



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

**CRESCIMENTO DE JUVENIS, MATURAÇÃO SEXUAL,
REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DA SARDINHA-
VERDADEIRA (*Sardinella brasiliensis*) EM CATIVEIRO.**

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

Orientador: Vinícius Ronzani Cerqueira

LUIZ AUGUSTO REIS DA SILVA

Florianópolis
2013

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

REIS DA SILVA, LUIZ AUGUSTO

CRESCIMENTO DE JUVENIS, MATURAÇÃO SEXUAL, REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DA SARDINHA-VERDADEIRA (*Sardinella brasiliensis*) EM CATIVEIRO. / LUIZ AUGUSTO REIS DA SILVA ; orientador, VINICIUS RONZANI CERQUEIRA - Florianópolis, SC, 2013.

43 p.

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

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Clupeidae. 3. larvicultura. 4. isca-viva. 5. juvenis. I. RONZANI CERQUEIRA, VINICIUS. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III. Título.

Crescimento de juvenis, maturação sexual, reprodução e larvicultura da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) em cativeiro

Por

LUIZ AUGUSTO REIS DA SILVA

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 Aqüicultura.

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

Banca Examinadora:

Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira – *Orientador*

Dra. Anita Rademaker Valença

Dr. Evoy Zaniboni Filho

Dr. Hilton Amaral Junior

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, irmãos e a Priscila que sempre me apoiaram dando forças para a realização desse trabalho.

Ao professor Dr.Vinícius pela orientação, compreensão e amizade.

Aos amigos do LAPMAR (Gabriel, Cristina, Japa, Fábio, Felipe, Israel, Virginia, João, Wanessa, Lucas, Vaico e Salete) que sem eles esse trabalho não se realizaria.

A Dra. Cristina Vaz Avelar de Carvalho pelas dicas e ajuda na escrita do trabalho, assim como, pelo cuidado especial que tem pelas sardinhas.

Aos mestres Gabriel e Japa pela amizade e parceria na realização dos testes.

À Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos parceiros do projeto Isca-viva LAPAD, Cepsul/IBAMA e Univali.

RESUMO

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é uma importante espécie da pesca comercial no Brasil, sendo utilizada pela indústria pesqueira como isca-viva para captura do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*). Este trabalho teve como objetivo acompanhar o crescimento, maturação, desova e larvicultura da sardinha-verdadeira através de juvenis capturados no ambiente natural e mantidos em confinamento até a idade de primeira maturação. Duas coletas de juvenis capturados por traineiras foram realizadas. Cerca de 2.000 juvenis na primeira, com peso médio de $2,9 \pm 0,33$ g e comprimento total médio de $7,9 \pm 0,81$ cm e na segunda, 1.500 peixes com $1,35 \pm 0,32$ g de peso médio e $5,98 \pm 0,44$ cm de comprimento médio. Após 300 dias de cativeiro, os peixes da primeira captura apresentaram peso e comprimento total médios de $36,65 \pm 7,33$ g e $15,85 \pm 0,93$ cm. Os da segunda, após 330 dias, apresentaram peso médio de $50,41 \pm 8,9$ g e comprimento total médio de $17,92 \pm 0,84$ cm. A relação gonadosomática para machos e fêmeas da primeira captura foi de 0,47%; 2,70% e 6,20%; e de 0,47%; 1,77% e 3,82%, respectivamente. Seis testes de indução hormonal (T1 à T6) foram realizados nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de peixe do hormônio LHRHa. Em T5, na concentração de 75 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de peixe do LHRHa, haviam 24.725 ovos fertilizados, com uma taxa de fertilização de 92%. No estudo, três larviculturas foram realizadas, produzindo 16.175 juvenis no total. Na segunda larvicultura, após 24 dias de cultivo, os juvenis apresentaram comprimento total médio de $5,03 \pm 0,35$ cm e sobrevivência de 35 %. Esse estudo demonstrou a viabilidade da maturação, reprodução e larvicultura da sardinha-verdadeira em condições de confinamento, possibilitando a produção artificial da isca-viva.

Palavras-chave: LHRHa, Clupeidae, larvicultura, isca-viva e juvenis.

ABSTRACT

The sardine (*Sardinella brasiliensis*) is an important species of commercial fisheries in Brazil, being used by the fishing industry as live bait to catch the skipjack (*Katsuwonus pelamis*). This study had the objective to monitor the growth, maturation, spawning and larval rearing of Brazilian sardinella juveniles caught in the wild and kept in confinement until the age of first maturity. Two samples of juvenile caught by trawlers were performed. About 2.000 juveniles weighing $2,9 \pm 0,33$ g and total length of $7,9 \pm 0,81$ cm at the first capture and 1.500 fish with $1,35 \pm 0,32$ g of weight and $5,98 \pm 0,44$ cm in length at the second. After 300 days in captivity the fishes of the first capture had $36,65 \pm 7,33$ g of weight and $15,85 \pm 0,93$ cm of total length. At the second capture after 330 days in laboratory they had $50,41 \pm 8,9$ g of weight and $17,92 \pm 0,84$ cm total length. The gonadosomatic relation for males and females of the first capture was 0,47 %, 2,70 % and 6,20 % and 0,47 %, 1,77% and 3,82 %, respectively. Hormonal inductions were performed with six induction tests (T1 to T6) at concentrations of 25, 50, 75 and 100 g.kg⁻¹ of fish with LHRHa. In T5, at a concentration of 75 g.kg⁻¹ of fish with LHRHa, 24.725 eggs were fertilized with fertilization rate of 92%. In this study, three hatcheries were performed, producing 16.175 juveniles in total. In the second hatchery after 24 days of culture the juveniles showed $5,03 \pm 0,35$ cm of total length and survival of 35%. This study demonstrated the feasibility of maturation, reproduction and larval rearing of sardine in confined conditions, enabling the production of artificial bait alive.

Keywords: Clupeidae, maturation, hormones, larval culture and live bait

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Peso (g) e Comprimento (cm) de juvenis da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis*, no lote 1. 29
- Figura 2** - Crescimento em peso (g) e comprimento (cm) de juvenis da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis*, no lote 2..... 30
- Figura 3** - Relação gonadosomática (RGS) de machos e fêmeas de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no lote 1 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de diferentes testes de indução hormonal (com LHRHa) da sardinha-verdadeira	27
Tabela 2 - Protocolo de alimentação das larviculturas de sardinha-verdadeira	28
Tabela 3 - Resultados de diferentes testes de indução hormonal (com LHRHa) da desova da sardinha-verdadeira.....	32
Tabela 4 - Resultados obtidos ao final do período de cultivo de larvas	33

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
OBJETIVOS.....	20
Objetivo geral.....	20
Objetivo específico.....	20
ARTIGO.....	21
RESUMO	21
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAIS E MÉTODOS	25
Obtenção de juvenis selvagens.....	25
Lote 1	25
Lote 2	25
Biometrias e Amostras.....	26
Indução hormonal de desova.....	26
Larvicultura	27
RESULTADOS	29
Crescimento.....	29
Indução hormonal de desova.....	31
Larvicultura	32
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIA	37
REFERÊNCIA INTRODUÇÃO GERAL.....	41

INTRODUÇÃO GERAL

As sardinhas foram consideradas até a década de 90 o principal e o maior recurso pesqueiro do Brasil. A partir de 1950 teve início o processo de industrialização da pesca, alcançando em 1973 o maior volume de captura com 228 mil toneladas. Durante a década de 80 o volume médio de captura foi de 124 mil ton./ano, correspondendo a 25% do mercado de pescados nacional. Entretanto, entre os anos de 1990 e 2000, devido às características de seu ciclo de vida, o intenso esforço de pesca e o fracasso no processo de gestão do uso sustentável do recurso pesqueiro, a produção atingiu 32 mil e 17 mil toneladas, respectivamente. Nos anos seguintes a produção manteve-se em 50 mil toneladas/ano (Ibama, 2006; Gigliotti *et al.*, 2010).

A indústria da pesca da sardinha, em 2008, capturou 74.630 t e 83.286 t em 2009, correspondendo a um incremento de 48,9% no último ano em relação a 2007 com 55.939 t de sardinhas capturadas. Historicamente os maiores produtores eram Santa Catarina e São Paulo, a partir de 2008 e 2009 o desembarque da frota passou a ser feito no Rio de Janeiro, tornando o estado o maior produtor nacional da espécie (IBAMA, 2007; MPA, 2009).

A pesca da sardinha, na cidade de Itajaí/SC, é realizada por meio de traineiras de 20 a 30 metros com redes de 700-900 metros e altura de 50-60 metros. A cadeia produtiva da pesca industrial da sardinha gera em torno de 5 mil empregos diretos e indiretos (Schneider & Schwingel, 1999).

Atualmente esta espécie é responsável pela manutenção das maiores cadeias de processamento industrial de pescados no Brasil, os enlatados de atum e de sardinha. O primeiro processo envolve a utilização de juvenis de sardinha como fonte de isca viva para a captura de atuns, principalmente o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*). O segundo processo está relacionado com utilização de indivíduos adultos da espécie (IBAMA, 2006).

Para a captura do bonito listrado são utilizadas iscas vivas. A modalidade de pesca com vara e isca viva foi introduzida no Brasil com o objetivo de capturar atuns no final da década de 70 (Santos & Rodrigues-Ribeiro, 2005). Na última década, a quantidade de isca viva (sardinha-verdadeira) empregada pela frota de atuneiros atingiu um patamar médio de 800 ton./ano de juvenis de sardinha (Santos, 2005). A grande limitação dessa pescaria não é o estoque natural de atuns e afins, mas a disponibilidade das espécies utilizadas como isca viva,

principalmente a sardinha verdadeira (Dos Santos & Rodrigues-Ribeiro, 2000).

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), pertencente à família Clupeidae, é endêmica da costa brasileira e geograficamente isolada das demais espécies do gênero no Oceano Atlântico. São peixes pelágicos de pequeno porte com corpo lateralmente comprimido e prateado, presentes em regiões subtropicais, são peixes formadores de cardumes e habitantes de águas costeiras entrando em baías e estuários, em locais com profundidade de até 80m (Cergole e Valentini, 1994; Matsuura, 1977; Saccardo e Rossi-Wongtschowski, 1991; Paiva & Motta, 2000).

Sua distribuição ocorre desde o norte do estado do Rio de Janeiro (Cabo de São Tomé, 22°S) até o sul do estado de Santa Catarina (Cabo de Santa Marta, 29°S) (Matsuura, 1986; Valentini e Cardoso, 1991).

Os adultos alimentam-se principalmente de zooplâncton, mas podem alterar sua estratégia de alimentação para filtração sobre fitoplâncton e micropâncton, sendo considerada uma espécie omnívora (Schneider & Schwingel, 1999).

A maturidade gonadal (L_{50}) é atingida com comprimento total entre 16 e 17 cm, aproximadamente um ano e meio de vida, estando todos os indivíduos maduros (L_{100}) entre 21 e 22 cm (Vazzoler, 1962; Isaac-Nahum *et al.*, 1988). A desova de *S. brasiliensis* ocorre durante o fim da primavera e o final do verão na região da plataforma continental, com maior intensidade nos meses mais quentes, principalmente, nos meses de Dezembro (82,5%) e Janeiro (82,1%) (Lima & Santos, 1986; Tura & Katsuragawa, 2011).

Durante o período de desova, a proporção sexual é de aproximadamente 1:1 (Matsuura, 1977). O tipo de desova é parcial, cada fêmea desova vários lotes de ovócitos durante o período reprodutivo, ocorrendo principalmente entre 20 h e 01 h, com fecundidade média variando entre 30.000 e 40.000 ovócitos por fêmea por desova (Isaac-Nahum *et al.*, 1983; Isaac-Nahum, 1988). Apresentam ovos livres e planctônicos com diâmetro médio dos ovos de 1,20 mm (Matsuura, 1977a). A eclosão dos ovos ocorre aproximadamente 19 horas após a fecundação, a temperatura de 24°C (Matsuura, 1998).

Devido à alta demanda de isca viva para a captura dos atuns e a condição de sobrepesca da sardinha, a aquicultura surge como alternativa para suprir a demanda de sardinha-verdadeira no mercado nacional diminuindo assim a pressão da pesca sobre os estoques naturais da espécie.

Um importante entrave para o desenvolvimento da aquicultura é o controle dos processos reprodutivos dos peixes em cativeiro. Quando submetidas às condições de cativeiro muitas espécies apresentam disfunções no seu processo de maturação sexual. As fêmeas não completam a maturação final dos ovócitos e a ovulação, enquanto, os machos produzem pouco volume de esperma (Zohar e Mylonas, 2001).

Através da manipulação de parâmetros ambientais como fotoperíodo, temperatura da água, salinidade, volume do tanque, ou densidade, pode-se estimular a maturação em cativeiro. Porém, grande parte das espécies, mesmo quando submetidas a essas condições, não conseguem realizar a reprodução de forma natural, sendo necessária a utilização da manipulação hormonal através da indução de hormônios exógenos para atingir a maturação final e aumentar a eficiência da produção de ovos, de esperma e, conseqüentemente, de larvas (Mylonas, 2010; Zohar e Mylonas, 2001).

Dos hormônios exógenos, a aplicação do análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante (LHRHa) é o que se mostra mais eficiente. Induz a liberação dos hormônios gonadotrópicos pelas glândulas pituitárias, estimulando a maturação final dos ovócitos, a ovulação e a desova (Aguillero, 2006).

A produção de larvas de peixes marinhos também é considerada um ponto crítico da aquicultura (Tucker, 1998). Os principais gargalos para o desenvolvimento de técnicas de cultivo de larvas são: a falta de conhecimento sobre as condições ambientais ótimas da espécie e o comportamento alimentar durante os primeiros estágio de vida (Varreth, 1994; Planas e Cunha, 1999). Outro fator importante para a produção de larvas é a qualidade do ovo, pois ovos com baixa qualidade diminuem a sobrevivência de larvas recém-eclodidas (Kjorsvik *et al.*, 1990).

Este trabalho será submetido à publicação na revista Boletim do Instituto de Pesca.

OBJETIVO

Objetivo geral

Acompanhar o crescimento e a maturação, desova e larvicultura de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) capturados no ambiente natural para obtenção em laboratório de juvenis com tamanho semelhante ao de iscas-vivas.

Objetivo específico

- Acompanhar o crescimento e o desenvolvimento gonadal de juvenis até a idade de primeira maturação;
- Obter a desova em cativeiro com indução hormonal, utilizando um análogo do LHRH;
- Obter juvenis a partir do cultivo intensivo de larvas.

ARTIGO

Crescimento de juvenis, maturação sexual, reprodução e larvicultura da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) em cativeiro.

Luiz Augusto Reis da Silva^{1*}; *Gabriel Passini*¹; *Cristina Vaz Avelar de Carvalho*¹; *Ricardo Shunji Takeuchi*²; *Vinicius Ronzani Cerqueira*¹

¹Laboratório de Piscicultura Marinha – LAPMAR/CCA/UFSC
Beco dos Coroas, Fundos, CEP: 88040-970 Florianópolis, SC.

²Mestre em Aquicultura – UFSC. Email: luiz.aqua@gmail.com

RESUMO

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é uma importante espécie da pesca comercial no Brasil, sendo utilizada pela indústria pesqueira como isca-viva para captura do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*). Este trabalho teve como objetivo acompanhar o crescimento, maturação, desova e larvicultura da sardinha-verdadeira através de juvenis capturados no ambiente natural e mantidos em confinamento até a idade de primeira maturação. Duas coletas de juvenis capturados por traineiras foram realizadas. Cerca de 2.000 juvenis na primeira, com peso médio de $2,9 \pm 0,33$ g e comprimento total médio de $7,9 \pm 0,81$ cm e na segunda, 1.500 peixes com $1,35 \pm 0,32$ g de peso médio e $5,98 \pm 0,44$ cm de comprimento médio. Após 300 dias de cativeiro, os peixes da primeira captura apresentaram peso e comprimento total médios de $36,65 \pm 7,33$ g e $15,85 \pm 0,93$ cm. Os da segunda, após 330 dias, apresentaram peso médio de $50,41 \pm 8,9$ g e comprimento total médio de $17,92 \pm 0,84$ cm. A relação gonadosomática para machos e fêmeas da primeira captura foi de 0,47%; 2,70% e 6,20%; e de 0,47%; 1,77% e 3,82%, respectivamente. Seis testes de indução hormonal (T1 à T6) foram realizados nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de peixe do hormônio LHRHa. Em T5, na concentração de 75 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de peixe do LHRHa, haviam 24.725 ovos fertilizados, com uma taxa de fertilização de 92%. No estudo, três larviculturas foram realizadas, produzindo 16.175 juvenis no total. Na segunda larvicultura, após 24 dias de cultivo, os juvenis apresentaram comprimento total médio de $5,03 \pm 0,35$ cm e sobrevivência de 35 %. Esse estudo demonstrou a viabilidade da maturação, reprodução e larvicultura da sardinha-

verdadeira em condições de confinamento, possibilitando a produção artificial da isca-viva.

Palavras-chave: LHRHa, Clupeidae, larvicultura, isca-viva e juvenis.

ABSTRACT

The sardine (*Sardinella brasiliensis*) is an important species of commercial fisheries in Brazil, being used by the fishing industry as live bait to catch the skipjack (*Katsuwonus pelamis*). This study had the objective to monitor the growth, maturation, spawning and larval rearing of Brazilian sardinella juveniles caught in the wild and kept in confinement until the age of first maturity. Two samples of juvenile caught by trawlers were performed. About 2.000 juveniles weighing $2,9 \pm 0,33$ g and total length of $7,9 \pm 0,81$ cm at the first capture and 1.500 fish with $1,35 \pm 0,32$ g of weight and $5,98 \pm 0,44$ cm in length at the second. After 300 days in captivity the fishes of the first capture had $36,65 \pm 7,33$ g of weight and $15,85 \pm 0,93$ cm of total length. At the second capture after 330 days in laboratory they had $50,41 \pm 8,9$ g of weight and $17,92 \pm 0,84$ cm total length. The gonadosomatic relation for males and females of the first capture was 0,47 %, 2,70 % and 6,20 % and 0,47 %, 1,77% and 3,82 %, respectively. Hormonal inductions were performed with six induction tests (T1 to T6) at concentrations of 25, 50, 75 and 100 g.kg⁻¹ of fish with LHRHa. In T5, at a concentration of 75 g.kg⁻¹ of fish with LHRHa, 24.725 eggs were fertilized with fertilization rate of 92%. In this study, three hatcheries were performed, producing 16.175 juveniles in total. In the second hatchery after 24 days of culture the juveniles showed $5,03 \pm 0,35$ cm of total length and survival of 35%. This study demonstrated the feasibility of maturation, reproduction and larval rearing of sardine in confined conditions, enabling the production of artificial bait alive.

Keywords: Clupeidae, maturation, hormones, larval culture and live bait

INTRODUÇÃO

A sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, é uma importante espécie da pesca comercial brasileira. Juvenis da espécie são utilizados como isca-viva para captura do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*) na pesca de atuns no Brasil (Santos & Rodrigues-Ribeiro, 2000). Nos anos de 1996 à 2004 a captura média de juvenis de sardinha foi de 800 toneladas por ano, representando 400 milhões de juvenis de aproximadamente 5 cm de comprimento (Santos, 2005). A captura de indivíduos jovens, antes de atingirem a primeira maturação, promove a sobrepesca e compromete o recrutamento da espécie (Castello, 2007).

O ponto de partida para pesquisas com novos candidatos para aquicultura é o estudo da sua reprodução e desenvolvimento larval. Uma grande dificuldade na reprodução de espécies em laboratório é alcançar a maturação final e a desova em cativeiro, sendo necessária a utilização de hormônios exógenos para obtenção da desova (Coward *et al.*, 2002; Mylonas *et al.*, 2010). Estudos prévios demonstraram a viabilidade da manutenção e maturação gonadal de adultos de sardinha-verdadeira selvagens em laboratório (Pereira, 2010).

A reprodução artificial através de indução hormonal foi realizada com sucesso em diversas espécies de clupeídeos e engraulídeos como *Clupea harengus* (Kreiberg *et al.*, 1987), *Brevoortia tyrannus* (Hetler *et al.*, 1981), *Sardina pilchardus* (Olmedo *et al.*, 1990), *Tenualosa reevesi* (Wang *et al.*, 1998), *Engraulis mordax* (Leong, 1973) e *Engraulis ringens* (Espinoza *et al.*, 2010). Porém, para *Sardinella brasiliensis*, nenhum teste de indução hormonal foi publicado até o momento. Kreiberg (1987), induziu a desova de *Clupea harengus* com 19,5 cm de comprimento utilizando LHRHa (des-Gly¹⁰, D-Ala⁶) através de injeção única nas dosagens de 200 e 20 µg.kg⁻¹ de peixe. Todas as fêmeas responderam ao tratamento, completando a maturação final, ovulação e desova, e os machos a espermiacção.

Durante a larvicultura, o início da alimentação exógena e suas posteriores fases são considerados períodos críticos influenciando na sobrevivência e desenvolvimento larval. O alimento deve apresentar tamanho, valor nutricional, palatabilidade e densidade adequadas para satisfazer as necessidades das larvas (Yuferas e Darias, 2007). Para a maioria das espécies de peixes marinhos faltam informações sobre as condições adequadas de cultivo para que seja possível a produção constante e confiável de larvas (Cavalin e Weirich, 2009)

Este trabalho teve o objetivo de descrever o crescimento, a reprodução induzida por hormônio (LHRHa) e a larvicultura da sardinha verdadeira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção de juvenis selvagens

Juvenis de sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) foram capturados por traineiras comerciais nas praias do Pântano do Sul e Barra da Lagoa, localizadas no município de Florianópolis no litoral de Santa Catarina, e transferidas para o Laboratório de Piscicultura Marinha/UFSC. O transporte foi realizado por meio de barco em tanque de 300 L com cilindro de oxigênio com difusores de ar, posteriormente foram transferidos para recipientes de 20 L e transportados por via terrestre até o laboratório (Pereira, 2010). Foram capturados cerca de 2.000 peixes com comprimento total médio de $2,9 \pm 0,33$ g e peso de $7,9 \pm 0,81$ cm em março de 2011 (Lote 1) e 1.500 peixes com $1,35 \pm 0,32$ g de peso e $5,98 \pm 0,44$ cm de comprimento em abril de 2012 (Lote 2).

Os peixes foram mantidos em tanques circulares de lona (Sansuy, Brasil) de 8000L com fluxo contínuo de água, aeração constante e sob condições naturais de fotoperíodo e temperatura.

Lote 1

Os indivíduos foram alimentados somente com ração comercial Nicoluzzi em pó (40% PB), quatro vezes por dia *ad libitum*, até atingirem o tamanho da primeira maturação com 16 e 17 cm (Isaac-Nahum *et al.*, 1988; Vazzoler, 1962). Durante o crescimento foram realizadas 5 biometrias, em março, junho, setembro, novembro e janeiro. Nos meses de setembro, outubro e novembro, oito peixes foram selecionados aleatoriamente e sacrificados com superdosagem de benzocaína (100 mg.L^{-1}) para coleta das gônadas (Embrapa, 2013).

Lote 2

No lote os peixes foram alimentados com as rações Nicoluzzi, Aquaxcel (45%PB) e Supra (32%PB). A alimentação ocorreu quatro vezes por dia *ad libitum*, nos respectivos tamanhos: pó, 1,5 mm e 2,0 mm, até alcançarem tamanho da primeira maturação. Durante o

crescimento em laboratório realizadas 5 biometrias, em abril, julho, setembro, janeiro e março. Não foram feitas coletas de gônadas no lote 2.

Biometrias e Amostragens

Durante o manejo, todos os animais foram submetidos à anestesia por meio de benzocaína na concentração de 50 mg.L^{-1} (Takeuchi, 2012). Nas biometrias foram feitas as medições do peso inicial (P_o) e final (P_t) e do comprimento total (C) \pm desvio-padrão. Para o acompanhamento do desenvolvimento dos peixes, foram realizadas cinco biometrias e a determinação da taxa de crescimento específica (TCE), $TCE = (\ln(P_f) - \ln(P_i)) \cdot \text{dias}^{-1} \times 100$.

No lote 1, as gônadas amostradas foram utilizadas para determinação da relação gonadossomática (RGS = peso da gônada/peso total) $\times 100$).

Indução hormonal de desova

Quando os peixes atingiram peso e comprimento aproximados de $36,65 \pm 7,33 \text{ g}$ e $15,85 \pm 0,93 \text{ cm}$ no lote 1 e de $57,76 \pm 10,68 \text{ g}$ e $17,55 \pm 0,89 \text{ cm}$ no lote 2, estes foram selecionados para a indução hormonal com o análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante (LHRHa, (D-Ala⁶, des-Gly¹⁰) etilamida, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) dissolvido em soro fisiológico (0,9 % de NaCl). Por não apresentarem características morfológicas marcoscópicas para classificação de sexo (Vazzoler, 1996) e a impossibilidade da canulação das fêmeas devido ao seu tamanho, não foi possível a separação de fêmeas e machos.

Os indivíduos foram submetidos a uma única injeção intraperitoneal. Foram testadas quatro diferentes dosagens (Tabela 1).

Após a indução, foram mantidos separados por dosagem do hormônio aplicado em tanques de 500 L (T2 e T3) e 1000 L (T1, T4, T5 e T6) com aeração e temperatura controlada de 25 a 28 °C através de aquecedores com termostato (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros de diferentes testes de indução hormonal (com LHRHa) da sardinha-verdadeira.

Teste	Data	Tratamento hormonal ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	Nº peixes/tratamento	T (°C)
T1	26/01/2012	50	15	25
T2	09/02/2012	25, 50, 75, 100	10	28
T3	16/02/2012	50, 75	15	25
T4	21/03/2012	50	15	25
T5	05/04/2013	75	20	25.8
T6	14/05/2013	75	20	25

A desova foi natural, e para a coleta dos ovos havia no tanque uma saída de água pela superfície ligada a um coletor cilíndrico de fibra de vidro de 36 L.

O ovos foram retirados do coletor e transferidos para recipiente de 10 L, em seguida foram contados (Reis & Cerqueira, 2003). Três amostras de 500 ml foram coletadas do recipiente de 10 L. De cada amostra coletada foram retirados 5 ml com uma pipeta de Bogorov e Zenkevich, e realizada a contagem por meio de estereomicroscópio ocular em placa de Petri dos ovos fertilizados e não fertilizados após 24 horas da incubação.

A quantificação do número total de ovos = (n° de ovos fertilizados + n° de ovos não fertilizados), assim como, a taxa de fertilização = (n° de ovos fertilizados x n° total de ovos.⁻¹) x 100 após 24 horas da indução, foram calculadas. A medição do tamanho dos ovócitos foi realizada por meio de estereomicroscópio ocular com aumento de 4 x em amostra com $n = 10$. Em recipiente de vidro de 500 ml foram incubados 50 ovos fertilizados para determinação da taxa de eclosão em T2, T3 e T4, calculada através da contagem do número de larvas presentes em três recipientes por desova após 24 horas da incubação. Os ovos fertilizados foram transferidos para os tanques de cultivo de larvas.

Larvicultura

No cultivo das larvas foram realizadas três larviculturas: L1, L2 e L3. Foram utilizados tanques cilíndricos de polietileno de 500 L e retangulares com fundo cônico de fibra de vidro com volume de 6.000 L em três larviculturas L1, L2 e L3.

A temperatura média nos tanques de cultivo foi de $26,13 \pm 1,47$ °C para L1, $25,71 \pm 0,86$ °C para L2 e $22,65 \pm 3,16$ °C para L3.

O fundo dos tanques foi sifonado diariamente para eliminação de resíduos orgânicos e larvas mortas

As larvas recém-eclodidas foram alimentadas com alimentos vivos principalmente as microalgas *Nannochloropsis oculata* e *Tetraselmis sp.*; rotíferos, *Brachionus plicatilis* e náuplios de *Artemia spp.* foram produzidos constantemente para alimentação das larvas.

As microalgas foram utilizadas para alimentação dos rotíferos e controle da qualidade de água nos tanques de larvicultura. Para produção de rotíferos, estes foram alimentados com Culture Selco® (INVE Aquaculture, Bélgica) e enriquecidos com Protein Selco® (INVE Aquaculture). Em seguida, foram fornecidos náuplios e metanáuplios de *Artêmia* enriquecidos com emulsão comercial DHA Selco® (INVE Aquaculture). A dieta artificial utilizada no cultivo das larvas foi o NRD (INVE Aquaculture) de 200 à 800 µm de diâmetro.

Tabela 2: Protocolo de alimentação das larviculturas de sardinha-verdadeira.

Larvicultura	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
L1	← Microalga 200.000 - 600.000 cél/ml →									0 a 17 dias
	← Rotíferos 0,5 - 15 rot/ml →									2 à 21 dias
	← Náuplios 0,5 - 2,0 náup/ml →									10 à 17 dias
	← Dieta 200 - 800 µm →									14 à 28 dias
L2	← Microalga 200.000 - 600.000 cél/ml →									0 à 17 dias
	← Rotíferos 0,5 - 15 rot/ml →									2 à 15 dias
	← Náuplios 0,21 - 0,70 náup/ml →									10 à 24 dias
	← Dieta 200 - 800 µm →									14 à 24 dias
L3	← Microalga 200.000 - 600.000 cél/ml →									0 à 10 dias
	← Rotíferos 0,5 - 15 rot/ml →									2 à 15 dias
	← Náuplios 0,64 - 4,9 náup/ml →									10 à 29 dias
	← Dieta 200 - 800 µm →									14 à 45 dias

Durante a larvicultura foram realizadas duas biometrias, uma inicial e outra final.

RESULTADOS

Crescimento

Os juvenis de sardinha-verdadeira aceitaram rapidamente a alimentação com ração. Nos tanques, apresentaram natação ativa e circular, com a aproximação do horário de alimentação e da presença humana, a natação se intensificava próxima a superfície.

No final da fase de crescimento do lote 1 em janeiro, após 300 dias em laboratório, os peixes apresentaram peso final de $36,65 \pm 7,33$ g e comprimento total de $15,85 \pm 0,93$ cm (Figura 1). A TCE durante esse período foi de $0,84\% \cdot d^{-1}$.

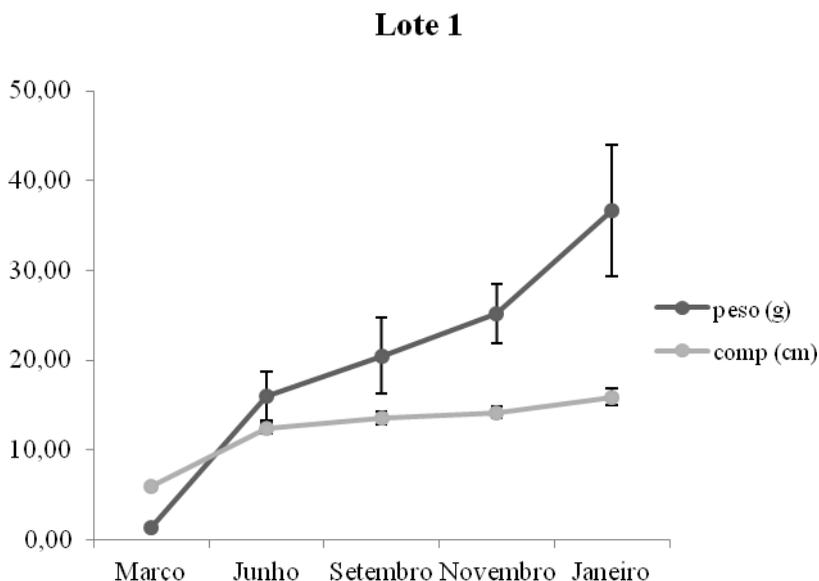


Figura 1. Peso (g) e Comprimento (cm) de juvenis da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis*, no lote 1.

Próximo a completar um ano de cativeiro, com 330 dias, no final da fase de crescimento do lote 2, os peixes apresentaram peso de 57,76

$\pm 10,68$ g e comprimento total de $17,55 \pm 0,89$ cm (Figura 2). TCE calculada durante esse período foi de $1,10\% \cdot d^{-1}$.

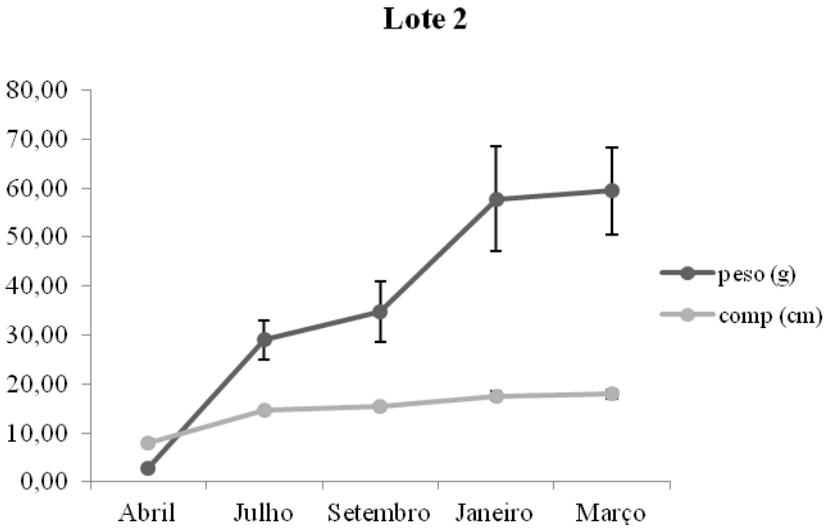


Figura 2. Crescimento em peso (g) e comprimento (cm) de juvenis da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis*, no lote 2.

A RGS nos meses de setembro, outubro e novembro para machos e fêmeas de sardinha-verdadeira no lote 1 foi de 0,47%; 2,70% e 6,20%; e de 0,47%; 1,77% e 3,82% respectivamente (Figura 3).

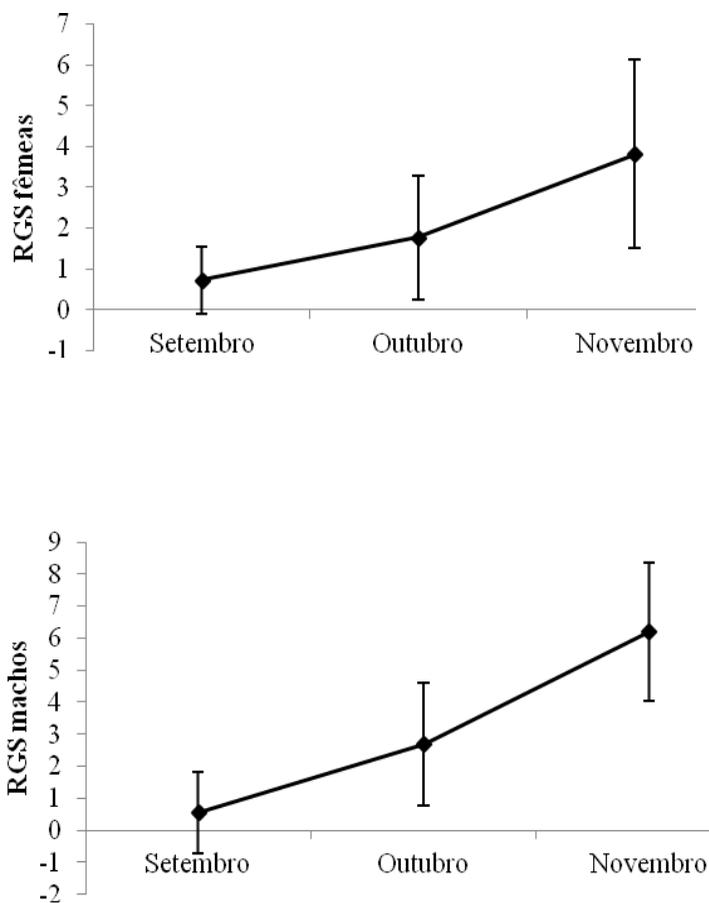


Figura 3. Relação gonadosômática (RGS) de machos e fêmeas de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no lote 1.

Indução hormonal de desova

Os peixes desovaram em todos os testes de indução hormonal nas dosagens de 50 e 75 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de LHRHa. O teste T5 apresentou a melhor

resposta quanto à taxa de fertilização com 92% e 24.725 ovos fertilizados. Os ovos fertilizados apresentaram diâmetro médio de $955,18 \pm 89,74 \mu\text{m}$ para T1, T2, T3, e T4. O maior número de ovos foi liberado em T6, 35.000 ovos. A taxa de eclosão foi maior em T4 com 68,25% (Tabela 2)

Tabela 3: Resultados de diferentes testes de indução hormonal (com LHRHa) da desova da sardinha-verdadeira.

Teste	Tratamento hormonal ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	Número de ovos	Ovos fertilizados	Taxa fertilização (%)	Taxa eclosão (%)
T1	50	9.181	7.280	80	não avaliado
T2	25	0	0	0	0
	50	13.996	4.664	33,32	23,33 \pm 5,13
	75	3.392	339,27	10,7	20,67 \pm 1,53
	100	0	0	0	0
T3	50	1.694	847	50	54 \pm 0,14
	75	1.500	0	0	0
T4	50	9.453	8.363	80	68,25 \pm 0,07
T5	75	18.379	16.909	92	N/A
	75	8.595	7.816	92	N/A
T6	75	35.000	26.250	75	N/A

N/A: não avaliado

Larvicultura

As larviculturas de *Sardinella brasiliensis* foram realizadas em 27 de janeiro de 2012 (L1), 20 de março de 2012 (L2) e 15 de maio de 2013 (L3), referentes às desovas ocorridas em T1, T4 e T6,

respectivamente. A eclosão dos ovos ocorreu a aproximadamente 36 horas após a desova.

A larvicultura L1, proporcionou informações importantes quanto a alimentação e crescimento das larvas. Após 26 dias havia 502 peixes com sobrevivência de 7 % e comprimento de $4,5 \pm 0,31$ cm (Tabela 4). As larvas apresentaram rápido desenvolvimento e boa aceitação da dieta artificial. Durante o período, ocorreram mortalidades caracterizadas pela natação errática dos indivíduos com movimento em torno do seu eixo. A possível causa foi a qualidade dos náuplios de *Artêmia* ofertadas, acarretando em alta mortalidade. Com a interrupção da alimentação com náuplios, houve diminuição na mortalidade.

Tabela 4: Resultados obtidos ao final do período de cultivo de larvas.

Larvicultura	Tempo de cultivo (dias)	Comprimento total (cm)	Sobrevivência (%)	Número de juvenis
L1	26	$4,5 \pm 0,31$	7	502
L2	24	$5,03 \pm 0,35$	35	2.869
L3	45	$4,90 \pm 0,19$	30	13.344

A partir de L2 o lote de cistos de *Artêmia* foi substituído e o manejo após eclosão para separação dos cistos dos náuplios foi melhor controlado. Assim, as mortalidades não foram tão intensas quanto em L1. Ao final do período de 24 dias de cultivo em L2, os juvenis apresentaram comprimento de $5,03 \pm 0,35$ cm e 35 % de sobrevivência, totalizando 2.869 peixes.

Em L3, houve uma redução no período de oferta de alimentos vivos, principalmente de rotíferos, em comparação com as larviculturas anteriores. Aos 45 dias de cultivo os peixes apresentaram peso médio de $0,86 \pm 0,1$ g e comprimento médio de $4,90 \pm 0,19$ cm. A sobrevivência ao final desse período foi de 30 %, sendo produzidos 13.344 peixes.

DISCUSSÃO

A sardinha-verdadeira mostrou-se um interessante candidato para a produção de isca-viva e piscicultura marinha. Rápida adaptação ao cativeiro, boa taxa de crescimento, aceitação da alimentação artificial e reprodução induzida em condições de confinamento foram as principais características que puderam ser observadas. Sakagawa & Kimura

(1976), realizaram experimento de crescimento com juvenis de *Engraulis mordax* (Engraulidae) até a idade adulta. Com 474 dias de laboratório atingiram 11,77 cm.

Fatores ambientais como fotoperíodo, temperatura da água, profundidade dos tanques e volume são responsáveis pelo controle da maturação e reprodução de algumas espécies de peixes. Somente o controle desses fatores não é suficiente para desencadear a desova e espermiacão. Segundo Mylonas et al. (2006), as terapias com hormônios tem sido utilizadas para o controle da reprodução. Os mesmos autores afirmam que em algumas espécies a manipulação hormonal é a única alternativa para produção de ovos fertilizados, entretanto, para outras espécies é utilizada apenas como ferramenta para aumentar a eficiência da produção de ovos.

Lima & Santos (1986) verificaram que o maior percentual de fêmeas maduras de sardinha-verdadeira foi encontrado entre os meses de dezembro e fevereiro, sendo o auge do período reprodutivo o mês de janeiro. Em trabalho realizado por Pereira (2010), a relação gonadosomática de fêmeas de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) obtida a partir de indivíduos com peso de 57,1 g confinados em tanques-redes, atingiu maior RGS 5,5 % e indivíduos aptos a reprodução em março. No acompanhamento realizado, obtivemos RGS de 3,82 % em fêmeas com $25,18 \pm 3,36$ g de peso e $14,15 \pm 0,65$ cm de comprimento em novembro, período anterior à época de desova da espécie na natureza, demonstrando a adaptação ao confinamento de juvenis selvagens cultivados em laboratório.

O tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) da sardinha na natureza é atingido com idade de aproximadamente um ano e meio, e comprimento total entre 16 e 17 cm. Com 21-22 cm, todos os indivíduos estão maduros (Isaac-Nahum *et. al.*, 1988; Cergole & Valentini, 1994). Por meio da manutenção de juvenis em laboratório foi possível atingir a idade de primeira maturação e a maturação final de indivíduos com $15,85 \pm 0,93$ cm no lote 1 e $17,55 \pm 0,89$ cm no lote 2, em pouco menos de um ano de cativeiro.

A capacidade de desova da sardinha-verdadeira em cativeiro foi demonstrada através da indução com LHRHa em injeção única. Kreiberg *et. al.*(1987) induziu a desova *Clupea harengus* com 19,5 cm de comprimento utilizando LHRHa (des-Gly¹⁰, D-Ala⁶) nas dosagens de 200 e 20 $\mu\text{g.kg}^{-1}$, todos peixes responderam ao tratamento completando a maturação final, ovulação e espermiacão.

Apesar de observado a desova, não foram todos peixes que responderam as induções hormonais. Devido ao seu pequeno tamanho e

a ausência de características morfológicas sexuais, não foi possível a separação dos indivíduos pelo sexo. Com isso foi necessário induzir vários indivíduos em cada dosagem testada.

A fecundidade média de indivíduos selvagens varia entre 30.000 e 40.000 ovócitos por fêmea por desova (Isaac-Nahum et al., 1983; Isaac-Nahum, 1988;). A baixa fecundidade observada no trabalho pode ser pelo fato das fêmeas estarem em tamanho de primeira maturação gonadal, sendo assim, não foram todas que apresentaram estágio de desenvolvimento gonadal ideal para a injeção hormonal.

A maior taxa de fertilização nos teste foi de 92 % em T5. Wang & Xiong (2003) induziram a desova *Tenuulosa reevesii* (Clupeidae) com taxa de fertilização de 75 %. Nos testes realizados observamos que os ovos fertilizados apresentaram diâmetro de $955,18 \pm 89,74 \mu\text{m}$, semelhante ao descrito por Matsuura (1977a) com ovos de sardinha-verdadeira coletados do plâncton com diâmetro de $1.200 \mu\text{m}$.

A taxa de eclosão nesse estudo foi semelhante à observada por Olmedo et al. (1990), os autores obtiveram taxa de eclosão de 56 % para *Sardina pilchardus* capturadas juvenis e mantidas em cativeiro até reprodução.

O crescimento acelerado das larvas, observado na larvicultura de *Sardinella brasiliensis*, pode ser interessante para diminuição do trabalho intensivo nos laboratório através do menor tempo de oferta de alimentos vivos.

Yoneda (1987) realizou o cultivo de larvas de sardinha-verdadeira através de ovos coletados do ambiente natural até a fase de juvenil com 45 dias de idade. Foram utilizados para a alimentação em laboratório a microalga *Tetraselmis tetrathele*, o rortífero *Brachionus plicatilis* e o misídeo *Mysidium gracile*. Rossi-Wongtschowski et al. (2003) utilizaram microalga *Tetraselmis tetrathele* e o rortífero *Brachionus plicatilis* para analisar a condição larval de sardinha-verdadeira desde ovo até 13 dias de vida.

São muitos os fatores que influenciam a velocidade de desenvolvimento e sobrevivência das larvas durante o período de larvicultura. O início da alimentação exógena, quando a reserva de vitelo está no final, é um momento crucial no desenvolvimento e sobrevivência larval (Tucker, 1998). A relação entre o tamanho da presa e da abertura da boca deve ser considerada respeitando as limitações físicas durante a alimentação das larvas (Lavens et al. 1995). A sobrevivência pode cair rapidamente quando as exigências alimentares e ambientais não são atingidas (Yúfera e Darias, 2007).

Analisando a qualidade nutricional de Artêmia da mesma região geográfica em diferentes processos de eclosão, os autores observaram que há variação nutricional entre as linhagens e a cada processo de eclosão (Léger, 1987; Lavens e Sorgeloos, 1996). Durante a incubação de cistos de Artêmia, o número de bactérias é aumentado de 10^3 a 10^5 . Cistos não-eclodidos e cascas vazias podem afetar o desenvolvimento das larvas nos tanques quando não são ingeridos, causando a obstrução do intestino e a indigestibilidade desse alimento (Lavens e Sorgeloos, 1996). As mortalidades ocorridas em L1 podem ter sido causadas por deficiência nutricional das larvas devido à baixa qualidade da Artêmia. A inadequada incubação dos cistos e coleta dos náuplios de Artêmia, possivelmente, foram as principais causas da mortalidade das larvas no cultivo.

Os resultados preliminares demonstraram respostas positivas aos protocolos utilizados, com boa sobrevivência nas duas últimas larviculturas, principalmente devido adequação no período de oferta de alimentos vivos, com a substituição do lote de cistos de Artêmia e maior controle na separação dos cistos e dos náuplios após a eclosão, e no aumento do tempo de alimentação com dieta inerte, demonstrando potencial redução dos custos do cultivo.

CONCLUSÃO

Os dados obtidos nesse trabalho demonstraram ser possível a maturação e reprodução em cativeiro da sardinha-verdadeira, assim como o cultivo de larvas. Esse estudo serve como direcionamento para futuras pesquisas para aprimorar a indução hormonal da desova e o cultivo de larvas.

REFERÊNCIAS

BOGOROV, V. G.; ZENKEVICH, L. A. Instruction for carrying out hydrobiologic work in the sea (plankton and benthos). **Glavservoppati, Moscow**. 1947.

CASTELLO, J. P. **Síntese sobre a distribuição, abundância, potencial pesqueiro e biologia da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)**. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva MMA-REVIZEE. Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade de Rio Grande. p. 15, 2007.

CAVALIN, F. G.; WEIRICH, C. R. Larval performance of aquacultured Florida pompano (*Trachinotus carolinus*) fed rotifers (*Brachionus plicatilis*) enriched with selected commercial diets. **Aquaculture**. Netherlands, v.292, p.67-73, 2009.

CERGOLE, M.C. VALENTINI, H. Growth and mortality estimates of *Sardinella brasiliensis* in the southeastern brazilian bight. **Boletim Instituto Oceanográfico**. São Paulo, v. 42, n. 1, 1994.

COWARD, K.; BROMAGE, N. R.; HIBBITT, O. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**. v. 12, 2002.

EMBRAPA, 2013. **Uso de animais de experimentação e legislação correlata: orientações sobre estudos com peixes e roedores**. Brasília: MAPA.

ESPINOZA, C.; PEREA, A.; BUITRÓN, B.; CISNEROS, P. CATCOPARCO, C.; ALBERRO, A.; VIZZIANO, D. Inducción del desova y espermiación de anchoveta peruana *Engraulis ringens* (Jenys,

1842) em cautiverio mediante la inyección de um análogo de GnRH. **Latin American Journal of Aquatic Research**. v.2, n. 38, 2010.

HETTLER, W. Spawning and rearing atlantic menhaden. **Prog. Fish-Cult.** v.2, n.43, 1981.

ISAAC-NAHUM, V. J.; CARDOSO, R. D.; SERVO, G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), (Clupeidae). **Journal of Fish Biology**. British Isles, v. 32, 1988.

ISAAC-NAHUM, V. J.; VAZZOLER, A. E. A. de M.; ZANETTI-PRADO, E. M. Estudos sobre estrutura, ciclo de vida e comportamento de (*Sardinella brasiliensis*) (Steindachner, 1879), na área entre 22°S e 28°S, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 32, n. 1, 1983.

KREIBERG, H.; HUNTER, G. A.; DONALDSON, E. M.; CLARKE, W. C.; BAKER, I. Induced ovulation and spermiation in the pacific herring (*Clupea harengus pallasii*) using salmon pituitary preparation and a synthetic gonadotropin-releasing hormone analogue. **Aquaculture**. Netherlands, v.61, p.155-161, 1987.

LAVENS, P; SORGELOOS, P. **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. FAO: Fisheries Technical Paper, p. 295, 1996.

LÉGER, P.; NAESSENS-FOUCQUAERT, E.; SORGEKOOS, P. International study on *Artemia*. XXXV. Techniques to manipulate the fatty acid profile in *Artemia* nauplii and the effect on its nutritional effectiveness for the marine crustacean *Mysidopsis bahia* (M.). In: Sorgeloos, P.; Bengtson, D. A.; Declair, W.; Jaspers, E. **Artemia research and its applications**. Wetteren, Belgium: Universa Press. v. 3, p. 411-424. 1987.

LEONG, R. Induced spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax* GIRARD. **Fishery Bulletin**. v.2, n. 69, 1971.

LIMA, F. C.; SANTOS, J. A. Estágios de maturação gonadal e época da desova de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis* Steindachner, 1879). **Arquivos Fluminenses Medicina Veterinaria**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, 1986.

MARTE, C. L. Larviculture of marine species in Southeast Asia: current research and industry prospects. **Aquaculture**. Netherlands, v. 227, 2003.

MATSUURA, Y. O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (introdução à oceanografia pesqueira). **Publicação especial do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**. São Paulo, v. 4, 1977a.

MOORHEAD, J.A.; ZENG, C. Breeding of the forktail blenny *Meicanthus atrodorsalis*: Broodstock management and larval rearing. **Aquaculture**. Netherlands, v. 318, 2011.

MYLONAS, C. C.; CERDA, J. Induction of spawning of captive-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*) using different administration methods for gonadotropin-releasing hormone agonist. **Aquaculture**. Netherlands, v. 257, 2006.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulation of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**. New York, v. 16, 2010.

OLMEDO, M.; IGLESIAS, J.; PELETEIRO, J.B.; FORÉS, R.; MIRANDA, A. Acclimatization and induced spawning of *Sardine pilchardus* Walbaum in captivity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v.140, 1990.

PEREIRA, H. L. **Manejo e maturação em cativeiro da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (STEINDACHNER, 1879) no sul do Brasil**. 2010. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

REIS, M. A.; CERQUEIRA, V. R. Indução de desova do robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey 1860, com diferentes de LHRHa. **Acta Scientiarum Anima Sciences**. v. 25, 2003.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; CLEMMESSEN, B. U.; DIAS, J. F. Larval condition and growth of *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): preliminary results from laboratory studies. **Scientia Marina**. v. 67, 2003..

SAKAGAWA, G.T.; KIMURA, M.; Growth of laboratory-reared northern anchovy, *Engraulis mordax*, from southern California. **Fishery Bulletin**. v. 74, 1976.

SANTOS, R.C.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. Demanda de iscas vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/99: CPUE, composição e distribuição das capturas. **Notas Técnicas FACIMAR**. Itajaí, v. 4, 2000.

SANTOS, R. C. A captura de iscas pela frota atuneira de vara e isca: Histórico, situação atual e perspectivas. **UNIVALI**. n. 57, 2005.

TAKEUCHI, R. S. **Utilização de benzocaína, eugenol e tricaina metanosulfato (MS-222) como anestésicos em juvenis e adultos para a sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (STEINDACHNER, 1879)**. 2012. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.

TUCKER, J. W. J. **Marine Fish Culture**. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts. 1998.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM. p. 169. 1996.

WANG, H. P.; XIONG, B. X. Broodstock rearing and controlled reproduction of reeves shad *Tenuulosa reevesii*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 34, n. 3, 2003.

WANG, H. P.; WEI, K. J.; YAO, H.; LIN, J.J.; MAI, J.B. Induced ovarian development, maturation and ovulation of domestic reeves shad by hormone implantation and injection. **Asian Fisheries Science**. v. 11, 1998.

YONEDA, N. T. **Criação em laboratório de larvas da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, e estudo dos incrementos diários nos otólitos**. 1987. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo.

YUFERA, M.; DARIAS, M. J. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. **Aquaculture**. v. 268, 2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

AGULLEIRO, M. J.; ANGUIS, V.; CANAVATE, J. P.; MARTINEZ-RODRIGUES, G.; MYLONAS, C. C.; CERDA, J. Induction of spawning of captive-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*) using different administration methods for gonadotropin-releasing hormone agonist. **Aquaculture**. Netherlands, v. 257, 2006.

CERGOLE, M.C. VALENTINI, H. Growth and mortality estimates of *Sardinella brasiliensis* in the southeastern Brazilian bight. **Boletim Instituto Oceanográfico**. São Paulo, v. 42, n. 1, 1994.

IBAMA, 2006. **Reunião Técnica sobre o Estado Atual da Arte e Ordenamento da Pesca de Sardinha-Verdadeira nas regiões sudeste e sul**. Brasília: MMA/IBAMA/CEPSUL.

IBAMA, 2007. **Estatística da Pesca 2007 – Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília: MMA/IBAMA.

GIGLIOTTI, E.S.; GHERARDI, D.F.M.; PAES, E.T.; SOUZA, R.B.; KATSURAGAWA, M. Spatial analysis of egg distribution and geographic changes in the habitat of the Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis*. **Journal of Fish Biology**, British Isles, v. 77, 2010.

ISAAC-NAHUM, V. J.; CARDOSO, R. D.; SERVO, G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), (Clupeidae). **Journal of Fish Biology**. British Isles, v. 32, 1988.

ISAAC-NAHUM, V. J.; VAZZOLER, A. E. A. de M.; ZANETTI-PRADO, E. M. Estudos sobre estrutura, ciclo de vida e comportamento de (*Sardinella brasiliensis*) (Steindachner, 1879), na área entre 22°S e 28°S, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 32, n. 1, 1983.

KJORSVIK, E.; MANGOR-JENSEN, A.; HOLMEFJOERD, I. Egg quality in fishes. **Advances in Marine Biology**. v. 26, 1990.

LIMA, F. C.; SANTOS, J. A. Estágios de maturação gonadal e época da desova de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis* Steindachner,

1879). **Arquivos Fluminenses Medicina Veterinaria**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, 1986.

MATSUURA, Y. O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (introdução à oceanografia pesqueira). **Publicação especial do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**. São Paulo, v. 4, 1977a.

MATSUURA, Y. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). **Ciência e Cultura**. São Paulo, v 38, 1986.

MATSUURA, Y. A. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bright over period 1978-1993. **Revista Brasileira de Oceanografia**. São Paulo, v. 46, n. 1, 1998.

MPA, 2010. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil: 2008-2009**. Brasília: MPA.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulation of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**. New York, v. 16, 2010.

OLMEDO, M.; IGLESIAS, J.; PELETEIRO, J. B.; FORES, R.; MIRANDA, A. Acclimatization and induced spawning of sardine *Sardina pilchardus* Walbaum in captivity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 140, 1990.

PAIVA, M. P.; MOTTA, P. C. S. Cardumes da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner), em águas costeiras do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**. Curitiba, v. 17, n. 2, 2000.

PLANAS, M.; CUNHA, I. Larviculture of marine fish: problems and perspectives. **Aquaculture**. Netherlands, v.77, 1999.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; SACCARDO, S.A.; CERGOLE, M.C. Are fluctuations in Brazilian sardine catches related to global-scale climate changes? **Anais da Academia brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 68, sup. 1, 1996.

SACCARDO, S.A.; ROSSI-WONGTCHOWSKI, C.L.B. Biologia e avaliação do estoque da sardinha *Sardinella brasiliensis*: uma compilação. **Atlântica**. Rio Grande, v. 13, 1991.

SANTOS, R. C.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. Demanda de iscas vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/99: CPUE, composição e distribuição das capturas. **Notas Técnicas FACIMAR**. Itajaí, v. 4, 2000.

SANTOS, R. C. A captura de iscas pela frota atuneira de vara e isca: Histórico, situação atual e perspectivas. **UNIVALI**. n. 57, 2005.

SCHNEIDER, F.; SCHWINGEL, P.R. Estudo preliminar da ecologia trófica da *Sardinella brasiliensis* na costa sudeste do Brasil. **Notas Técnicas FACIMAR**. Itajaí, v. 3, 1999.

TUCKER, J. W. J. **Marine Fish Culture**. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts. 1998.

TURA, P. M.; KATSURAGAWA, M. Distribuição de ovos de *Sardinella brasiliensis* na plataforma continental sudeste, uma revisão bibliográfica. **V Simpósio brasileiro de Oceanografia**. São Paulo, 2011.

VALENTINI, H.; CARDOSO, R. D. Análise da pesca da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na costa sudeste-sul do Brasil. **Atlântica**. Rio Grande, v. 13, n. 1, 1991.

VERRETH, J. 1994. **Nutrition and related ontogenetic aspects in larvae of the african catfish, *Clarias gariepinus***. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, Netherlands, 205 pp.

VAZZOLER, A. E. A. M. Sobre a primeira maturação sexual e destruição de peixes imaturos. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**. São Paulo, n.12, v.2, p. 5-58, 1962.

ZOHAR, Y.; MYLONAS, C. C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. **Aquaculture**. Netherlands, v. 197, 2001.