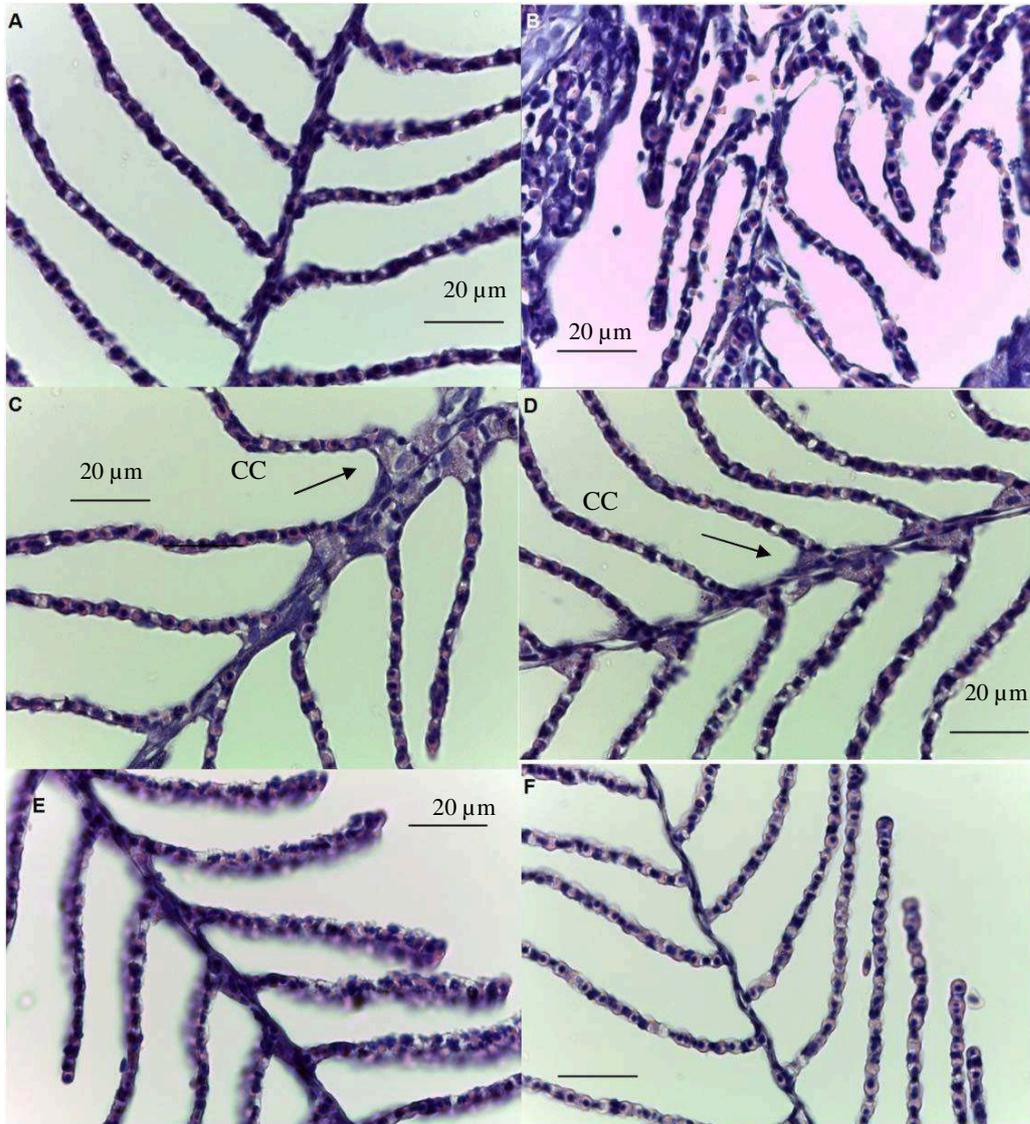
	Salinidade da água (g de sal L ⁻¹)			
	14	21	28	35
Sobrevivência (%)	83 ^c	94,4 ^b	100 ^a	100 ^a
Peso final (g)	4,16 \pm 0,6 ^c	4,68 \pm 0,65 ^b	4,65 \pm 0,79 ^b	5,46 \pm 0,67 ^a
TCE (%)	1,04 \pm 0,38 ^c	1,32 \pm 0,41 ^b	1,31 \pm 0,35 ^b	1,69 \pm 0,37 ^a
Ganho de peso (g)	1,48 \pm 0,29 ^c	2,00 \pm 0,25 ^b	1,97 \pm 0,10 ^b	2,78 \pm 0,09 ^a
Comprimento (cm)	7,61 \pm 0,5 ^b	7,95 \pm 0,51 ^a	8,02 \pm 0,53 ^a	7,89 \pm 0,35 ^a
Consumo (g/dia)	1,28 \pm 0,3 ^c	1,62 \pm 0,4 ^b	1,68 \pm 0,42 ^b	2,08 \pm 0,2 ^a
Fator de Condição	0,97 \pm 0,07 ^b	0,94 \pm 0,08 ^b	0,90 \pm 0,06 ^b	1,11 \pm 0,06 ^a
CV peso	15,08 \pm 1,1 ^a	14,01 \pm 0,9 ^a	13,98 \pm 0,7 ^a	12,42 \pm 0,3 ^a
CV comprimento	6,64 \pm 1,2 ^a	6,5 \pm 1,3 ^a	6,7 \pm 1,0 ^a	5,8 \pm 0,9 ^a

Fonte: Elaborada pelo autor. Valores médios (\pm desvio-padrão) de sobrevivência, peso final, taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso, comprimento final, consumo de ração, fator de condição, coeficiente de variação do peso e coeficiente de variação de comprimento de juvenis de sardinha-verdadeira com 100 DAE, após 42 dias de experimento, em diferentes salinidades.

2.3.3 Análises Histológicas

Na amostra inicial, o tamanho das células de cloreto na região interlamelar é pequeno e sem destaque comparando com o das demais células (FIGURA 2A). No tratamento de salinidade 7 (FIGURA 2B), pode-se observar o intenso descolamento das lamelas, ruptura do epitélio respiratório, extravasamento do sangue para o meio externo e uma desestruturação das lamelas secundárias, o que levou a ocorrência de necrose e morte celular generalizada, e por consequência à perda do padrão estrutural das células, sem o desenvolvimento das células de cloreto, devido à agressividade do tratamento. Nos tratamentos de salinidades 14 e 21, verificou-se um grande número de células de cloreto na região interlamelar e células bem desenvolvida e característica comum de quando as células de cloreto estão em grande atividade de osmorregulação (FIGURA 2C;2D). Nos tratamentos de 28 e 35, constatou-se situação semelhante à amostra inicial, em que as células de cloretos na microscopia óptica são pequenas e se confundem com as demais células das lamelas, devido ao menor gasto osmorregulatório em relação aos tratamentos de salinidades 14 e 21 (FIGURA 1E;1F).

Figura 2 - MICROGRAFIAS DE LAMELAS SECÚNDARIAS DE *S. brasiliensis*. Salinidade: amostra inicial (A), 7 (B), 14 (C), 21 (D), 28 (E), 35 (F). Aumento de 1000x.



Fonte: figura elaborada pelo autor.

2.4 DISCUSSÃO

Após os testes agudo e crônico de juvenis de sardinha-verdadeira, revelou-se que a espécie, apesar de oceânica, suporta uma faixa ampla de salinidade. Dessa maneira, já a partir de salinidade 14, apresentou 83% de sobrevivência em 42 dias e o valor de salinidade letal média (LC₅₀) foi estimado em 11,13. E isso se deve ao fato de que os adultos desovam próximo à costa e os juvenis podem se desenvolver em ambientes estuarinos ou lagunares. Segundo Saccardo *et. al.* (1988) em um trabalho para determinação de idade e crescimento da sardinha-verdadeira, durante as capturas, constatou-se que as formas jovens são encontradas com maior frequência nas regiões estuarinos-lagunares. Matsuura (1971) em um estudo da fase inicial do ciclo de vida da sardinha, verificou que a desova não ocorre com mais de 100 metros de profundidade e concluiu que elas ocorrem com mais frequência entre 15 e 100 metros de profundidade (SACCARDO, 1991).

No tocante à taxa de crescimento específico, esta variou de 1,04 a 1,69% e são resultados são interessantes, quando comparados com outras espécies de peixes marinhos, na fase de juvenil, exemplos: o sea bream *Sparus aurata* com 0,65% (IZQUIERDO, 2005), o peixe rei *Odontesthes argentinensis* com 1,60% (TESSER, 2006), o robalo peva *Centropomus parallelus* com 1,75% (SANCHES, 2011) e, ainda, corrobora com BALOI (2016) que em um estudo para sobre frequência alimentar da sardinha-verdadeira, em laboratório, encontrou taxas similares (1,35% até 1,69%). Cabe ressaltar, ainda, que na salinidade de 35, obteve-se a maior taxa de TCE, a qual foi diminuindo com o decréscimo da salinidade imposta, e isso indica que salinidades abaixo de 35 refletem em um aumento dos custos metabólicos para regulação iônica e osmótica. Assim, há uma realocação dessa energia para outros processos fisiológicos que não a de crescimento (MORGAN e IWANA, 1991; ALTINOK e GRIZZLE, 2010).

No presente estudo, o tratamento de salinidade 35 obteve os maiores índices em todos os parâmetros zootécnicos e outros estudos mostraram resultados similares em espécies marinhas, isto é, as melhores taxas para crescimento, foram com salinidades mais altas, tais como: o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) que foi de acima de 30 (CONIDES e GLAMUZINA, 2006); o pargo amarelo – *Lutjanus argentientris*, (SERRANO-PINTO e CARAVEA-PATINO, 1999) e o hogchoker – *Trinectes maculatus* (PETERS e BOYD), 1972 que foram de 30; e a dourada (*Sparus aurata*) que foi de 28 (CONIDES *et. al.*, 1997).

Através das análises lamelas secundárias dos juvenis, pôde-se examinar as respostas branquiais frente à exposição de diferentes salinidades. E, após as análises, observou-se alterações morfológicas e proliferações das células de cloretos nas lamelas secundárias dos juvenis, sendo que foi constatado o aumento no número, bem como no volume das células de cloreto, a partir do decréscimo da salinidade imposta. Deve ao fato da espécie estar inserida numa salinidade diversa do seu habitat natural, ou seja, existe um maior esforço das células de cloreto no processo osmorregulatório e, por consequência, há o aumento no seu desenvolvimento e proliferação. Esses resultados corroboram com diversos autores, dentre eles: VAN DER HEIJIDEN *et. al.*, (1997), o qual constatou um aumento do número de células de cloreto no epitélio branquial da tilápia *Oreochromis mossambicus*, associado ao aumento na salinidade; no bagre *Hypostomus plecostomus*, modificações na zona apical das células de cloreto (FERNANDES *et. al.*, 1998) e, ainda, as modificações nas células de cloreto em água doce e salgada, do esturjão *Acipenser naccarii* (MARTÍNEZ-ÁLVARES *et. al.*, 2005).

As modificações nas lamelas secundárias nos tratamentos de salinidades 14 e 21 (que tiveram aumento no volume e concentração de células de cloretos) foram induzidas por agentes irritantes nas lamelas branquiais, contudo não refletem ações específicas do agente, mas, sim, em uma resposta fisiológica do peixe. Esta resposta pode ser regulada por fatores internos às brânquias ou ser parte de uma resposta sistêmica ao estresse (MALLAT, 1985). Já para o tratamento de salinidade 7, devido à agressividade do tratamento, não houve o desenvolvimento de células de cloreto, e neste caso, houve ação direta do agente irritante resultando na necrose e morte celular (MALLAT, 1985). Dessa forma, as alterações ocorridas nas brânquias explicam as respostas dos juvenis de sardinha-verdadeira frente às diversas salinidades testadas no presente estudo.

2.5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, conclui-se que as melhores condições para os cultivos de juvenis de sardinha-verdadeira são com salinidade de 35, ocasião em que se obteve as maiores taxas de crescimento e sobrevivência. No entanto, constatou-se que cultivos com juvenis de sardinha-verdadeira, com salinidade a partir de 14, apresentam índices zootécnicos bastantes satisfatórios, tanto para ganho de peso, quanto para sobrevivência. Sendo uma alternativa adequada para a engorda ou para manutenção de juvenis de sardinha-verdadeira nas tinas de barcos, já que o estudo crônico, com duração de seis semanas, é maior que o tempo de manutenção das iscas-vivas nas tinas dos barcos atuneiros.

Todavia, mais pesquisas são necessárias, pois o estudo foi realizado com juvenis, porém, dependendo do cultivo, o de engorda, por exemplo, os peixes podem ser levados até a fase adulta, e não necessariamente os resultados são os mesmos, até porque, diferentemente dos juvenis, os adultos passam a maior parte da vida nos oceanos

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTINOK, I.; GRIZZLE, J. M. 2001 Effects of brackish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juvenile euryhaline and freshwater stenohaline fishes. *Journal of fish Biology*, 59(5), 1142-1152.

BALDISSEROTTO, B. 2002 Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Rio Grande do Sul: UFSM, p. 75-106.

BALOI, M.; DE CARVALHO, C. V. A.; STERZELECKI, F. C.; PASSINI, G.; CERQUEIRA, V. R. 2016 Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition of juveniles B razilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (S teindacher 1879). *Aquaculture research*, 47(2), 554-560.

CARMONA, R.; GARCÍA-GALLEGO, M.; SANZ, A.; DOMEZAIN, A.; OSTO GARRIDO, M. V. 2004 Chloride cells and pavement cells in gill epithelia of *Acipenser naccarii*: ultrastructural modifications in seawater-acclimated specimens. *Journal of Fish Biology*, 64(2), 553-566.

CERGOLE, M. C., E DIAS-NETO, J. 2011 Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* no Brasil. *Série Plano de Gestão dos Recursos Pesqueiros* 5.

CONIDES, A.J.; PARPOURA, A.R.; FOTIS, G. 1997 Study on the effects of salinity on the fry of the euryhaline species gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 12, 297-304.

CONIDES, A. J.; GLAMUZINA, B. 2006 Laboratory simulation of the effects of environmental salinity on acclimation, feeding and growth of wild-caught juveniles of European sea bass *Dicentrarchus labrax* and gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Aquaculture*, 256(1-4), 235-245.

FERNANDES, M.N; PERNA, S.A e MORON, S.E. 1998 Chloride cell apical surface changes in gill epithelia of the armoured catfish *Hypostomus plecostomus* during exposure to distilled water. *Journal of Fish Biology*, 52(4), 844-849.

HEIJDEN, A. J. H. V. D., VERBOST, P., EYGENSTEYN, J., LI, J., BONGA, S., E FLIK, G. 1997 Mitochondria-rich cells in gills of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) adapted to fresh water or sea water: quantification by confocal laser scanning microscopy. *Journal of Experimental Biology*, 200(1), 55-64.

HIROSE, S.; KANEKO, T.; NAITO, N.; TAKEI, Y. 2003 Molecular biology of major components of chloride cells. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 136(4), 593-620.

IZQUIERDO, M. S.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; CABALLERO, M. J.; ROSENLUND, G.; GINÉS, R. 2005 Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250(1-2), 431-444.

JABLONSKI, S. 2007 The Brazilian sardine. Is there any room for modelling. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2(2), 86-93.

MALLAT, J. 1985 Fish gill structural changes induced by toxicants and other irritants: a statistical review. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(4), 630-648.

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

MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, RM, SANZ, A., GARCIA-GALLEGO, M., DOMEZAIN, A., DOMEZAIN, J., CARMONA, RV., OSTOS-GARRIDO, M. and MORALES, AE. 2005 Adaptive branchial mechanisms in the sturgeon *Acipenser naccarii* during acclimation to saltwater. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 141(2), 183-190.

MATSUURA, Y. (1971). A study of the life history of Brazilian sardines, *Sardinella aurita*: I. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 20(1), 33-60.

MIRANDA FILHO, K. C.; ROBALDO, R. B.; JÚNIOR, W. W. 2008 Tolerância de juvenis do "papa-terra" *Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1860)(Pisces: Sciaenidae) a baixas salinidades. *Atlântica (Rio Grande)*, 30(2), 101-106.

MORGAN, J. D.; IWAMA, G. K. 1991 Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(11), 2083-2094.

MYLONAS, C.; PAVLIDIS, M.; PAPANDROULAKIS, N.; ZAISS, M.; TSAFARAKIS, D.; PAPADAKIS, I. 2009 Growth performance and osmoregulation in the shi drum (*Umbrina cirrosa*) adapted to different environmental salinities. *Aquaculture*, 287(1-2), 203-210.

NETO, J.C.F.; SPACH, H.L. 1999 Morfologia e ultraestrutura de arcos branquiais de juvenis de *Mugil platanus* Günther (Pisces, Mugilidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16, 489-500.

PETERS, D.S.; BOYD, M.T. 1972 The effect of temperature, salinity, and availability of food on the feeding and growth of the hogchoker, *Trinectes maculatus* (Bloch & Schneider). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 9(2), 201-207.

PHONLOR, G.; SAMPAIO, L.A. 1992 EFFECT OF SALINITY ON GROWTH AND SURVIVAL OF ODONTESTHES-ARGENTINENSIS LARVAE. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 35(1), 153-158.

SACCARDO, S. 1991 Biologia e avaliação do estoque da sardinha *Sardinella brasiliensis*: uma compilação. *Atlântica*, 13, 29-43.

SACCARDO, S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; MUNHOZ, M. 1988 PIEBS-Programa Integrado de Estudos Biológicos sobre a Sardinha. IV-Idade e crescimento. *SIMPÓSIO DA FURG SOBRE PESQUISA PESQUEIRA*, 1, 45.

SANCHES, E. G.; OSTINI, S.; DA ROCHA OLIVEIRA, I.; DA SILVA SERRALHEIRO, P. C. 2011 Cultivo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, em sistema de recirculação marinho. *Arquivos de Ciências do Mar*, 44(1).

SERRANO-PINTO, V.; CARAVEA-PATINO, J. 1999 Survival of amarillo snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters 1869) at different salinities in captivity. *Aquaculture research*, 30(6), 467-470.

SHEPHERD, B. S.; DRENNON, K.; JOHNSON, J.; NICHOLS, J. W.; PLAYLE, R. C.; SINGER, T. D.; VIJAYAN, M. M. 2005 Salinity acclimation affects the somatotropic axis in rainbow trout. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 288(5), 1385-1395.

TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A. N. D.; BURKERT, D. 2003 Tolerância de juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. *Ciência Rural*, 33(4).

TESSER, M. B. e SAMPAIO, L. A. 2006 Criação de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) em diferentes taxas de arraçamento. *Ciência Rural*, 36(4).

WASIELESKY JR, W., MIRANDA, K., & BIANCHINI, A. 1995 The tolerance of the Flatfish *Paralichthys orbignyanus* to salinity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 38(2), 385-395.

ZUANON, J. A. S., SALARO, A. L., VERAS, G. C., TAVARES, M. M., & CHAVES, W. 2009 Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água. *Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 11, 2106-2110.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ANDRADE, Dalcio Ricardo; YASUI, George Shigueki. Manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 27, n. 2, p. 166-172, 2003.

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002.

BENETTI, Daniel D. *et. al.* Development of aquaculture methods for southern flounder, *Paralichthys lethostigma*: II. Nursery and grow-out. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 11, n. 1-2, p. 135-146, 2001.

BENETTI, Daniel D. *et. al.* Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. **Cobia aquaculture: research, development and commercial production**, p. 57-78, 2007.

BOYD, Claude E. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn university. **Alabama**, p. 462, 1990.

Carmona, R., García-Gallego, M., Sanz, A., Domezain, A., & Ostos-Garrido, M. V. Chloride cells and pavement cells in gill epithelia of *Acipenser naccarii*: ultrastructural modifications in seawater-acclimated specimens. **Journal of Fish Biology**, v. 64, n. 2, p. 553-566, 2004.

CERGOLE, Maria Cristina; DIAS-NETO, José. Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* no Brasil. Brasília: Ibama, 2011.

CERQUEIRA, V. R. Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuição da Ictiologia. **Reuniao técnica sobre Ictiologia em estuários. Universidade Federal do Paraná, Curitiba**, p. 51-58, 2001.

CERQUEIRA, Vinicius Ronzani. Cultivo de peixes marinhos. **Aqüicultura: Experiências Brasileiras. Florianópolis, SC:, Multitarefa**, p. 369-406, 2004

CERQUEIRA, Vinicius Ronzani *et. al.* Manejo de reprodutores e controle da reprodução de peixes marinhos da costa brasileira. **Rev Bras Reprod Anim**, v. 41, p. 94-102, 2017.

DAVID, G. S. Marimba e Pargo Rosa: peixes brasileiros no rumo da maricultura. **Panorama da Aqüicultura**, v. 12, n. 73, p. 41-44, 2002.

FAO. Fishery and Aquaculture Statistics, 2011.

MIRANDA FILHO, Kleber Campos; ROBALDO, Ricardo Berteaux; JÚNIOR, Wilson Wasielesky. Tolerância de juvenis do "papa-terra" *Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1860)(Pisces: Sciaenidae) a baixas salinidades. **Atlântica (Rio Grande)**, v. 30, n. 2, p. 101-106, 2008.

GARRISON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. São Paulo, Cengage Learning. 426p., 2010.

GRACIA-LÓPEZ, V.; ROSAS-VAZQUEZ, C.; BRITO-PEREZ, R. Effects of salinity on physiological conditions in juvenile common snook *Centropomus undecimalis*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 145, n. 3, p. 340-345, 2006.

IBAMA 2005. **Estatística Pesqueira Nacional 2003**. Brasília, IBAMA.

Isaac-Nahum, V. J., Cardoso, R. D. D., Servo, G., & Rossi-Wongtschowski, C. D. B.Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879),(Clupeidae). **Journal of Fish Biology**, v. 32, n. 3, p. 383-396, 1988.

JABLONSKI, Silvio; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. Quantifying environmental effects on the recruitment of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*), 1977-1993. **Scientia Marina**, v. 68, n. 3, p. 385-398, 2004.

JABLONSKI, SILVIO. The Brazilian sardine. Is there any room for modelling. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 2, p. 86-93, 2007.

Lin, Y. M., Chen, C. N., Yoshinaga, T., Tsai, S. C., Shen, I. D., & Lee, T. H. Short-term effects of hyposmotic shock on Na⁺/K⁺-ATPase expression in gills of the euryhaline milkfish, *Chanos chanos*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 143, n. 3, p. 406-415, 2006.

MARCHIORO, Maria Ignez; BALDISSEROTTO, Bernardo. 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.

MATSUURA, Yasunobu. **Estudo comparativo das fases iniciais do ciclo de vida da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* e da sardinha-cascuda, *Harengula jaguana*, (Pisces: Clupeidae) e nota sobre a dinâmica da população da sardinha-verdadeira na região sudeste do Brasil**. 1983. Tese de Doutorado. Universidad de São Paulo, Instituto Oceanográfico.

MYLONAS, Constantinos C. *et. al.* Growth performance and osmoregulation in the shi drum (*Umbrina cirrosa*) adapted to different environmental salinities. **Aquaculture**, v. 287, n. 1-2, p. 203-210, 2009.

FONSECA NETO, J. C.; SPACH, Henry Louis. Morfologia e ultraestrutura de arcos branquiais de juvenis de *Mugil platanus* Günther (Pisces, Mugilidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 489-500, 1999.

PERRY, Steve F.; LAURENT, Pierre. Environmental effects on fish gill structure and function. In: **Fish ecophysiology**. Springer, Dordrecht, p. 231-264, 1993.

PERRY, Steve F. The chloride cell: structure and function in the gills of freshwater fishes. **Annual Review of Physiology**, v. 59, n. 1, p. 325-347, 1997.

PHONLOR, G. e SAMPAIO, L.A. Effect of salinity on grow thand survival of *Odontesthes argentinensis* larvae. **Arquivos de Biologia Tecnologia, Curitiba**, v.35, p.153-158, 1992.

PISAM, M. *et. al.* Apical structures of “mitochondria-rich” α and β cells in euryhaline fish gill: Their behaviour in various living conditions. **The Anatomical Record**, v. 241, n. 1, p. 13-24, 1995.

SACCARDO, S. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; MUNHOZ, M. PIEBS-Programa Integrado de Estudos Biológicos sobre a Sardinha. IV-Idade e crescimento. **SIMPÓSIO DA FURG SOBRE PESQUISA PESQUEIRA**, v. 1, p. 45, 1988.

SAMPAIO, Luis André; BIANCHINI, Adalto. Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 269, n. 2, p. 187-196, 2002.

SANCHES, Eduardo Gomes *et. al.* Viabilidade econômica do cultivo da garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*) em tanques rede, região Sudeste do Brasil. **Informações econômicas**, v. 36, n. 8, p. 15-25, 2006.

SEBRAE. Aquicultura e Pesca: Tilápias: estudo de mercado **SEBRAE-ESPN: Relatório Completo. Série Mercado**. p. 160, 2008.

SHEPHERD, Brian S. *et. al.* Salinity acclimation affects the somatotropic axis in rainbow trout. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 288, n. 5, p. R1385-R1395, 2005.

SOLIGO, Thiago Augusto. Primeiras experiências com a reprodução, larvicultura e desmame do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* no Brasil. **Dissertação de Mestrado**, UFSC, 2007.

SAMPAIO, Luís André Nassr de; TESSER, Marcelo Borges; BURKERT, Denilson. Tolerância de juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, 2003.

TURA, P. M.; KATSURAGAWA, M. Distribuição de ovos de *Sardinella brasiliensis* na plataforma continental sudeste, uma revisão bibliográfica. **Oceanografia e Políticas Públicas**, 2011

VINATEA ARANA, L. **Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas**. 3.ed. Florianópolis: UFSC, 2010.

WASIELESKY JR, W.; MIRANDA, K.; BIANCHINI, A. Tolerância do linguado *Paralichthys orbignyanus* à salinidade. [The tolerance of the Flatfish *Paralichthys orbignyanus* to salinity]. **Braz. Arch. Biol. Technol**, v. 38, n. 2, p. 385-395, 1995.

WENZEL, M. S. M. T. *et. al.* PIEBS–Programa Integrado de Estudos Biológicos sobre a Sardinha. III–Comprimento médio de primeira maturação sexual, época e local de desova. **SIMPÓSIO DA FURG SOBRE PESQUISA PESQUEIRA**, Rio Grande, v. 5, p. 69, 1988.

WILLMER, Pat; STONE, Graham; JOHNSTON, Ian. **Environmental physiology of animals**. John Wiley & Sons, 2009.

ZUANON, Jener Alexandre Sampaio *et. al.* Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 11, p. 2106-2110, 2009.