



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

Manejo e maturação em cativeiro da sardinha-verdadeira, *Sardinella
brasiliensis* (STEINDACHNER, 1879) no sul do Brasil

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Aquicultura da Universidade Federal de
Santa Catarina, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Vinicius Ronzani Cerqueira

Herdras de Luna Pereira

Florianópolis – SC
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira, Herdras de Luna

Manejo e maturação em cativeiro da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (STEINDACHNER, 1879) no sul do Brasil [dissertação] / Herdras de Luna Pereira. - 2010.

82 f.: 12 fig., 6 tabs.

Orientador: Vinicius Ronzani Cerqueira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

1.Sardinha-verdadeira; 2.Aclimação; 3.Reprodução;
4.Maturação.

**Manejo e maturação em cativeiro da sardinha-verdadeira,
Sardinella brasiliensis (STEINDACHNER, 1879) no sul do Brasil.**

Por

HERDRAS DE LUNA PEREIRA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

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

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira – *Orientador*

Dr. Evoy Zaniboni Filho

Dr. Hilton Amaral Júnior

Dedico à dissertação a minha família com responsabilidade, muito amor, vontade de construir e manter uma vida com frutos de companheirismo e amizade, junto a minha mulher e meu filho que esta por vir.

Aos meus pais fica minha eterna gratidão e admiração, tudo que enfrentaram por mim não foi em vão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e aos meus pais por me permitirem a vida e a possibilidade de crescer moralmente e intelectualmente.

Ao meu orientar, Prof. Vinicius Ronzani Cerqueira pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores da UFSC e especialmente ao nosso amigo Carlito da Pós Graduação.

Ao CEPESUL/IBAMA o processo de captura e transporte dos exemplares para área de estudo. Em especial ao Projeto Isca-Viva, ao Luiz Fernando, Ana Maria, Daniela Daniela Occhialini, e ao amigo Fernando Nakagome, parceiro diário das atividades de pesquisa em campo e laboratório.

A equipe do centro de maricultura CEMar -UNIVALI da Penha-SC, ao Renatinho, Rafael, Priscila, Jeferson, em especial ao amigo Dr. Gilberto Manzoni, que possibilitou e ajudou nos experimentos realizados na área aquícola, além de permitir utilizar a estrutura cedida ao Projeto Isca Viva no Laboratório de Moluscos Marinhos da Penha – SC.

A equipe do Laboratório de Piscicultura Marinha LAPMAR - UFSC, em especial o Gabriel e a Cristina pelo apoio em algumas etapas da pesquisa.

Aos meus amigos de Florianópolis: Emilio, Guilherme, Moises, pela hospitalidade e companheirismo.

A nova família que estabeleci em Santa Catarina Dona Janne, seu Roodi, Micheli, Caime, meu sobrinho Cauê, a Monique e com amor a minha companheira Bianca de Luca que fez parte de toda minha rotina com muito carinho.

A todos meus familiares que se encontram em Recife-PE, com orgulho da união e amor.

RESUMO

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) faz parte da família Clupeidae. Pequenos pelágicos costeiros, planctófagos, formam grandes cardumes de importância econômica em várias regiões do mundo. O intenso esforço de pesca, bem como à influência direta das variações ambientais e a falta de consenso entre os segmentos envolvidos com a atividade, levaram a uma crise na pesca e a depleção do estoque de sardinha-verdadeira. A principal espécie de isca utilizada pela frota atuneira de vara e isca viva no Brasil é a *Sardinella brasiliensis*. O presente trabalho teve como objetivos desenvolver técnicas de cultivo em cativeiro, a fim, de aplicar metodologias específicas para *Sardinella brasiliensis* de manejo e maturação em cativeiro. Inicialmente foram coletados 800 reprodutores e transportados por 5 h para a área de estudo. A densidade de transporte foi de 0,4 peixe L⁻¹, a vazão da água no tanque de transporte era de 60 L min⁻¹, obtendo-se 53 % de sobrevivência para a etapa de captura e transporte. Posteriormente as sardinhas foram estocadas em tanque-rede mantidas em confinamento, onde após seis dias de confinamento apresentaram 45,9 % de sobrevivência, com a maioria das gônadas em estágio de repouso reprodutivo e esvaziadas em recuperação. Posteriormente foram transferidas para o laboratório, utilizando para o transporte, caixa plástica com troca parcial de água e adição inicial de anestésico (30 mg L⁻¹ de benzocaina), apresentaram na transferência entre o tanque-rede e laboratório 89,7 % de sobrevivência. Quando estocadas em laboratório durante 21 dias as sardinhas receberam oferta da ração NRD (55 % proteína bruta, 4551 Kcal Kg⁻¹ de energia bruta), com uma taxa de 4 % da biomassa dos peixes dia⁻¹, dividido em três alimentações diárias. Após confinadas durante 6 dias e a primeira estadia em laboratório, 21 dias, as sardinhas aclimataram-se ao cativeiro e após a redução significativa do peso total entre a primeira vez confinada em tanque rede e o laboratório, retomaram o peso total (W_T) de 50,6 para 57,1 (g). Inicialmente em laboratório não alcançaram o processo de maturação gonadal avançado, apresentando apenas 2 % de ovócitos com (Ø) entre 450 – 600 µm, encontrados em indivíduos próximo da desova. Ainda em laboratório receberam o tratamento profilático com a exposição dos espécimes durante 5 minutos próximo a água doce, alcançando sobrevivência de 100 % no manejo sanitário. Retornando pela segunda vez para o tanque-rede foi encontrado a maior relação gonadossomática para todo o período de experimento, RGS de 5,5. Pela segunda vez confinada em laboratório após 40 dias as sardinhas apresentaram o maior

percentual de ovócitos na classe entre 450 – 600 μm , com diferença significativa entre todos os momentos de estudo. Após três processos de captura e transporte (estresse) entre os ambientes de estudo, o lote de sardinha se manteve em maturação. As sardinhas responderam positivamente ao processo de maturação gonadal, alcançando estágio de gônadas maduras possibilitando a indução hormonal, em ambos os ambientes de confinamento, tanque-rede e laboratório, apresentando-se como uma espécie potencial para aqüicultura.

Palavras-chaves: captura, reprodutores, manejo, maturação, cativeiro.

ABSTRACT

The sardine (*Sardinella brasiliensis*) is part of the family Clupeidae. Sardines are small coastal, pelagic fish, planktonic, they form large shoals of major economic importance in several regions of the world. The intensification of fishing effort, as well as the direct influence of environmental variations and the lack of consensus between the segments involved with the activity, led to depletion of stocks of sardine. *Sardinella brasiliensis* is the main specie used for bait to tuna fleet. The objectives of the present study were to develop techniques in captivity, in order to, develop specific methodologies for handling and maturation for *Sardinella brasiliensis*. Initially 800 individuals were collected and transported for 5 h to the study area. The density of fish transport was 0,4 fish L⁻¹, the flow of water in the tank transport was 60 L min⁻¹, it was obtained 53 % for the stage of capture and transport. The sardines were subsequently stocked in a netpen tank for quarantine, after six days of confinement survival was 45,9 %, most of the gonads in resting reproductive stage. Later they were transferred to the laboratory, using transportation, plastic box with water change and initial addition of anesthetic (30 mg L⁻¹ benzocaine), presented in the transfer between the netpen and the laboratory, 89.7% survival. When stocked in the laboratory for 21 days sardines were offered the ration of INVE NRD (55% crude protein e 4551 Kcal Kg⁻¹ gross energy) with a rate of 4% of fish biomass day⁻¹, divided into three feedings daily. After quarantine (6 days) and the first stay in laboratory sardines have acclimatized to captivity and after the significant reduction of mean weight between the quarantine and laboratory sardines regained average weight (W_T) from 50,6 to 57,1 (g). Initially in laboratory sardines did not reach advanced maturation, with only 2% of oocytes with (ø) between 450-600 µm, found in individuals close to spawning. Still in the laboratory received prophylactic treatment with fresh water, reaching 100% survival. Returning for a second time in netpen tank showed the highest gonadosomatic relation for the whole period of experiment, RGS 5.5. For the second time confined in the laboratory after 40 days, the sardines had the highest percentage of oocytes in class between 450-600 µm with significant differences in all moments of study. After three transport processes (stress) between the environments of the study, the batch of sardines remained at maturity. Brazilian sardines responded positively to the process of maturation, reaching the stage of mature gonads possible

for hormonal induction in both environments of enclosure, cage and laboratory, presenting itself as a potential species for aquaculture.

Key words: capture, broodstock, management, maturation, captivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1

- Figura 1 - Gráfico representando a variação do oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e da temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), durante a transferência de tanque rede para laboratório na caixa plástica de transporte. 32
- Figura 2 - Peso médio total (W_T) para os três momentos de estudo..... 33
- Figura 3 - Tratamento profilático, mostrando o tempo exposição e a variação de salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido 34
- Figura 4 - Foto (A) indivíduo de sardinha em laboratório antes do tratamento profilático com expressivos ferimentos e a foto (B) após cinco dias do tratamento, apresentando cicatrização dos ferimentos 35
- Figura 5 - Exemplar que se encontrava vivo em laboratório com grande ferimento decorrente da captura 35

Capítulo 2

- Figura 1 - Proporção relativa de machos e fêmeas de sardinha-verdadeira nos momentos de amostragens 56
- Figura 2 - Percentual de gônadas ocupando 1/3, 1/2, 2/3 e 4/3 da cavidade abdominal no ambiente natural e após os períodos (dias) de estocagem em tanque rede e laboratório 57
- Figura 3- Acompanhamento dos estágios de maturação (B_i = em maturação inicial, B_f = em maturação final, C_i = maduro inicial, C_f = maduro desovando, R = repouso, D = esvaziado em recuperação) e peso médio das gônadas no ambiente natural e os períodos (dias) estocados em tanque rede e laboratório..... 57
- Figura 4 - Relação Gonadossomática (RGS) e temperatura média da água para cada período de estudo, sendo: A_1 = Captura reprodutores ambiente natural, Q_{Tr} = Confinamento tanque rede, L_1 = Maturação em laboratório, A_2 = Coleta controle - Ambiente natural, Tr = Maturação Tanque rede, L_{2a} = segundo período maturação em laboratório (10 dias de estocagem), L_{2b} = segundo período maturação em laboratório (40 dias de estocagem) 58

Figura 5- Foto A - Representam gônadas encontradas nos dias de coleta no ambiente natural (Ovócitos nas fases I, II, III, IV e V e Restos de ovócitos em reabsorção - OR) - Aumento 40 x. Foto B - Característica específica para o estágio de esvaziado em recuperação “D” (Zonas hemorrágicas - ZH e Folículos atresicos - FA) - Aumento 100 x. Foto C - Grande quantidade de corpos foliculares (CF), aspecto encontrado para confinamento em tanque rede - Aumento 40 x. Foto D - Em Laboratório pela primeira vez, estágio de repouso (R), ovócitos I e II e lamelas ovíferas (LO) cumpridas e desorganizadas - Aumento 40x61

Figura 6 – Foto A – Cortes histológicos para indivíduos em maturação final (Bf) - Aumento 40 x. Foto B - Estágio encontrado em maturação no tanque rede com predominância de ovócitos IV e V - Aumento 40 x. Foto C - Histologia das gônadas após 40 dias de confinamento em laboratório apresenta faixa de citoplasma basófilo (RB) apenas ao redor do núcleo (N) – Aumento 100x. Foto D – Característica de ovócito maduro V, vitelogênese completa, aparecimento de células foliculares (F), a presença marcante de grânulos de vitelo (GV) e membrana vitelínica (MV) espessa Aumento 1000x.63

Figura 7 - Percentuais de ovócitos nas classes de diâmetro a seguir: 0 – 15, 15 – 70 , 70 – 140, 140 – 240, 240 – 300, 300 – 450, 450 – 600 µm. As figuras estão divididas para cada período de estudo (A1 = Captura ambiente natural, A2 = Coleta controle - Ambiente natural, QTr= Confinamento tanque rede, L1 = Maturação em Laboratório, Tr = Maturação Tanque rede, L2a = Segundo período maturação em laboratório (após 10 dias de estocagem), L2b = segundo período maturação em laboratório (após 40 dias de estocagem)64

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 01. Etapa de estudo, período de estocagem e taxa de sobrevivência.....	36
---	----

Capítulo 2

Tabela 1 - Data, local e número de indivíduos amostrados.....	52
---	----

Tabela 2 - Estágios de classificação macroscópica das gônadas definida para a <i>Sardinella brasiliensis</i> com as características morfológicas.....	53
---	----

Tabela 3 – Resumo das características microscópicas do desenvolvimento ovocitário	54
---	----

Tabela 4 – Data, local de estudo, período de estocagem, densidade de estocagem, temperatura média da água e tipo de alimentação	55
---	----

Tabela 5 – Resumo dos percentuais de ocupação da cavidade celomática, classificação macroscópica, RGS, características visuais e morfológicas das gônadas	60
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	19
Histórico de captura da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) no Brasil.....	19
Relação da captura da sardinha-verdadeira com a pesca do atum	20
Biologia da sardinha-verdadeira.....	21
Aquicultura	22
Piscicultura marinha.....	23
OBJETIVO	24
Objetivo geral	24
Objetivos específicos.....	24
CAPITULO I	25
Captura de reprodutores selvagens da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>) e o manejo no transporte, tratamento profilático e cativoiro	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	26
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	28
Captura e transporte	28
Manejo em tanque-rede	29
Transferência do tanque-rede para o laboratório	29
Manejo em laboratório	30
Tratamento profilático.....	30
RESULTADOS.....	31
Captura e transporte	31
Manejo tanque-rede	31
Transferência tanque-rede - laboratório	31
Manejo em laboratório	32
Tratamento profilático.....	34
DISCUSSÃO	37
Captura e transporte.....	37
Manejo em tanque-rede	38
Transferência do tanque-rede para o laboratório	39
Manejo em laboratório	40
Tratamento de profilaxia	41
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
CAPITULO 2.....	47

Maturação em cativeiro da sardinha-verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>), no sul do Brasil.....	47
RESUMO	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO	48
MATERIAL E MÉTODOS	50
Estocagem.....	50
Alimentação	51
Coleta de dados ambientais	51
Coleta de dados biológicos	51
Análise macroscópica	52
Análise microscópica.....	53
Metodologia medidas diâmetro de ovócitos	54
RESULTADOS.....	54
Análise das gônadas no ambiente natural e dos indivíduos mantidos em cativeiro.....	55
Relação gonadossomática (RGS).....	58
Análise microscopia.....	61
Tamanho de ovócitos.....	64
DISCUSSÃO	65
Captura dos reprodutores no ambiente natural	65
Confinamento em tanque-rede	67
Maturação em laboratório - primeiro momento.....	68
Ambiente natural - coleta controle	69
Maturação tanque-rede	70
Maturação em laboratório - segundo momento	71
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO GERAL.....	79

INTRODUÇÃO GERAL

Histórico de captura da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) no Brasil

A sardinha-verdadeira sustenta uma importante pescaria, na região Sudeste-Sul, envolvendo diversas frotas com base nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina e um setor de processamento de pescado responsável pela produção de conservas e sua distribuição nacional. O indivíduo adulto é capturada em escala industrial como fonte de alimento, sendo considerado até a década de 90, o principal e o maior recurso pesqueiro do Brasil (IBAMA 2005).

As capturas ocorrem entre Rio de Janeiro (Cabo de São Tomé - 22°S) e Santa Catarina (um pouco ao sul do Cabo de Santa Marta Grande - 28°S), em uma profundidade de até 70 m, ou a uma distância de até 30 milhas da costa. Há registro de ocorrência em profundidades de 100 m (MATSUURA, 1998; SACCARDO & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1991).

A disponibilidade à pesca difere de ano para ano e particularmente de mês para mês, sem obedecer a um padrão definido de comportamento (CERGOLE, 1993). A pesca industrial começou a se desenvolver nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo na década de 1940, quando ocorreu a mecanização das embarcações e apenas por volta de 1962, no estado de Santa Catarina (VALENTINI & CARDOSO, 1991). As frotas foram, a partir de então, compostas e estruturadas tendo a sardinha-verdadeira como espécie-alvo em função de seu volume de produção.

Tradicionalmente, a pesca de sardinha era realizada com rede de cerco, denominada traineira, de formato retangular, de comprimento entre 700 e 900 m; altura de 70 a 90 m (malha esticada) e de 50 a 60 m (em operação); malha de 12 mm, nó a nó, em toda a rede (VALENTINI & CARDOSO, 1991). Atualmente parte da frota já conta com redes acima de 1.000 m de comprimento, o que permite a operação em áreas mais profundas. O estoque populacional da sardinha recebe a pressão de pesca nos indivíduos adultos com as traineiras e nos juvenis pelo atuneiros.

Os desembarques totais de sardinha-verdadeira, considerando-se os dados disponíveis para os últimos 40 anos, apresentaram um rápido crescimento até 1973, quando foi alcançado o pico máximo registrado de 228 mil ton. A partir de então, a produção passou a exibir uma tendência de declínio havendo, porém, duas fases: a primeira entre 1977 e 1980,

quando a produção recuperou-se, atingindo um volume desembarcado em torno de 140 mil ton. e a segunda, entre 1983 e 1986, na faixa de 125 mil ton. representando 25% do pescado brasileiro. A partir de 1987 a produção voltou a decrescer até atingir 32 mil ton. em 1990. Entre 2001-2005 a produção média caiu ainda mais para 18,9 mil ton. ano⁻¹, ou seja, 3,8 % da captura nacional, sustentada por uma frota composta por 225 traineiras com permissão à atividade de cerco (IBAMA, 2005).

A tendência de queda na produção de sardinha-verdadeira na região sudeste/sul já se apresentava clara em 1988, com sinais de esgotamento e de eventual colapso da pescaria, o que afetou profundamente a atividade do setor sardinheiro nos anos seguintes. As causas têm sido atribuídas à falha no recrutamento, que têm impactos diretos da alta captura, assim como, a variação nas condições oceanográficas durante o período de desova (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et. al.*, 1996).

O conhecimento das táticas e estratégias reprodutivas é elemento imprescindível para nortear as medidas de administração, manejo e preservação da ictiofauna, frente aos impactos ocasionados por ações antrópicas como a pesca e a eliminação de áreas de desova e de criadouros (VAZZOLER & MENEZES 1992).

Relação da captura da sardinha-verdadeira com a pesca do atum

A pescaria de bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*), realizada no oeste do Atlântico, começou a se desenvolver na década de 1950 com barcos de vara e isca-viva, e a partir da década de 1960 com barcos de cerco (DELGADO *et. al.*, 1999). Nessa modalidade, são usados caniços para a captura dos peixes que são atraídos com a liberação de pequenos peixes pelágicos, como manjubas e juvenis de sardinha (ANDRADE, 2008). A pesca do *Katsuwonus pelamis*, pela frota de atuneiros com vara e isca viva tem importância nacional é composta por 46 embarcações e atingiu em 2005 a produção de 24 mil ton. ano⁻¹, 5,6% da captura nacional de pescado (IBAMA, 2006).

Entre os países que atuam no atlântico, o Brasil é o mais importante atuando com média de 85% do capturado nos últimos anos (ICCAT, 2000). Cerca de 86% do bonito capturado no Atlântico Oeste provem da pesca de vara e isca-viva, 13% do cerco e outras artes de pesca contribuíram com 1% (ICCAT 2002).

A captura da isca-viva em regiões costeiras e em áreas de preservação, por parte das embarcações atuneiras, tem gerado amplas discussões em âmbitos sociais, políticos e científicos. A isca-viva é

composta principalmente de juvenis de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), é também tido hoje como um fator limitante da pescaria do bonito, pois torna a atividade bem mais cara uma vez que os pescadores dispõem muito tempo e recurso para iscar o barco antes de se dirigirem para a pescaria propriamente dita (LIN, 1992; Dos SANTOS & RODRIGUES-RIBEIRO, 2000).

A quantidade estimada de sardinha-verdadeira empregada pela frota de atuneiros como isca-viva na captura de atuns foi realizada a partir de rendimentos de 23,95 ton. atuns ton. isca⁻¹ para a frota catarinense. A captura de sardinha-verdadeira foi estimada em 63 ton. em 1979, ascendendo rapidamente até 1985 atingindo 842,5 ton.. Entre 1986 e 1995, as capturas mantiveram-se entre 600 e 638 ton., entretanto entre os anos de 1996 e 2004 ocorreu outra ascensão atingindo patamares médios de 800 ton. (SANTOS, 2005).

Dentre o total de isca utilizado nos anos de 1994, 1995 e 1997, a sardinha-verdadeira representou em média 78,4%. As espécies categorizadas como boqueirão e outras equivaleram respectivamente a 26,3% e 3,1% (SANTOS, 2005). No passar dos anos a análise da captura relativa das iscas utilizadas demonstrou maior disponibilidade de sardinha no primeiro semestre de cada ano, com variações, provavelmente, decorrentes do processo de desova.

A demanda por isca viva pela frota atuneira estabelece a importância em estudos visando à produção artificial de pequenos pelágicos, tendo em vista o aumento no volume de capturado do atum bonito listrado.

Biologia da sardinha-verdadeira

A sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), apresenta-se na ordem: Clupeiformes, Subordem: Clupeoidei, Família: Clupeidae, Subfamília: Clupeinae, Gênero: *Sardinella* e Espécie: *Sardinella brasiliensis*. De forma geral, o gênero *Sardinella* é largamente distribuído ao redor do mundo, ocupando os dois lados do Oceano Atlântico e, também, no Indo-Pacífico, sendo um dos gêneros dominantes na pesca extrativa em todo o mundo (MATSUURA, 1977).

A espécie *Sardinella brasiliensis* está geograficamente isolada dos demais grupos do seu gênero no Oceano Atlântico, ocorrendo do Cabo de São Tomé (RJ, 22 °S) até a costa do Rio Grande do Sul, sendo mais abundante até o Cabo de Santa Marta Grande (SC, 28 °S). A princípio considerava-se a ocorrência de duas espécies no litoral brasileiro, baseando-se no número de rastros do ramo inferior do

primeiro arco branquial dos espécimes adultos: *Sardinella brasiliensis* e *S. Aurita*, esta última tida como sinônimo de *S. anchovia*. Isso contestada (ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1978) e em consequência, adotada a denominação *S. brasiliensis* para espécie que ocorre do Rio de Janeiro para o Sul (FIGUEIREDO & MENEZES, 1978).

A sardinha é reconhecida como uma espécie de grande importância ecológica é um dos representantes mais importantes da cadeia trófica, considerando sua importância e em virtude das flutuações do estoque em que apresenta relação com fatores ambientais e a atividade pesqueira (FREON & MENDOZA, 2003). Por se tratar de recurso de base de cadeia trófica, a sardinha tem importante papel trófico para diversos consumidores do ecossistema, incluindo alguns recursos pesqueiros de interesse comercial (GASALLA, 2004).

O período reprodutivo está entre a primavera e verão. O pico reprodutivo, ou seja, o período de maior intensidade de desova incide sobre os meses de dezembro e janeiro, quando se observa frequência máxima de indivíduos desovando (MATSUURA, 1998).

As sardinhas são peixes de pequeno porte, de corpo lateralmente comprimido e prateado, formam cardumes e habitam águas costeiras, entrando em baías e estuários. A espécie apresenta ciclo de vida curto e crescimento rápido. Nas capturas comerciais, o tamanho dos indivíduos de *S. brasiliensis*, varia de 90 a 250 mm, se dividem em quatro grupos etários, de zero a três anos de idade (MATSUURA, 1977). A sardinha, segundo VAZZOLLER (1996), é uma espécie R-estrategista e são mais suscetíveis às variações ambientais durante seu período reprodutivo, com maiores riscos de sofrer depleção de seus estoques em curto prazo.

Indivíduos pré-adultos e adultos de *Sardinella brasiliensis* apresentam flutuações sazonais na dieta, sendo uma espécie onívora, que tem o fitoplâncton representando 66% do volume dos itens alimentares no inverno, e o zooplâncton 74,2% da dieta durante a primavera e o outono (SCHNEIDER & SCHWINGEL, 1999).

Aqüicultura

A aqüicultura mundial tem crescido a taxas anuais superiores a 10% ao ano, valor bastante expressivo quando comparado às taxas anuais de 3% para a produção de animais terrestres e de 1,5% para a pesca de captura. No ano de 2000, a aqüicultura participou com 32,2% da produção mundial de pescado, enquanto que nos anos 70 representava apenas 3,9% (SEAP-PR, 2004).

No Brasil esta situação também foi verificada, já que o cultivo de organismos aquáticos apresentou uma grande ascensão na última década, produzindo quantidades significativas de alimento, renda e emprego. Neste período, esta atividade apresentou uma taxa de crescimento de 925%, passando a produção aquícola nacional de 20,5 mil toneladas em 1990 para 210 mil toneladas em 2001, movimentando cerca de US\$ 830,3 milhões (BORGHETTI *et. al.*, 2003).

Como já aconteceu em vários países, a aquíicultura é capaz de tornar a produção para larga escala, fazendo com que a indústria de cultivo de organismos aquáticos seja bastante expressiva na economia de uma nação (ARANA, 1999).

No Brasil a produção aquícola tem apresentado crescimento constante, bem acima da média mundial desde 1995 (FAO, 2008). Em 2007, a produção foi de 289,6 mil toneladas de pescado (FAO, 2009). O país vem ganhando posições no ranking internacional, sendo o segundo país de importância na produção aquícola na América do Sul, perdendo apenas para o Chile, com o cultivo de salmónídeos (31% da produção mundial) (FAO, 2008).

O Brasil reúne condições extremamente favoráveis para o desenvolvimento da aquíicultura, em especial devido ao seu grande potencial hídrico. O país possui mais de 8500 km de zona costeira, 12% do total de água doce do planeta e 5 milhões de hectares de água doce estocada em reservatórios naturais e artificiais, que poderão ser aproveitados na produção de organismos aquáticos, além de mão-de-obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno (SEAP, 2006; BOSCARDIN, 2008).

Piscicultura marinha

A atividade da aquíicultura abrange diversas áreas, dentre as quais se destaca a piscicultura marinha, que visa principalmente promover o cultivo das espécies de peixes adaptadas a viver em ambientes de água salgada ou estuários (LE FRANÇOIS, *et. al.*, 2002).

A piscicultura marinha no Brasil ainda está restrita a laboratórios de pesquisa e tentativas pontuais de criações comerciais. A continuidade de estudos nessa área deve ser incentivada, suprimindo a demanda crescente por peixes marinhos, devido à degradação de zonas litorâneas, o declínio da pesca, o déficit brasileiro no comércio internacional de pescados e o valor nutricional da carne (CERQUEIRA, 2001).

O aproveitamento dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil, através da piscicultura, vem sendo tratado como alternativa para

fomentar oportunidades de agronegócios, beneficiando a expansão da produção e a geração de emprego e de renda para comunidades litorâneas (SANCHES, *et. al.* 2006).

O crescimento na produção de organismos aquáticos em gaiolas flutuantes (tanque-rede) foi uma inovação relativamente recente da aquicultura. Embora as origens do uso de gaiolas para exploração e transporte de peixes durante períodos curtos seja encontrada até quase dois séculos atrás, na região asiática (PILLAY & KUTTY, 2005), e ainda mais cedo, como parte das práticas indígenas de pescadores que viviam em barcos no Mekong.

O cultivo comercial em tanque-rede marinho foi pioneiro na Noruega na década de setenta com o surgimento e desenvolvimento da produção de salmão (BEVERIDGE, 2004). A produção aquícola utilizando gaiolas marinhas tem crescido muito rapidamente durante os últimos 20 anos e atualmente vem sofrendo mudanças rápidas em resposta às pressões da globalização e do aumento da demanda por produtos aquícolas tanto nos países em desenvolvimento como nos desenvolvidos. Prevê-se que o consumo de peixe nos países em desenvolvimento irá aumentar em 57 %, de 62,7 milhões de toneladas em 1997 e 98,6 milhões em 2020 (DELGADO *et. al.*, 2003).

OBJETIVO

Objetivo geral

Avaliar o manejo de reprodutores selvagens da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) mantidos em cativeiro.

Objetivos específicos

- Determinar as taxas de sobrevivência de reprodutores selvagens nos manejos de captura, transporte e tratamento de profilático.
- Analisar o processo de maturação reprodutiva da *Sardinella brasiliensis* confinadas em tanque-rede e em condições de laboratório.

CAPITULO I

Captura de reprodutores selvagens da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e o manejo no transporte, tratamento profilático e cativeiro

RESUMO

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é um dos recursos pesqueiros mais importantes do país, sustentando os grandes mercados de enlatados. O objetivo do trabalho foi de avaliar a sobrevivência da espécie no processo de captura, transportes e tratamento profilático da sardinha-verdadeira capturada no ambiente natural e submetido a manejo em cativeiro, a fim de manter um plantel de reprodutores. Foram coletadas 800 sardinhas e após a captura com rede de cerco, foram transportadas por 5 horas em caixas de transporte de peixe vivo, com fluxo contínuo de água (60 L min^{-1}), na densidade de $0,4 \text{ peixe L}^{-1}$, obtendo uma sobrevivência de 53 % no processo de captura e transporte, para peixes com peso total de $58,6 \pm 10,9 \text{ (g)}$. Após 06 dias de confinamento realizada em tanque-rede, 195 sardinhas foram transferidas para o laboratório, em caixa de transporte de 200 L, sem troca de água e densidade de 2 peixes L^{-1} ($W_T 50,6 \pm 7,8 \text{ g}$) utilizando anestésico benzocaína (30 mg L^{-1}), o tempo de transporte levou aproximadamente 58 minutos e obteve 89,7 % de sobrevivência. Em laboratório foi realizado tratamento de profilaxia (banho de água doce), a sobrevivência após o tratamento foi de 100 %. Após 21 dias em cativeiro as sardinhas aclimataram-se e retomaram ao peso total inicial de $57,1 \pm 12,7 \text{ (g)}$, não observando diferença significativa ($p < 0,05$) ao dia de captura.

Palavras-chaves: sobrevivência, captura, reprodutor, tratamento profilático.

*Capture of wild broodstock of Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) and management in the transport, prophylaxis treatment and captivity*

ABSTRACT

The Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) is one of the most important fisheries resources of the country, sustaining Brazilian canned market. The intention of the study was to evaluate the survival of the specie in the process of capturing, transportation and prophylactic treatment of Brazilian sardine in natural environment and subjected to handling in captivity, with the objective of keeping a broodstock. There were collected 800 sardines captured with seine fishery, soon after were transported for five hours in transport tanks of live fish with continuous flow rate (60 L min^{-1}), density of $0,4 \text{ fishes L}^{-1}$, obtaining 53% of survival in the process of capture and transport, fishes mean weight was $58.6 \pm 10,9 \text{ (g)}$. After 06 days under quarentine in netpen tank, 195 sardines were transferred to laboratory, 200 L transfer tank, no exchange of water and density of 2 fishes L^{-1} ($W_T 50,6 \pm 7,8 \text{ g}$) anaesthetized with benzocaine (30 mg L^{-1}), transportation time was 58 minutes and obtaining 89.7% survival. In laboratory was used a prophylactic treatment (freshwater), survival after treatment under laboratory conditions was 96,5 %. After 21 days in captivity, sardines acclimated and regained their mean initial weight, $57,1 \pm 12,7 \text{ (g)}$, there was no significant differences ($p < 0,05$) in mean weight from capture day.

Keywords: survival, capture, breeding, prophylactic treatment

INTRODUÇÃO

A sardinha-verdadeira sustenta uma importante pescaria, na região Sudeste-Sul do Brasil, envolvendo diversas frotas pesqueiras com base nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, Além do setor de processamento de pescado, responsável pela produção de conservas e sua distribuição em escala nacional (IBAMA, 2006).

Estudos demonstram que a sardinha-verdadeira teve declínio no estoque da população, e principalmente devido à falha no recrutamento, que têm impactos diretos do alto esforço captura, assim como, a variação nas condições oceanográficas durante o período de desova (VALENTINI & CARDOSO, 1991; ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et. al.*, 1996). Cabe destacar, que neste caso, o elevado esforço de pesca é aplicado diretamente sobre um dos representantes mais importantes da cadeia trófica, considerando sua importância e em virtude das flutuações

do estoque em que apresenta relação com fatores ambientais e a atividade pesqueira (FREON & MENDOZA, 2003).

O presente trabalho visa à introdução da espécie na piscicultura marinha para a produção de isca viva em cativeiro. Na pesca com vara e isca viva são usados caniços para a captura dos peixes que são atraídos com a liberação de pequenos peixes pelágicos, como manjubas e juvenis de sardinha (ANDRADE, H.A. 2008).

A piscicultura marinha ainda é bastante incipiente no Brasil, apesar da intensificação das pesquisas nessa área na última década (DAVID, 2002). A partir do domínio do processo reprodutivo em peixes cultivados ficou patente a importância da escolha de espécies condizentes com as características físicas do ambiente, bem como a adoção do manejo adequado para cada espécie. Outro aspecto importante é a capacidade de domesticação, através da adaptação da espécie ao cativeiro e ao manejo reprodutivo (ANDRADE & YASUI, 2003). Avaliar a sobrevivência da sardinha no transporte, bem como a adaptação ao manejo em cativeiro será de fundamental importância para futuros estudos com a reprodução artificial.

No processo produtivo o transporte é um manejo inevitável, considerado um procedimento traumático que expõe os peixes a uma série de estímulos que desencadeiam respostas fisiológicas de adaptação (IVERSEN *et. al.*, 1998; URBINATI & CARNEIRO, 2004). Protocolos para redução do estresse têm sido estudados, devido à grande importância do transporte na piscicultura, entre os quais a redução da temperatura da água (MELO & CECCARELLI, 1996) e metabólitos tóxicos (JENSEN, 1990) e o uso de anestésicos (CARNEIRO *et. al.*, 2002), bem como a manipulação da densidade e tempo de transporte (STAURNES *et. al.*, 1994; URBINATI *et. al.*, 2004) e introdução de aeração (JENSEN, 1991).

BRUGGER (1995), afirma que após a fase de implantação dos cultivos marinhos, a maior preocupação passa a ser o combate às doenças. ALEXANDRINO (1999) ressalta que a produtividade na criação de peixes poderia ser aumentada se medidas higiênicas e sanitárias fossem associadas às zootécnicas.

Os objetivos do presente trabalho foram de capturar indivíduos adultos para formação de um plantel de reprodutores selvagens e avaliar a sobrevivência da espécie no processo de captura, transferências e manejo sanitário em laboratório, além da adaptação as técnicas de cultivo em cativeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Captura e transporte

Em 09 de janeiro de 2009 foi realizada a coleta de indivíduos adultos de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), nos arredores da Ilha da Paz (26° 12' 01''S e 48° 31' 04''W), em São Francisco do Sul, norte de Santa Catarina. Foi utilizada uma embarcação do tipo traineira para captura de sardinha, contendo rede de cerco de 800 m de comprimento, 80 m de altura e malha com abertura entre nó de 12 mm.

Os indivíduos quando capturados foram mantidos vivos no ensacador da rede até o momento de transferência aos tanques de transporte de peixe – vivo, que encontravam-se no Navio de Pesquisa (Npq) SOLONCY MOURA, do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul (CEPSUL) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e Ministério do Meio Ambiente (IBAMA/MMA).

Para transferência do peixe do ensacador da rede até a embarcação de transporte, foi utilizado um puçá com abertura de 70 cm de diâmetro e malha de 8 mm. Os peixes antes de serem estocados na caixa de transporte foram colocados em uma caixa d'água (1000 L), utilizando anestésico (benzocaina 50 mg L⁻¹) (HARVEY & CAROLSFELD, 1993). Quando os peixes alcançavam a anestesia entre o estágio II (Perda parcial de equilíbrio e dificuldade de manter direção horizontal de nado) e estágio III (Perda total de equilíbrio e incapacidade de recuperar a posição vertical de nado “barriga para cima”) segundo WOODY *et. al.* (2001), foram estocados na caixa de transporte. Para passar da caixa d'água contendo anestésico para a caixa de transporte, foi utilizado baldes de água com volume de 25 L e determinado o número médio de sardinhas balde⁻¹.

Foram utilizadas duas caixas de transporte com capacidade de 1000 L, com circulação de água aberta, vazão média de 60 L min⁻¹. Foi anotado o tempo de transporte e a calculada a sobrevivência. Foi mensurado o comprimento total (L_T) e peso total (W_T) de 100 exemplares amostrados aleatoriamente, no dia de captura e durante os manejos em tanque-rede e no laboratório.

Antes de serem estocadas na caixa de transporte foi realizada a contagem de três baldes resultando em um número médio de 20 sardinhas balde⁻¹. Foram estocadas em cada caixa de transporte 20 baldes, totalizando uma média de 400 sardinhas, em cada caixa de

transporte. Foram utilizadas duas caixa de transporte com a mesma densidade de peixe.

Manejo em tanque-rede

Após o transporte até a área de estudo, as sardinhas foram estocadas em tanque-rede marinho que encontrava-se localizado no Parque Aquícola da Enseada da Armação do Itapocoroy (26°46'S-48°37'W), com profundidade média do local de 15 m. Os peixes foram transferidos com baldes de 25 L do transfish até a borda da embarcação e com o auxílio de uma calha (cano de 300 mm (Ø) cortado ao meio e 6 m de comprimento) os peixes foram liberados no tanque-rede, onde ficaram em confinamento por 6 dias.

O tanque-rede marinho utilizado possui forma octogonal, 6 m de (Ø) diâmetro. Tubulação em plástico PEAD e 220 mm (Ø). A rede do tanque tinha 4 m de diâmetro e 3 m de altura, equivalente ao volume útil de 37 m³, com malha de 12 mm entre nós, confeccionadas em fio multifilamento. A densidade inicial de cultivo foi de 11,5 peixes m⁻³.

Em tanque-rede a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) recebeu o suplemento na alimentação com a Ração comercial NRD 5/8 (600 – 800 µm) – INVE (55 % de proteína bruta, 9 % lipídeos, 13 % cinzas, 8% umidade, 1,9 % fibra, total de energia bruta 4551 Kcal Kg⁻¹ e energia metabolizável de 4160 Kcal Kg⁻¹), fabricada para as pós-larvas e juvenis de peixes marinhos carnívoros. Adotou-se o tamanho da ração de 600 – 800 µm, já que, a espécie alimenta-se no ambiente natural de plâncton. A alimentação com ração em tanque-rede foi realizada a cada dois dias no período matutino, ofertada com taxa de 4 % da biomassa dos peixes dia⁻¹. O fornecimento da ração foi interrompido 24 horas antes da transferência dos peixes do tanque-rede para o laboratório.

Transferência do tanque-rede para o laboratório

Para a transferência dos peixes, primeiro ergueu-se parcialmente a rede, de modo a criar um pequeno bolsão, onde os peixes acumularam-se e com auxílio de baldes eram removidos e estocados em duas caixas plásticas com volume útil de 200 L, , contendo inicialmente anestésico, benzocaina 30 mg L⁻¹ e durante o transporte foi trocado um pouco de água, utilizando baldes, para manter a oxigenação e diminuir gradativamente a concentração do anestésico, mantendo o peixe em anestesia leve. A densidade de transporte foi de 2 peixes L⁻¹. Foi monitorado a temperatura e oxigênio dissolvido na caixa de transporte. Dentro do laboratório os peixes foram aclimatados na própria caixa de

transporte, introduzindo gradualmente a água do laboratório, aumentando a vazão para restabelecer os sinais vitais dos peixes que se encontravam em anestesia leve antes de serem estocados no tanque “in door”.

Manejo em laboratório

Os peixes no laboratório foram estocados durante 21 dias, em tanque circular de 5.000 L (\varnothing - 2,60 m e 1,00 m de altura), confeccionado em lona plástica (cor preta na lateral e cinza claro no fundo), fluxo contínuo de água 520 L h^{-1} (250 % de renovação dia^{-1}) e aeração constante e moderada. A entrada de água foi estabelecida pela parte lateral do tanque com tubos de PVC - 50 mm, em duas entradas localizadas na parte superior do tanque em extremidades opostas, direcionados para o mesmo sentido, formando uma corrente de água no sentido anti-horário. O sistema de escoamento era central e no fundo, com tubulação de 100 mm. O fundo possuía uma declividade de 20° no sentido do centro do tanque, facilitando o escoamento e auxiliando a limpeza, sendo sifonado (retirada das partículas do fundo) 3 x semana⁻¹.

Em laboratório as sardinhas receberam a mesma alimentação com a ração NRD 5/8 da INVE, ofertada na taxa de 4 % da biomassa dos peixes dia^{-1} , dividida em três alimentações diárias. A densidade de cultivo inicial em laboratório foi de 35 peixes m^{-3} .

Tratamento profilático

No segundo dia em laboratório os peixes receberam tratamento de profilaxia para eliminar os possíveis ectoparasitas e ajudar a cicatrização de ferimentos decorrentes do processo de captura e transferência dos exemplares. Os peixes ficaram em salinidade próximo de água doce por alguns minutos. O procedimento consistiu em diminuir o volume do tanque de 5000 até 2000 L, mantendo nesse volume e adicionando gradativamente água doce (retirado o cloro com tiosulfato de sódio) com circulação aberta. O procedimento durou em média 80 minutos para baixar a salinidade, mantendo-se em salinidade abaixo de $2,5 \text{ mg L}^{-1}$ por 30 min.

RESULTADOS

Captura e transporte

O tempo de espera dos peixes no ensacador da rede até iniciar-se a transferência para embarcação de transporte, foi de aproximadamente 23 min. O tempo de viagem com permanência dos peixes nas caixas de transporte foi de 5 horas, em densidade de 0,4 peixe L⁻¹, onde foi possível o transporte 800 exemplares até a área de estudo, com sobrevivência de 53,1 %.

Manejo tanque-rede

No primeiro dia em tanque-rede foram estocados 425 indivíduos, densidade de 11,5 peixes m⁻³. O primeiro dia de estocagem em confinamento apresentou cerca de 70 % da mortalidade total acumulada, justamente devido à presença de peixes muito debilitados com ferimentos profundos ocasionados pelo atrito com a rede de captura e do puçá de transferência dos exemplares. No segundo dia apenas 264 sardinhas sobreviveram, baixando a densidade para 7,12 peixes m⁻³. No terceiro dia em confinamento foi ultimo momento que se observou mortalidade, mantendo a densidade de 5,27 peixes m⁻³.

No segundo dia de confinamento as sardinhas receberam a oferta da ração comercial, percebeu-se que as sardinhas já se alimentavam em movimentação de cardume. A alimentação foi de 600 g de ração 5/8 NRD INVE para 265 peixes, 4,1% biomassa dia⁻¹ e se manteve até o último dia em tanque-rede com 195 peixes, 450 g (4,3 % biomassa dia⁻¹). Boa parte da ração não era assimilada pelos indivíduos em função das correntes e vento do local.

Transferência tanque-rede - laboratório

O tempo total para suspensão da rede, retirada dos peixes com baldes, estocagem nas caixas de transporte e armazenamento no tanque do laboratório, foi de 58 minutos. Durante o transporte os peixes ficaram levemente anestesiados com na caixa de transporte. Após serem colocados no tanque em laboratório retornaram os sinais vitais, frequência no batimento opercular e equilíbrio na coluna de água, em um tempo (L_T50) aproximado de dois minutos e para todo lote estabelecer a natação natural formando cardume, L_t 100 = 3 min. 15 seg. O gráfico abaixo demonstra a variação na concentração de oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) e dos valores de temperatura da água (° C) encontrados durante o transporte do tanque-rede para laboratório.

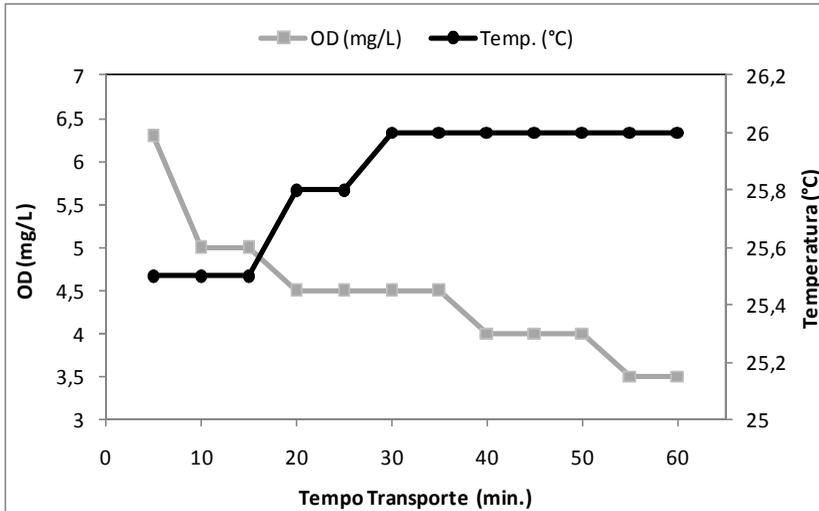


Figura 1 – Gráfico representando a variação do oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) e da temperatura da água (°C), durante a transferência de tanque-rede para laboratório na caixa plástica de transporte.

Manejo em laboratório

Em laboratório já no primeiro dia a sardinha apresentou uma natação ativa e visivelmente adaptada ao alimento inerte, a ração comercial. Optou-se por fornecer a ração na quantidade de 4 % biomassa peixes dia⁻¹. No primeiro dia em laboratório após a transferência já se alimentaram moderadamente com ração, não chegando a consumir toda a ração fornecida, consumindo cerca de 3 % da biomassa dia⁻¹. Entretanto, a partir do segundo dia, atingiu a quantidade total de ração sugerida. Após o quarto dia em cativeiro, totalmente adaptadas ao confinamento percebeu-se que a quantidade de ração ofertada parecia ser insuficiente, pois as sardinhas não se mostravam aparentemente saciadas.

Em laboratório após 21 dias, foi realizada a biometria e elaborado o gráfico da média do peso total (g) a fim de avaliar a o desempenho de adaptação ao confinamento das sardinhas.

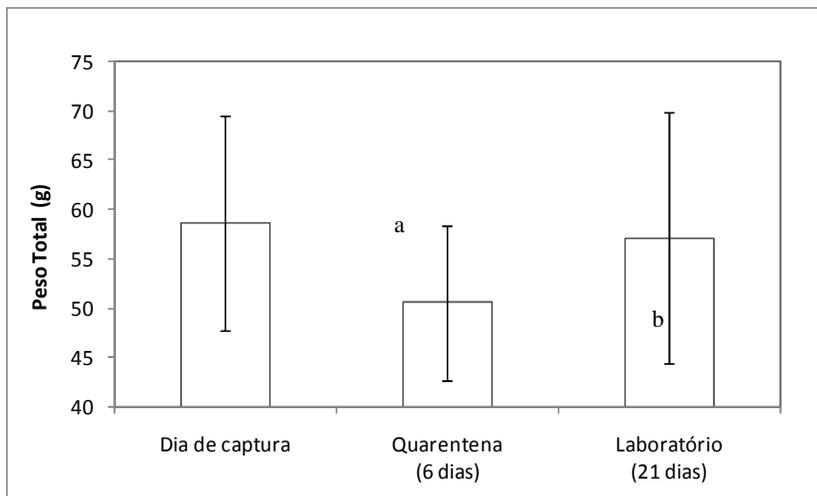


Figura 2 - Peso médio total (W_T) para os três momentos de estudo.

O gráfico acima demonstra a variação do peso médio total (g) das sardinhas monitoradas a partir da coleta realizada no dia 9 de janeiro de 2009. No dia captura apresentavam W_T de $58,9 \pm 10,9$ (g). Após a confinamento de seis dias em tanque-rede, observou-se a diminuição do peso corpóreo para $50,5 \pm 7,8$ (g). É visível a adaptação ao cativeiro quando retomaram o W_T em laboratório para $57,1 \pm 12,18$ (g). Através do teste de Tukey foi observada a diferença significativa ($p < 0,05$) entre o dia de captura e a confinamento. No final do período em laboratório não foi observado diferença para o W_T entre o dia de captura.

No laboratório foi realizado um teste para avaliar a quantidade média de ração dia^{-1} , durante três dias seguidos foi ofertada no período matutino até a saciedade aparente e para as duas alimentações da tarde foi ofertado mais 250 g ração^{-1} .

Tratamento profilático

O procedimento consistiu em reduzir gradativamente a salinidade até próximo a 0 mg L^{-1} , como mostra o gráfico a seguir.

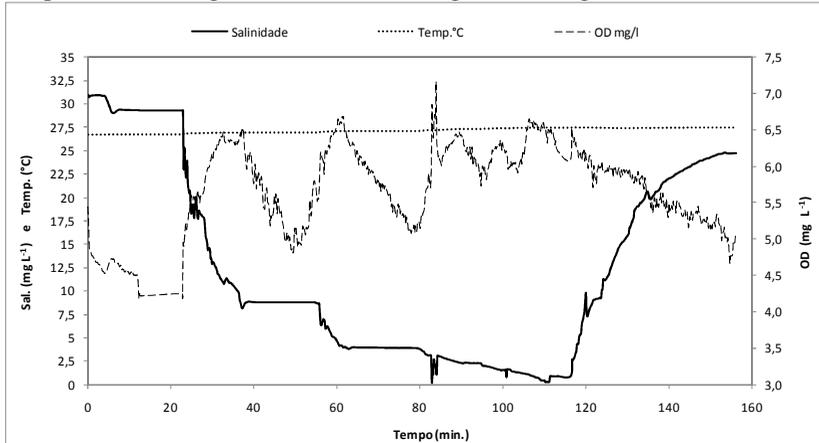


Figura 3 - Tratamento profilático, mostrando o tempo exposição e a variação de salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido.

Para diminuir a salinidade foi necessário um tempo de 106 min. Permaneceu aproximadamente 30 min. em água com salinidade abaixo de $2,5 \text{ mg L}^{-1}$, desses 5 min. abaixo de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$. Durante o tratamento profilático a temperatura e oxigênio dissolvido, apresentaram pouca variação sendo $27,7 \pm 0,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e $5,72 \pm 0,57 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente.

Os peixes foram monitorados durante todo o processo e mostraram-se com natação normal mantendo a forma de cardume. O fato de baixar a salinidade visivelmente não interferiu no comportamento dos indivíduos. Os peixes foram anestesiados e fotografados após cinco dias do tratamento profilático e observado bons resultados de cicatrização como mostra as fotos a seguir.

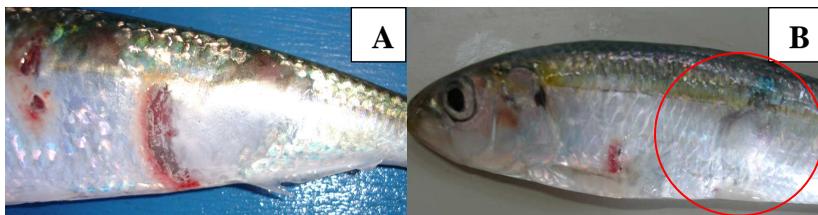


Figura 4 - Foto (A) indivíduo de sardinha em laboratório antes do tratamento profilático com expressivos ferimentos e a foto (B) após cinco dias do tratamento, apresentando cicatrização dos ferimentos.

Todos os indivíduos sobreviveram ao processo de variação de salinidade. Após o tratamento de profilaxia a sobrevivência em laboratório foi de 95,4 %, os 4,6 % de mortalidade foram atribuídos aos indivíduos que se encontravam com grandes escoriações (fig. 5) e ainda permaneciam vivos em laboratório, se tornavam foco de contaminação, nesse caso foram retirados do tanque e sacrificados, pois provavelmente morreria no tanque de cultivo. Os indicativos demonstraram que o tratamento com água em baixa salinidade foi indicado para a espécie.



Figura 5 - Exemplar que se encontrava vivo em laboratório com grande ferimento decorrente da captura.

Para o processo de captura, transporte, manejo em cativeiro, transferências e tratamento profilático foi elaborada uma tabela demonstrando as taxas de sobrevivência encontradas no estudo.

Tabela 01. Etapa de estudo, período de estocagem e taxas de sobrevivência.

Atividade	Data	Período estocagem	Número de Peixes		Sobrevivência por período	Sobrevivência acumulada
			Início	Final		
Captura/ Transporte	09/01/09		800	425	53,1 %	53,1 %
Manutenção em tanque-rede (Confinamento)		6 dias	425	195	45,9 %	24,3 %
Transferência para o Laboratório	15/01/09		195	175	89,7 %	21,8 %
Tratamento de profilaxia	16/01/09		175	175	100 %	21,8 %
Manutenção no Laboratório		21 dias	175	167	95,4 %	20,8 %

A sobrevivência atingida durante as fases de captura, transporte e transferência das sardinhas do ambiente natural até o tanque-rede foi de 53 %. A sobrevivência encontrada após seis dias de confinamento foi de 45,9%, reduzindo o número de exemplares estocados de 425 para 195 indivíduos. As sardinhas que sobreviveram após o período de confinamento demonstraram alta rusticidade à transferência para laboratório visto sua elevada taxa de sobrevivência de 89,7%. Nesse momento foi utilizado para a transferência anestésico (benzocaina 30 mg L⁻¹), sem troca de água, durante 32 min. O resultado de sobrevivência para esse manejo de transporte foi satisfatório, visto que ainda encontravam-se muitos indivíduos com escoriações. Os exemplares de sardinhas mantidos em laboratório apresentaram uma taxa de sobrevivência de 95,4 %, vale salientar que os 4,6 % de mortalidade foi contabilizado pelos peixes muito machucados que foram retirados do tanque evitando contaminação cruzada.

DISCUSSÃO

Captura e transporte

O transporte do local de captura até a área de estudo durou aproximadamente 5 horas até o momento da despesca no tanque-rede, em densidade de transporte de 0,4 peixe L⁻¹, alcançando uma sobrevivência de 53 %. Transportar peixes vivos é uma prática rotineira na piscicultura e deve ser planejada de modo que o desconforto proporcionado aos animais seja o menor possível (ADAMANTE, 2005).

A densidade de estocagem, o tempo de transporte são variáveis importantes que devem ser consideradas. Uma densidade elevada, somada a um tempo de transporte longo, podem resultar em estresse para os peixes, causando mortalidade e efeitos negativos no desempenho dos indivíduos (AMEND *et. al.*, 1982). Para cada caixa de transporte com volume de 1000 L, a densidade de transporte foi aproximadamente de 23 kg/m³. Foi adotado para o transporte a circulação de água aberta, com vazão de 60 L min⁻¹, tendo uma troca de água maior que 350 % hora⁻¹, provavelmente não foi a troca de água ou densidade de transporte que ocasionou a mortalidade observada de 47 %. Em truta Arco Iris para peixes entre L_T de 20 – 28 cm, são transportadas em densidade de 300 kg m⁻³, para transporte de 8 a 10 horas (BERKA, R. 1986). A densidade de 150 kg m⁻³ de água é a mais adequada para o transporte do tambaqui, *Colossoma macropomun* (GOMES, L. C. *et. al.* 2003).

A tolerância ao transporte está relacionada à resistência do peixe e habilidade de adaptar-se a mudanças e situações adversas, incluindo os procedimentos de captura, o carregamento das unidades de transporte, o transporte, o descarregamento e a estocagem dos peixes no tanque de destino (SILVEIRA, *et. al.* 2009). Os procedimentos e técnicas utilizadas durante a despesca são muito importantes para o sucesso do transporte de peixes (CARNEIRO, 2001). O método de captura dos reprodutores com rede de cerco ocasiona uma forte pressão e atrito dos exemplares sobre a rede, além do atrito entre indivíduos. As lesões observadas e a quantidade de escamas perdida nos peixes amostrados, esclarece a mortalidade encontrada ainda no transporte.

Uma alternativa para o transporte seria a utilização do sistema fechado com a utilização de anestésico e introdução de oxigênio. Segundo AMEND *et. al.*, (1982) o sistema fechado é amplamente utilizado na piscicultura comercial, mas pode apresentar problemas devido ao acúmulo de metabólitos como a amônia, por alterações do pH da água, pelo aumento da concentração de CO₂ ou pela depleção dos

níveis de O₂ dissolvido na água. Para o transporte da sardinha adotou-se o sistema aberto pelas características biológicas da espécie, com a necessidade altas taxas de oxigênio dissolvido na água. Para o dourado, *Coryphaena hippurus*, um grande pelágico de habito de natação ativo, semelhante às sardinhas, são necessárias taxas de oxigênio acima de 4 mg L⁻¹ (SZYPER, 1991).

O que também parece ter influenciado a mortalidade no transporte, além do processo de captura com a rede de cerco, foi à transferência dos peixes do ensacador da rede, que incluiu o uso do sarrico (puçá), expondo os peixes fora da água, ocasionando um maior atrito com a malha, levando a perda de escamas, a ocorrência de lesões e conseqüentemente, diminuindo a taxa de sobrevivência durante o transporte dos peixes. A coleta de exemplares deve ser realizada com balde ou um puçá revestido de lona, no qual os peixes permanecerão em meio líquido, prevenindo a ocorrência de escoriações, perda de escamas e favorecendo a sobrevivência de transporte e após estocados.

O procedimento de captura foi realizado pelos pescadores e no momento da transferência das sardinhas do ensacador da rede seria difícil a utilização de baldes já que a altura da borda da embarcação impossibilitava esse procedimento. No cultivo do olhete (*Seriola quinqueradiata*) no Japão, segundo NAKADA (2002) a utilização de um guincho na embarcação facilita o procedimento de transferência dos peixes, onde esses ainda podem ser transferidos imersos em água com cestos confeccionados com redes e cobertas com lonas, apresentam bons resultados, pois os peixes mantêm a alimentação imediatamente após transferência.

Manejo em tanque-rede

Um total de 425 exemplares de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) foi estocado em tanque-rede. Nos primeiros três dias apresentaram mortalidade, parando a partir do terceiro dia em confinamento. Na confinamento apresentou uma alta taxa de mortalidade de 54,1 %, possivelmente atrelado ao estresse de captura das sardinhas. Segundo WENDELAAR (1997), além da mortalidade imediata, a ocorrência de estresse agudo pode predispor os peixes às patologias pós-estocagem devido à imunodepressão causada e ocasionar altas taxas de mortalidade.

No primeiro dia foram estocados em 37 m³, 11,5 sardinhas m⁻³, nesse momento de estudo apresentavam em média 58,6 (g), a densidade era de 0,68 kg m⁻³. Densidade baixa quando comparadas ao cultivo

olhete (*Seriola sp.*), pois segundo NAKADA (2002) juvenis com média de 50 (g) são cultivados em densidade inicial de produção de $1,76 \text{ kg m}^{-3}$, muito próximo ao peso das sardinhas encontradas em estudo.

Em tanque-rede as sardinhas estavam aproveitando o plâncton selvagem. As sardinhas são planctófagas (ingerem o alimento pelo processo de filtração da água o fitoplâncton e o zooplâncton), diferentemente das espécies comercialmente cultivadas. SCHNEIDER & SCHWINGEL (1999), citaram que a sardinha-verdadeira pré-adulta e adulta apresenta flutuações sazonais em sua dieta, é considerada uma espécie onívora, pois no outono e na primavera sua presa predominante é o zooplâncton, representando 74,2% do volume alimentar e no inverno ocorre uma mudança, quando o fitoplâncton passa a representar 66% do volume dos itens alimentares.

Em confinamento os peixes demonstraram uma significativa ($p < 0,05$) redução no peso total (g), quando comparados aos capturados no ambiente natural, quando apresentavam uma média de W_T 58,6 g e após seis dias em tanque-rede reduziram para 50,6 (g). A captura e o transporte de peixes do ambiente natural para o de cativeiro ou entre criações constituem-se em sérios fatores de estresse (SMART, 1981; VAN WEERD & KOMEN, 1998) o que leva a interrupção da alimentação por alguns dias e perda de peso. Do mesmo modo, alterações do ambiente aquático, como a redução do oxigênio dissolvido, variações de pH, de temperatura, excesso de amônia ou poluentes também atuam como fatores de estresse para os animais (PICKERING & POTTINGER, 1987) e a conseqüente depressão dos mecanismos de defesa, tornando os peixes mais susceptíveis a doenças infecciosas (RANZANI-PAIVA, 1995; FEVOLDEN *et. al.*, 1992) e parasitárias (MACKINNON, 1993).

Transferência do tanque-rede para o laboratório

No presente trabalho foi utilizado para o transporte o sistema fechado, porém sem a injeção de oxigênio, mas com a utilização de anestésico diminuindo o metabolismo do animal e trocas parciais de água. O tempo de transporte foi aproximadamente de 58 min. e a taxa de oxigênio dissolvido (OD) não caiu de $3,5 \text{ mg L}^{-1}$.

A utilização do anestésico no transporte foi fundamental por diminuir o metabolismo das sardinhas, reduzindo sua natação e conseqüentemente choques mecânicos com a parede na caixa de transporte, além da diminuição de níveis fisiológicos de estresse. Os peixes anestesiados sofrem uma grande redução nas funções nervosas e

cardiorrespiratórias (SUMMEEFELT & SMITH, 1990). Segundo HARVEY & CAROLSFELD (1993), no manejo e transporte de peixes, a anestesia leve é fundamental para evitar o estresse no peixe. A dose utilizada no presente trabalho de 30 mg L⁻¹ (benzocaina) para o transporte, foi acima do citado por KUBTIZA (1997) de 10 mg L⁻¹ (benzocaina) e de 21 mg L⁻¹ no transporte de reprodutores de bagres (HODSON, 1991). O tempo de exposição ao anestésico de aproximadamente 32 min. pode ter favorecido a morte de 11,3 % dos indivíduos no procedimento de transporte.

A densidade de transporte foi de 2 peixes L⁻¹ para a sardinha verdadeira com exemplares em média de L_T 19,4 ± 1,6 (cm) e W_T 50,5 ± 7,8 (g), sendo uma densidade baixa quando comparada a outras espécies. Como exemplo, juvenis de milkfish, *Chanos Chanos*, entre 10 e 15 cm L_T, são transportados em densidade entre 10 a 20 peixes L⁻¹ (LIAO, 1991).

Manejo em laboratório

Em laboratório inicialmente a alimentação das sardinhas foi baseada em dados referentes a trabalhos com outras espécies marinhas, entretanto não foi visível a saciedade aparente dos exemplares em cativeiro com a oferta de ração NRD 5/8 da INVE em taxa de oferta de 4% biomassa dia⁻¹. Comparando a *Sardinella brasiliensis* com espécies marinhas cultivadas, e avaliando o percentual de oferta diário de ração, percebe-se que o valor está dentro das quantidades normalmente utilizadas. Juvenis de seabass (*Lates calcarifer*) com W_T 45 (g) são alimentados com 3,5 % da biomassa dia⁻¹ (BOONYARATPALIN, 1997), bem como a taxa de alimentação descrita por CHAU & TENG (1982), descrita para garoupa (*Epinephelus salmoides*) que é de 5 % da biomassa dia⁻¹. Vale salientar que a ração que estava sendo utilizada no cultivo da sardinha apresentava 55 % de proteína bruta, mas uma quantidade expressiva de ração não era consumida por decantar no tanque, não foi calculada a quantidade desperdiçada.

A quantidade diária necessária de ração ofertada para ser observada a saciedade aparente foi em média de 790 g dia⁻¹, cerca de 8,3 % do total da biomassa do lote de sardinhas dia⁻¹. No término do experimento as sardinhas apresentavam uma quantidade expressiva de gordura visceral. A ração ofertada a NRD da INVE é utilizada para juvenis de peixes carnívoros, provavelmente o balanço energético dessa ração não esta de acordo com as necessidades nutricionais da sardinha.

Tratamento de profilaxia

Lesões (ferimentos) eram observadas em algumas sardinhas estocadas em laboratório. Segundo KINKELIN, *et. al.* (1991), o estado de enfermidade se traduz nos peixes pela aparição de anomalias do comportamento (sintomas) e/ou da integridade corpórea (lesões). Adotou-se o tratamento de profilaxia para garantir a sanidade do lote de sardinha. STOSKOPF (1993) recomenda, para tratamentos sanitários um banho de água doce por 5 minutos em peixes marinhos ou um tratamento com formalina por 30 minutos. Também descreve a importância da confinamento em peixes recém-adquiridos.

Segundo SANCHES *et.al.* (2007) que realizou testes com alevinos de peixe marinho, o pampo (*Trachinotus carolinus*), foram testados três tratamentos profiláticos em forma de banhos: T1 (água doce por 5 minutos); T2 (formalina: 1:1.000 por 20 minutos) e T3 (formalina: 1:4.000 por 30 minutos) e foi observado que nas condições testadas todos os tratamentos foram eficientes na eliminação dos monogenoídeos sem apresentar letalidade aos peixes. O mesmo autor citado acima, recomendou o tratamento T1 (banho em água doce por 5 minutos) pela praticidade na aplicação e pela ausência de utilização de produtos químicos.

No presente trabalho após o tratamento profilático, que consistiu em manter os indivíduos em água próximo a salinidade de 0 mg L^{-1} por 30 min., foi observado 100 % de sobrevivência ao tratamento e alcançado a reabilitação e sanidade do lote de sardinha em laboratório. Os peixes com ferimentos profundos foram sacrificados, pois segundo LUQUE (2004), quando os peixes encontram-se intensamente parasitados ou com lesões profundas, dificilmente recuperam sua normalidade com tratamento profilático.

As sardinhas após o tratamento apresentaram visivelmente grandes áreas de cicatrização e mantiveram-se saudáveis em cativeiro. O estresse é um dos fatores mais importantes no desencadeamento do processo saúde-doença em peixes (MARTTY, 1986). É essa condição a responsável direta pela queda da imunidade dos peixes, contribuindo para uma menor resistência orgânica contra agressões. Várias doenças dependem da instalação do quadro de estresse e só assumem importância sanitária quando este estiver presente. Retirando-se a causa estressante, o peixe restabelece o seu potencial imunológico e atenua (ou mesmo debela) a patologia de que padece (KINKELIN, *et. al.*, 1991). Após o manejo profilático a sobrevivência no laboratório foi de 95,4 %, garantindo a manutenção do potencial imunológico das sardinhas, não apresentando nenhum tipo de enfermidade no cultivo “in door”.

CONCLUSÃO

Mesmo com a facilidade de perda de escama e diminuição de peso total dos indivíduos em confinamento, as sardinhas apresentaram respostas positivas ao processo de captura e transporte. A utilização de estruturas não abrasivas na coleta e a adição de anestésico para o processo de transferência aumentarão as taxas de sobrevivência. Em laboratório as sardinhas apresentaram grande rusticidade ao manejo e adaptação ao confinamento, retomando o peso inicial de quando capturadas e apresentaram-se saudáveis após o tratamento profilático

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADAMANTE, W. B. 2005. Estresse de alevinos de dourado e mandi sob diferentes densidades e tempos de transporte. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Santa Catarina. 30 pp.

ALEXANDRINO, A.C. Empreendimentos piscícolas e o médico veterinário. *Revista de Educação Continuada*, Ed. CRMVSP, v. 2, n. 2, p. 43-65, 1999.

AMEND, N. F.; CROV, T. R.; GOVEN, B. A.; JOHNSON, K. A. & McCARTHY, D. H. 1982. Transportation of fish in closed systems: methods to control ammonia, carbon dioxide, pH and bacterial growth. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 11, p. 603-611.

ANDRADE, H.A. Taxa de captura para o bonito-listrado (*katsuwonus pelamis*) do sudoeste do oceano atlântico sul *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 34(3): 391 - 402, 2008

ANDRADE, D. R.; YASUI, G.S.; O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no brasil. *Rev. Bras. Reprod. Animal*, v.27, n.2, p.166-172, Abr/Jun, 2003

BERKA, R. 1986. The transport of live fish. A review. *EIFAC Technical Paper 48*, 52 pp.

BOONYARATPALIN, M., Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture*. V.151, pp- 283-313. 1997

BRUGGER, A. Piscicultura Marinha. *Panorama da Aqüicultura*, v. 5, n. 28, p. 6-11, 1995.

CARNEIRO, P.C.F. **Estresse provocado pelo transporte e respostas fisiológicas do matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae).** Jaboticabal, UNESP, 2001, 136 p. (tese, Doutorado)

CARNEIRO, P.C.R.; URBINATI E. C.; MARTINS M.L. Transport with different benzocaine concentrations and its consequences on hematological parameters and gill parasite population of matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Sci., Maringá*, v. 24, p. 555-560, 2002.

CAVALIN F. G. Um sistema de maturação de bijupirá (*Rachycentron canadum*). *Panorama da Aqüicultura*. v. 15, n. 91, pp 38 – 44, 2005.

CHAU, T. E., AND TENG, S. K., Effects of food rations on growth, condition factor, food conversion efficiency and net yield of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* (Maxwell), cultured in floating net cages. *Aquaculture*, v.27, pp. 273-283. 1982

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

FEVOLDEN, S.E.; REFSTIE T.; ROED, K.H. Disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) selected for stress response. *Aquaculture*, 104:19-29, 1992.

FIGUEIREDO, J.L.de & MENEZES, N.A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1).** Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, 110 p.

FREON, P. & MENDOZA, J. **La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el oriente venezolano.** IRD Éditions. París, Francia. 2003. 549 p.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, fev. 2003

HARVEY, B; J. CAROLSFELD 1993. **Induced breeding in tropical fish culture.** IDRC, Ottawa. 41 p.

HODSON, R. G. **Hybrid Striped Bass culture in ponds**. In: Handbook of mariculture. Ed. James P. McVey, 1991. Mariculture. Vol II, pp 167-191.

IBAMA, 2006. **Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Steindachener, 1879) no Brasil**. Brasília/DF. 90 p.

IVERSEN, M. *et al.* Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. *Aquaculture*, v. 168, p. 387-394, 1998.

JENSEN, G. *Transportation of warmwater fish*. Equipment and Guidelines. SRAC Publication , n. 390, 1990.

KINKELIN, P., MICHEL, C., GHITTINO, P. **Tratado de las enfermedades de los peces**. Zaragoza: Acribia, 1991. 353p.

KUBITZA, F. Transporte de peixes vivos. Parte 1. *Panorama da Aquicultura*, v.7, p.20-26,1997)

LIAO I. CHIU, **Milkfish culture in the Taiwan.. In: Handbook of mariculture**. Ed. James P. McVey, 1991. Mariculture. Vol II, pp 91 - 115.

LUQUE, J.L.; CEZAR, A.D. Metazoários ectoparasitos do Pampogalhudo, *Trachinotus goodei* JORDAN & EVERMANN, 1896 (Osteichthyes: Carangidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Cientiarum Biological Sciences*, v. 26, n. 1, p. 19-24, 2004.

MACKINNON, B.M. Host response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to infection by sea lice (*Caligus elongatus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50:789-792, 1993.

MAKOTO NAKADA. Yellowtail Culture Development and Solutions for the Future. *Reviews in Fisheries Science*, 10(3&4): 559-575 (2002)

MARTTY, H. **Los peces y sus enfermedades**. Buenos Aires: Albatros, 1986. 2v.

MELO, J.S.C.; CECCARELLI, P.S. Transporte de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) vivo com utilização de gelo. *B. Téc. CEPTA*, Pirassununga, v. 9, p. 47-52, 1996.

PICKERING, A.D.; Pottinger, T.G. Poor water quality suppresses the cortisol response of salmonid fish to handling and confinement. *J. Fish Biol.*, 30:363-374, 1987.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. 1995 Células do sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos de tainha *Mugil platanus* Gunther, 1880 (Osteichthyes: Mugilidae) da região estuarino-lagunar de Cananéia - SP (Lat.25° 00'S - Long. 47o55'W). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 22: 23-40.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; SACCARDO, S. A.; CERGOLE, M.C. Are fluctuations in Brazilian Sardine catches related to global-scale climatic changes? *An. Acad. Bras. Ci.*, n. 68, V. 1, p. 239-250, 1996.

SANCHES. E.G.; OSTINI S.; RODRIGUES S.V.C.. Ocorrência e tratamento de monogenoides em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*) cultivados experimentalmente na região norte do estado de são paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 16, 1, 1-4 (2007)

SCHNEIDER, F. & SCHWINGEL, P.R. **Estudo preliminar da ecologia trófica da *Sardinella brasiliensis* na costa Sudeste do Brasil.** Notas Téc. FACIMAR, 1999. n. 3, p. 67-72.

SILVEIRA. U .S., LOGATO, P. V. R., PONTES. E .C. Fatores Estressantes. *Revista Eletronica Nutritime*, v. 6, nº 4, p. 1001 – 1017 Julho / Agosto, 2009.

SMART, G.R. Aspects of water quality producing stress in intensive fish culture. In: Pickering, A.D. (ed.). *Stress and Fish*. London: Academic Press, 1981. p. 277-293.

STAURNES, M. *et al.* Physiological effects of simulated high-density transport of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 119, p. 381-391, 1994.

STOSKOPF, M.K. Fish Medicine. In: STOSKOPF, M.K. (Ed.). **Clinical pathology.** Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1993. cap. 9, p. 113-131.

SUMMERFELT, R.C., SMITH, L.S., 1990. Anaesthesia and surgery and related techniques. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds.), *Methods*

for Fish Biology. *American Fisheries Society*, Bethesda, MD, pp. 213–272.

SZYPER, J. P. 1991. **Culture of Mahimahi: review of life stages**. In: Handbook of mariculture. Ed. James P. McVey, 1991. Mariculture. Vol II, pp 228-240.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P. *et al.* (Ed.). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: **TecArt; Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2004. pp. 171-194.

VALENTINI, H. & CARDOSO, R de D.. Análise da pesca da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na costa sudeste-sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, n.13, v. 1, p 45-54, 1991

VAN WEERD, J.H.; KOMEN, J. The effects of chronic stress on growth in fish: a critical appraisal. *Comp. Biochem. Physiol.*, 120A:107-112, 1998.

WENDELAAR BONGA, S. E. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, Baltimore, v. 87, p. 591-625.

WOODY, C.A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trails. *Journal of Fish Biology*, v. 60, n.2, 2001. p. 340-347.

CAPITULO 2

Maturação das fêmeas de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) em cativeiro, no sul do Brasil.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo de maturação gonadal em cativeiro da *Sardinella brasiliensis*. Foram capturados exemplares adultos no ambiente natural estocados inicialmente em tanque-rede e em seguida levados para laboratório. Quando capturadas no ambiente natural as sardinhas apresentavam vários estágios reprodutivos, predominando gônadas com características de pós desova com zonas hemorrágicas. Em tanque-rede receberam o suplemento de ração comercial NRD 5/8 (INVE) três vezes na semana, 4% biomassa dia⁻¹. No primeiro momento em confinamento apresentaram 53,8 % dos indivíduos em repouso. Em laboratório as sardinhas ficaram estocadas em tanque de 5000 L, com fluxo contínuo de água 520 L h⁻¹, uma renovação de água de 250 % dia⁻¹, alimentados diariamente com a mesma ração com 4 % da biomassa. Quando mantidas por 21 dias iniciaram o processo de maturação e vitelogênese dos ovócitos. Quando transferidas pela segunda vez para o tanque-rede e permanecendo por 29 dias demonstraram grande adaptação ao confinamento, com aproveitamento do alimento natural, e a temperatura média da água de 26,7 °C apresentaram a maior relação gonadossômática do estudo, 5,5 ± 1, com aumento e diferença significativo (p<0,05) quando comparando com o período anterior de estudo no laboratório, RGS 1,4 ± 1,2. Após a transferência e pela segunda vez estocada em laboratório, nos primeiros 10 dias foi avaliada a regressão gonadal e os resultados demonstraram que existiu uma redução no peso gonadal de 3,89 ± 0,71 para 2,87 ± 1,40 (g). Os resultados após 40 dias confinadas em laboratório foram positivos, o tamanho do ovócito diferenciou significativamente (p<0,05), entre todos os momentos de estudo, tendo o maior percentual de 74 % (Ø) entre 450 - 600 µm, confirmando o processo de maturação em cativeiro, tendo também maiores percentuais de indivíduos em estágio maduro inicial (Ci) 75 % dos indivíduos. Após o processo de captura e duas transferências (estresse de transporte), as gônadas não mais regrediram a maturação dos ovócitos, e atingiram a vitelogênese completa em cativeiro sendo uma espécie potencial para aquíicultura.

Palavra chave: Sardinha-verdadeira, Cativeiro, Reprodução, Maturação.

Maturation in captivity of the sardine (Sardinella brasiliensis) in southern Brazil.

ABSTRACT

The present study evaluated the process of maturation in captivity of *Sardinella brasiliensis*. Adult specimens were captured in natural environment initially stocked in netpen tank and then transferred to the laboratory. The wild sardines showed various reproductive stages, mainly with gonads after spawning with hemorrhagic zones. Netpen tank sardines were fed with a commercial feed supplement NRD 5 / 8 (INVE) three times a week, 4% biomass day⁻¹. The first time in quarantine showed 53.8% of sardines in resting stage. In laboratory, sardines were stocked in 5000 L tank with continuous flow of water 520 L h⁻¹, water renewal of 250% day⁻¹. When maintained for 21 days, begun the process of maturation and vitellogenesis of oocytes. When transferred a second time to the netpen tank and staying for 29 days showed great adaptability to confinement, with use of natural food, and average water temperature of 26.7 ° C showed the highest gonadosomatic relationship study, 5.5 ± 1 with an increase and a significant difference ($p < 0.05$) when compared with the previous period of study in the laboratory, RGS 1.4 ± 1.2 . After the transfer and the second time stored in the laboratory during the first 10 days was assessed gonadal regression and the results showed that there was a decrease in gonadal weight and 3.89 ± 0.71 to 2.87 ± 1.40 (g) . The results after 40 days confined in the laboratory were positive and differed significantly ($p < 0.05$) the oocyte size differed among all the moments of study, having the highest percentage of 74% (Ø) between 450-600 µm confirming the process of maturation in captivity and also higher percentages of mature individuals in the initial mature stage (Ci) 75% of individuals. After the capture process and two shipments (transport stress), no more regressed gonads maturation of oocytes, reached complete vitellogenesis, placing themselves as potential species for aquaculture.

Keywords: Brazilian sardine, Captivity, Reproduction, Maturation.

INTRODUÇÃO

A sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é um pequeno pelágico da família clupeidae. A longevidade é de pouco mais de três anos de idade (CERGOLE & VALENTINI, 1994). O período

reprodutivo esta entre a primavera e verão (MATSUURA, 1998). Segundo o ISAAC- NAHUM, *et. al.* (1999) analisando os estágios de maturação e os folículos pós ovulatório nas gônadas da *Sardinella brasiliensis*, determinou que a espécie apresenta uma desova parcelada, com maior intensidade sobre os meses de dezembro e janeiro, quando se observa frequência máxima de indivíduos desovando. Os estudos de idade e crescimento da sardinha-verdadeira (SACCARDO *et. al.*, 1988; CERGOLE, 1995; CERGOLE *et. al.*, 2002), demonstram que a espécie apresenta ciclo de vida curto e crescimento rápido.

O método para captura do atum bonito listado (*Katsuwonus pelamis*) é o de vara e isca-viva e como principal espécie de isca utiliza a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) (SANTOS e RODRIGUES-RIBEIRO, 2000). O sucesso dessa pescaria depende da relação positiva entre a captura de isca-viva e a de atum, sendo que a atividade encontra-se ameaçada, não pela limitação do estoque da espécie-alvo, mas sim pela disponibilidade de isca. Atualmente, a demanda de sardinha, como isca-viva por esta modalidade é cerca de 800 ton. ano⁻¹ (SANTOS, 2005). O presente trabalho é pioneiro na busca de técnicas adequadas da piscicultura marinha, como alternativa para produção da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), visando suprir a necessidade dos atuneiros e colaborar para uma melhor gestão do recurso.

As capturas de bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*) anuais superam dois milhões de toneladas (FAO, 2007). Cerca de 20 % (≈25.000 toneladas) de toda a captura anual de bonito no Atlântico provêm das pescarias realizadas nas costas sudeste e sul do Brasil, onde a espécie é o recurso pesqueiro mais capturado entre os atuns (ICCAT, 2006).

Um dos principais aspectos para a intensificação da produção na piscicultura, acompanhada da sustentabilidade tanto econômica quanto ambiental, é a utilização de técnicas de propagação artificial (ANDRADE, *et. al.* 2003). É fundamental avaliar o desenvolvimento gonadal da espécie exposta ao manejo reprodutivo em cativeiro. A estratégia reprodutiva é o padrão geral adotado por uma espécie, em razão da alta diversidade e da ocupação dos mais variados tipos de ambientes, os peixes desenvolveram imensa variedade de estratégias reprodutivas (WALLACE & SELMAN, 1981; VAZZOLER, 1996; COWARD *et. al.*, 2002).

No cultivo em laboratório a reprodução artificial pode ser controlada e ser produzido peixes fora da época de desova

constantemente (BROMAGE & ROBERTS, 1995). A manipulação de diversos parâmetros ambientais, como temperatura, fotoperíodo, salinidade, volume do tanque e profundidade, podem muitas vezes melhorar a confiabilidade da desova em cativeiro (ZOHAR, 1989; YARON, 1995). A fisiologia no processo maturação e desova parecem intimamente ligadas com fisiologia do estresse. Variáveis ambientais e a nutrição são importantes por afetar a qualidade dos gametas e o período de reprodução. A resposta fisiológica ao estresse também é muito polimórfica, dentro e entre espécies. A imuno-capacidade pode ser influenciada por estresse e reduzir o desempenho reprodutivo dos reprodutores (CARL *et. al.*, 2001).

Os reprodutores cultivados com alimentação natural abundante ou com dieta artificial rica em proteínas fornecem resultados satisfatórios, proporcionando a formação adequada dos gametas (HARVEY & CAROLSFIRELD, 1993; WOYNAROVICH & HORVÁTH, 1983). Segundo IZQUIERDO *et. al* (2000), a composição lipídica e de ácidos graxos na dieta reprodutores foram identificados como importantes fatores que determinam o sucesso da reprodução e sobrevivência da prole. A sardinha-verdadeira é um pequeno pelágico filtrador, onívoro e planctófago (SCHNEIDER & SCHWINGEL, 1999), diferente dos peixes comercialmente cultivados.

O objetivo do trabalho é de analisar a maturação reprodutiva da sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, em tanque-rede e laboratório, visando à produção de isca viva em laboratório, possibilitando o aumento de captura do atum na região sul e sudeste, além de ajudar indiretamente o processo de políticas públicas para manutenção do estoque natural.

MATERIAL E MÉTODOS

Estocagem

Para o presente trabalho foram coletados reprodutores do ambiente natural em São Francisco do Sul, SC (26° 12' 01"S e 48° 31' 04"W), transportados até a área de estudo no parque aquícola da Penha – SC (26° 46' 19"S e 48° 36' 12"W). Os peixes foram estocados em tanque-rede marinho, em rede de 4 m de diâmetro, 3 m de profundidade, com volume total de 37 m³ e a malha de 12 mm, confeccionada com fio de multifilamento.

O lote de reprodutores capturados foi mantido em confinamento em tanque-rede e estocado posteriormente em laboratório, a fim de

avaliar a maturação da espécie nos ambientes distintos. O laboratório localizava-se no Centro de Ciências do Mar (CEMar), Praia da Armação Penha - SC (Universidade do Vale de Itajaí - UNIVALI). Em laboratório os peixes foram estocados em tanque circular com diâmetro de 2,60 m e altura de 1,20 m, com volume útil de 5000 L, confeccionados em lona plástica com paredes de cor preta e fundo cinza, sifonados 3 x semana⁻¹. O fotoperíodo em laboratório foi controlado simulando o amanhecer e entardecer, sendo de 15 + 1 h Luz / 8 h Escuro. O sistema de troca de água foi contínuo, vazão de 520 L h⁻¹, com uma taxa de renovação de 250 % dia⁻¹.

Alimentação

Foi utilizada a ração NRD 5/8 (600 – 800 µm) da INVE para peixes marinhos na fase de desmame, com alto percentual de ácidos graxos poliinsaturados (HUFA), com balanço de aminoácidos e altas taxas de DHA/EPA, com uma formulação contendo 55 % de proteína bruta, 9 % lipídeos, 13 % cinzas, 8 % umidade, 1,9% fibra, total de energia bruta 4551 Kcal Kg⁻¹ e energia metabolizável de 4160 Kcal Kg⁻¹.

Adotou-se o tamanho da ração NRD 5/8 (600 – 800 µm), já que, a espécie alimenta-se no ambiente natural de plâncton. Em tanque-rede a ração foi ofertada a 4 % biomassa dia⁻¹, três vezes na semana. Em laboratório manteve-se o mesmo percentual de alimentação, ofertados diariamente e dividida em três horários dia⁻¹.

Coleta de dados ambientais

Em tanque-rede foi coletado a cada dois dias a temperatura e salinidade da água. Em laboratório coletou-se diariamente os parâmetros ambientais: temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido com sonda multianalisadora (HANNA) e a amônia foi mensurada com kit colorimétrico (ALFAKIT- método azul de indofenol) em mg L⁻¹.

Coleta de dados biológicos

Durante os processos de captura e transferências dos indivíduos entre os ambientes de confinamento, foram realizadas as biometrias e mensurados: comprimento total (L_T), peso total (W_T), peso das gônadas (W_O). Foi determinada a relação gonadossomática (RGS) = $(W_O / W_T) \times 100$. Os exemplares tiveram suas gônadas classificadas macroscopicamente e fixadas em solução de Davidson (20 % formol, 30 % álcool absoluto, 40 % água do mar e 10 % glicerina) para posteriores análises microscópicas e da medição dos diâmetros de ovócitos, a fim de

determinar o desenvolvimento ovocitário e estágio de maturação da sardinha-verdadeira em cativeiro.

Um total de 260 sardinhas foi submetido à biometria e análises macroscópicas das gônadas para análises reprodutivas. Sendo que dessas foram analisadas no ambiente natural 100 gônadas no dia de captura e 50 indivíduos coletados durante o período de estudo no ambiente natural para comparação do estágio reprodutivo das sardinhas em tanque-rede. A tabela 4 mostra a quantidade de indivíduos amostrados em cada momento da pesquisa.

Tabela 01 - Data, local e número de indivíduos amostrados.

Data/2009	Local – Amostra	Nº de indivíduos
09 Jan.	Captura (São Francisco do Sul – SC)	100
15 Jan.	Quarentena Tanque-rede	20
05 Fev.	1ª Estadia no Laboratório	20
16 Fev.	Coleta controle (Florianópolis – SC)	50
06 Mar.	2ª Estadia Tanque-rede	30
16 Mar.	2ª Estadia Laboratório A	20
16 Abril	2ª Estadia Laboratório B	20

Análise macroscópica

A definição dos estágios de desenvolvimento gonadal foi realizada de acordo com a escala elaborada por ISAAC- NAHUM *et. al.* (1983) e é dividida em sete estágios de maturação como mostra a tabela abaixo.

Tabela 2- Estágios de classificação macroscópica das gônadas definida para a *Sardinella brasiliensis* com as características morfológicas das gônadas.

ESTÁGIOS		DEFINIÇÃO	OCUPAÇÃO GÔNADA CAVIDADE ABDOMINAL / COLOROÇÃO / OVÓCITOS / VASCULARIZAÇÃO
Estágio A		Imaturo ou virgem	Gônada filamentos (<)1/3 cavidade abdominal (Cav. Abd.) / Translúcidos / Sem vascularização / Sem ovócitos
Estágio B	Inicial (Bi)	Em maturação inicial	1/3 - Cav. Abd. / Amarelo clara / Ovócitos opacos visíveis a olho nu e pouca concentrado / Vascularizados
	Final (Bf)	Em maturação Avançada	1/2 – 2/3 da Cav. Abd./ Francamente amarela / Maior concentração ovócitos opacos / Mais vascularizadas
Estágio C	Inicial (Ci)	Maduro inicial	2/3 – 3/4 da Cav. Abd./ Ovócitos grandes e opacos / Vascularização pouco intensa
	Final (Cf)	Maduro desovando	Ocupa totalmente a Cav. Abd. / Ovócitos grandes e translúcidos / Sem vascularização visível
Estágio D		Esvaziado em Recuperação	1/3 – 1/2 da Cav. Abd., Flácidos / Marcantemente cor avermelhada / poucos ovócitos / Vascularização intensa
Estágio R		Repouso	1/3 Cav. Abd./ Amarelo claro ou esbranquiçados, translúcidos ou ligeiramente turvos / sem ovócitos e pouca vascularização

Análise microscópica

A análise histológica das gônadas foi realizada no Núcleo de Estudos em Patologia Aquícola (NEPAq) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). As gônadas passaram pelo processo de desidratação, incluídas em parafina e posteriormente realizados em micrótomo cortes histológicos de 5 µm. As lâminas foram coloridas com hematoxilina e eosina. As fotos foram realizadas em microscópio ótico com aumento de 40x, 100x e 1000x. A análise microscópica utilizou a escala de classificação dos ovócitos de acordo com Vazzoler (1996), como mostra a tabela 02.

Tabela 3 – Resumo das características microscópicas do desenvolvimento ovocitário (Vazzoler, 1996).

Fase I	Células germinativas jovens	Ovogônia ou ovócito tamanho reduzido, agrupados em “ninho”, citoplasma escasso, núcleo arredondado intensamente basófilo
Fase II	Ovócito estoque de reserva	Separam-se e aumenta gradual o volume citoplasma bem definido, 1 ou 2 nucléolos, tornam-se numerosos e periféricos
Fase III	Vitelogênese lipídica	Acelerado crescimento citoplasmático, deposição de lipídeos próximos a membrana nuclear, depois em toda membrana celular
Fase IV	Vitelogênese lipídica e protéica	Deposição de proteína a partir da periferia do citoplasma empurrando os vacúolos para o centro. Contorno do núcleo irregular. Membrana vitelínica mais espessa
Fase V	Vitelogênese completa (maduro)	Aumento rápido do tamanho pelo maior número de grânulos de vitelo. A basofilia desaparece quase totalmente, membrana vitelina pode ficar mais espessa, célula foliculares achatam-se no final dessa fase
Fase VI	Hialinização	Mostram-se modificados com contorno citoplasmático irregular e hidratados – (desova)

Metodologia medidas diâmetro de ovócitos

Para avaliar o processo de maturação ovocitário o material biológico foi fixado em solução de Davidson e posteriormente mensurado o diâmetro (\emptyset) do ovócito, onde em cada período de estudo foram selecionadas três gônadas e contados 100 ovócitos por amostra (KELLEY & LEE, 1991), determinado o diâmetro em lupa ocular com aumento de (40 x). Foram selecionadas amostras com peso gonadal próximo da média, acima e abaixo, sendo feito a leitura no total de 300 ovócitos para cada período. Foram divididas as medidas de diâmetro de ovócitos segundo o trabalho realizado com a *Sardinella brasiliensis* por ISAAC-NAHUM *et. al.* (1983).

RESULTADOS

O cruzeiro de pesquisa foi do dia 07 a 09 de Janeiro, com o Navio de pesquisa Soloncy Moura do CEPESUL/IBAMA e com o auxílio de uma embarcação da frota de traineira foi realizada a coleta de indivíduos

adultos de sardinha-verdadeira. O lote de sardinha capturado apresentava $L_T 19,4 \pm 1,6$ (cm) e $W_T 58,6 \pm 10,9$ (g). No final do experimento foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$), teste tukey com aumentando para $L_T 21,1 \pm 1$ (cm) e $W_T 106,3 \pm 12,5$ (g).

Tabela 4 – Data, local de estudo, período de estocagem, densidade de estocagem, temperatura média da água e tipo de alimentação.

Data: Inicial / Final (2009)	Local	Período de estocagem (dias)	Densidade de peixes por m³	Temp. média água (°C)	Alimentação
09/01 à 15/01	Tanque – rede (QTr)	6	8	26,3	Alimento natural + Ração
15/01 à 06/02	Laboratório (L1)	21	35	26,3	Ração
06/02 à 06/03	Tanque – rede (Tr)	29	4,2	26,7	Alimento natural + Ração
06/03 à 16/03	Laboratório (L2a)	10	25	25,7	Ração
16/03 à 16/04	Laboratório (L2b)	30	20	25,2	Ração

Análise das gônadas no ambiente natural e dos indivíduos mantidos em cativeiro

Entre os indivíduos classificados macroscopicamente, o percentual de machos e fêmeas segue indicado no gráfico a seguir. Em todas as amostras existiu maior número de fêmeas em relação ao de machos.

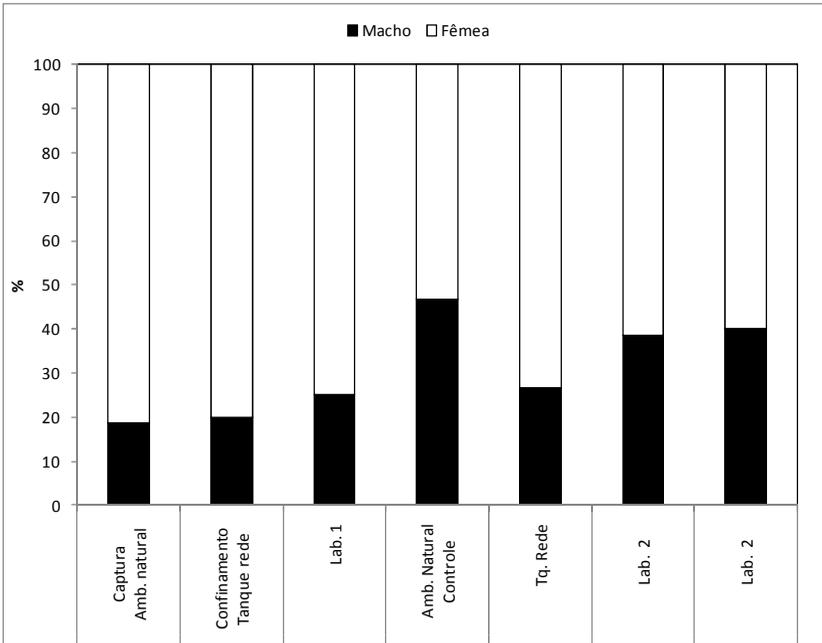


Figura 1 – Proporção relativa de machos e fêmeas de sardinha-verdadeira nos momentos de amostragens.

Os exemplares de sardinha-verdadeira amostrados no momento da captura e durante todas as etapas do estudo tiveram suas gônadas coletadas e classificadas. A figura 2 apresenta a relação de ocupação da gônada na cavidade abdominal. Já o gráfico abaixo apresenta os valores do peso médio da gônada (g) e a classificação macroscópica para os momentos de estudo.

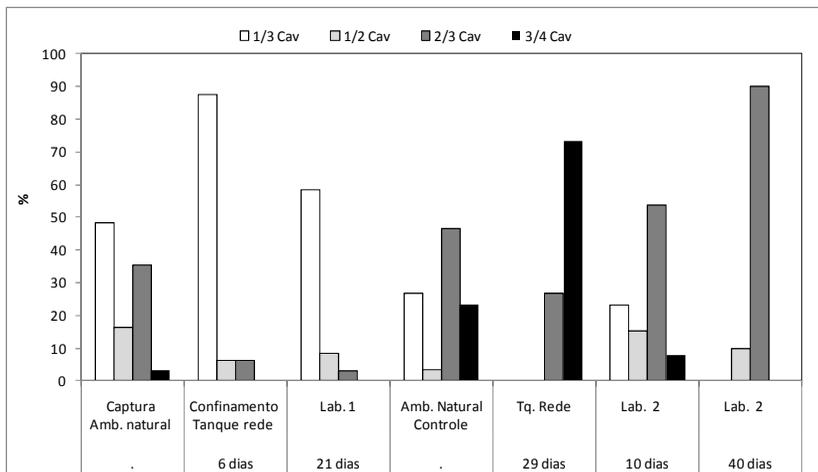


Figura 2 - Percentual de gônadas ocupando 1/3, 1/2, 2/3 e 4/3 da cavidade abdominal no ambiente natural e após os períodos (dias) de estocagem em tanque-rede e laboratório.

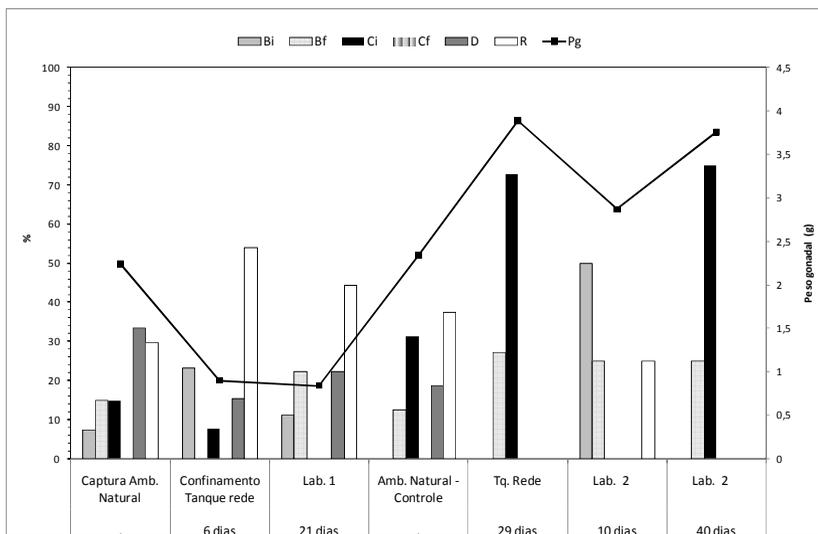


Figura 3 - Acompanhamento dos estágios de maturação (Bi= em maturação inicial, Bf= em maturação final, Ci= maduro inicial, Cf= maduro desovando, R= repouso, D= esvaziado em recuperação) e peso médio das gônadas no ambiente natural e os períodos (dias) estocados em tanque-rede e laboratório.

A maturação dos indivíduos mantidos em cativeiro poderia ter sido em função apenas do período do ano ou temperatura da água, porém avaliando os últimos momentos dos indivíduos mantidos em condições de laboratório, pode-se observar que mesmo com uma pequena queda de temperatura os exemplares se mantiveram em processo de maturação como mostra o gráfico a seguir, as sardinhas em confinamento alcançaram estágios de maturação passíveis a indução hormonal. O manejo inicial junto com o processo de estresse de mudança de ambiente e ao processo de captura influenciaram negativamente a maturação gonadal, depois de adaptadas ao confinamento manejo mostrou-se eficiente.

Relação gonadossomática (RGS)

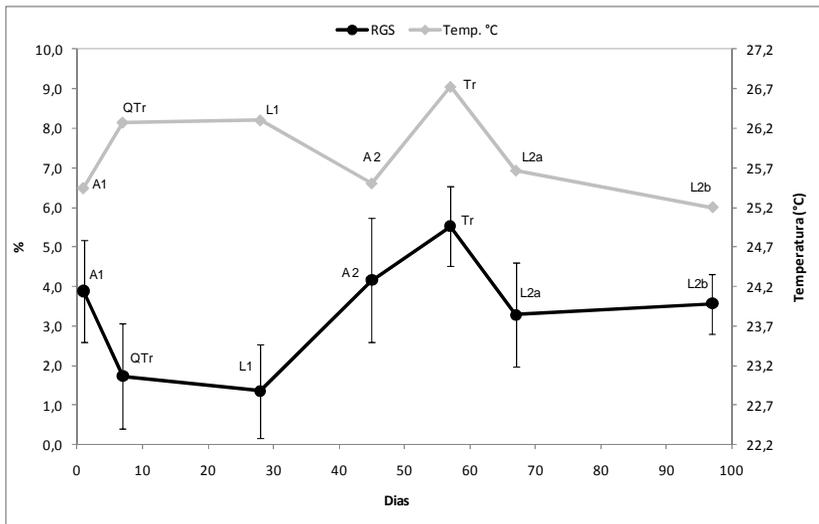


Figura 4 - Relação Gonadossomática (RGS) e temperatura média da água para cada período de estudo, sendo: A1 = Captura reprodutores ambiente natural, QTr= Confinamento tanque-rede, L1 = Maturação em laboratório, A2 = Coleta controle - Ambiente natural, Tr = Maturação Tanque-rede, L2a = segundo período maturação em laboratório (10 dias de estocagem), L2b = segundo período maturação em laboratório (40 dias de estocagem).

Em 09 de janeiro quando capturadas no ambiente natural (A1), as sardinhas apresentavam em média a relação gonadossomática de $3,9 \pm 1,3$. Após seis dias em tanque-rede (QTr), as sardinhas encontravam-se

no ambiente marinho passando pelo processo de aclimação (confinamento), apresentou uma diminuição do RGS para $1,7 \pm 1,3$. Dentro do laboratório pela primeira vez (L1), as sardinhas apresentaram a menor relação gonadossomática do experimento atingindo $1,4 \pm 1,2$. No dia 16 de fevereiro de 2009 quando coletados indivíduos no ambiente natural (A2), o RGS foi de $4,2 \pm 1,6$, não apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparado ao dia de captura dos reprodutores no ambiente natural (A1).

Quando as sardinhas do experimento encontravam-se confinadas em tanque-rede por 29 dias (QTr), apresentaram o maior RGS encontrado durante o período do experimento de $5,51 \pm 1$. O valor do RGS a partir do terceiro estresse de captura e transporte acompanhou a variação de temperatura durante a segunda estadia em tanque-rede (QTr) e após 10 dias em laboratório (L2a). Após 40 dias de confinamento em laboratório (L2b), mesmo com uma pequena queda de temperatura de $25,7$ para $25,2$ °C observou-se um pequeno aumento de RGS de $3,3 \pm 1,3$ para $3,6 \pm 0,8$, sem diferença significativa ($p < 0,05$), teste tukey.

Tabela 5 – Resumo dos percentuais de ocupação da cavidade celomática, classificação macroscópica, RGS, características visuais e morfológicas das gônadas.

	Ocupação da Gônada na Cavidade Abdominal (% das gônadas)				Classificação Macroscópica (% das gônadas)						Relação Gonadossomática Média do RGS	Características das gônadas das fêmeas
	1/3	1/2	2/3	3/4	B _I	B _F	C _I	C _F	D	R		
Captura Ambiente natural	48,4		35,2		7,4	14,8	14,8		33,3	29,6	3,9 ± 1,3	<p>Maioria com zonas hemorrágicas e coloração vermelha escuro, traços de pós-desova. Poucas com ovócitos grandes e opacos.</p> <p>- Translúcidas, sem ovócitos visíveis e sem vascularização</p>
1º Confinamento Tanque rede	87,5				23,1		7,7		15,7	53,8	1,7 ± 1,3	<p>- Amarelo-laranja e fortemente avermelhada, com ovócitos pouco visíveis e com pouca vascularização.</p>
1ª Maturação Laboratório	58,3	33,3	8,3		11,1	22,2			22,2	44	1,4 ± 1,2	<p>- turva e translúcida (R)</p> <p>- forte avermelhada, poucos ovócitos visíveis e pouca vascularização (D)</p> <p>- amarelo (B_I)</p> <p>- amarelo-laranja (B_F).</p>
Coleta controle Ambiente natural	26,7	3,3	46,7	23,3		12,5	31,25		18,75	37,5	4,2 ± 1,6	<p>Coloração de amarelo-laranja para laranja, aumentando a concentração de ovócitos visíveis e menos vascularizadas.</p>
Maturação Tanque-rede			26,7	73,3			72,7			27,3	5,51 ± 1*	<p>- amarelo forte (B_F),</p> <p>- laranja claro (C_I) com ovócitos visíveis e opacos,</p> <p>-diminuindo a vascularização quando passavam de (B_F) para (C_I)</p>
2ª Maturação Laboratório	10º dia	23,1	15,4	53,8	7,7	50	25			25	3,3 ± 1,3	<p>- amarelo – laranja, com ovócitos visíveis e vascularizados</p> <p>- vermelho translúcidos, sem ovócitos visíveis e sem vascularização (R)</p>
	40º dia					25	75					3,6 ± 0,8

(B_I) maturação inicial, (B_F) maturação final, (C_I) maduro inicial, (C_F) maduro final, (D) esvaziado em recuperação e (R) em repouso.

Análise microscópica

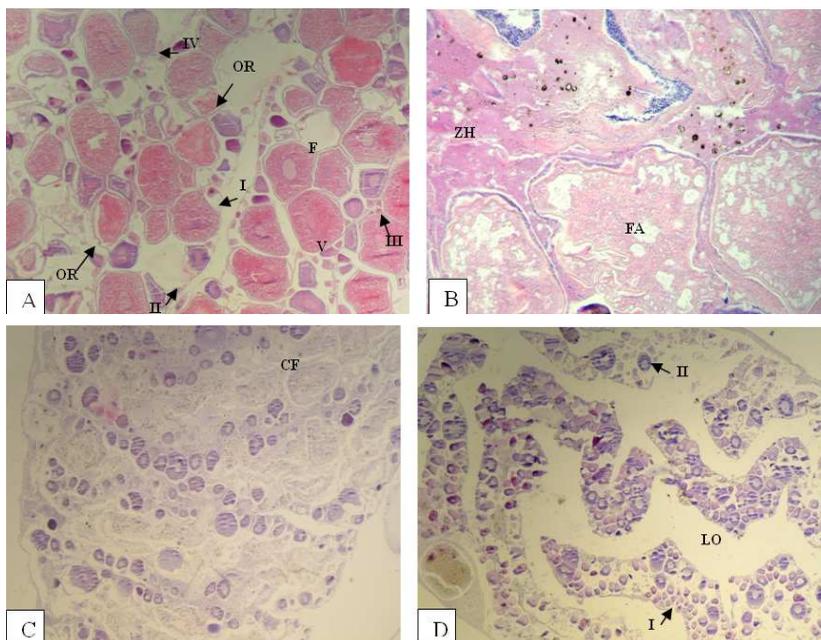


Figura 5 - Foto A, Representa gônadas encontradas nos dias de coleta no ambiente natural (Ovócitos nas fases I, II, III, IV e V, Restos de ovócitos em reabsorção – OR e mostrando folículos vazios - F) - Aumento 40 x. Foto B - Característica específica para o estágio de esvaziado em recuperação “D” (Zonas hemorrágicas – ZH e Folículos atresicos - FA) - Aumento 100 x. Foto C, Grande quantidade de corpos foliculares (CF), para confinamento em tanque-rede - Aumento 40 x. Foto D - Em Laboratório pela primeira vez, estágio de repouso ovócitos I e II e as lamelas ovíferas (LO) são cumpridas e desorganizadas - Aumento 40 x.

Em geral nos dias de coleta no ambiente natural os ovócitos se apresentaram histologicamente em vários estágios (fig. 5/A), já que, a espécie apresenta uma desova parcelada e vários lotes de ovócitos se encontravam em maturação, também foram encontrados folículos vazios, ovócitos em degeneração e reabsorção.

Quando transferidos para tanque-rede em confinamento foram encontradas zonas hemorrágicas e células atresicas (fig. 5/B) que são características histológicas comum em estágio esvaziados em

recuperação “D”, ainda em confinamento as sardinhas iniciaram o processo de reabsorção dos ovócitos apresentando um grande número de corpos foliculares (fig. 5/C), seguindo para o estágio de repouso reprodutivo em maior percentual para os indivíduos estocados em laboratório pela primeira vez com ovócitos apenas na fase I e II (fig. 5/D) com aspecto desordenado e lamelas ovígeras cumpridas e separadas.

As fotos a seguir são de cortes histológicos realizados para indivíduos em maturação no tanque-rede durante 29 dias e em laboratório durante 40 dias. Quando estocadas em tanque-rede foram encontrados indivíduos em maturação final (Fig. 6/A), apresentando uma maior diversidade celular ainda com ovócitos na fase II e III, porém com o aparecimento de ovócitos V, bem como a disposição das lamelas ovígeras mais destiladas. Na análise do processo de maturação percebeu-se o aumento significativo e quase predominância de ovócitos na fase IV (vitelogênese lipídica e protéica) e na fase V (vitelogênese completa) (fig.6/A), algumas peculiaridades para o estágio de maduro foi observado, ovócitos muito próximos e citoplasma basófilo apenas ao redor do núcleo (fig. 6/B).

Ao final do período em laboratório com característica predominante do estágio de maduro inicial, ovócitos maduros (fase V - vitelogênese completa) em grande frequência e mostravam-se muitos juntos uns aos outros (Fig. 6/C), bem como a membrana vitelínica espessada (MV) e grânulos de vitelo (GV) em maior concentração (Fig. 6/D).

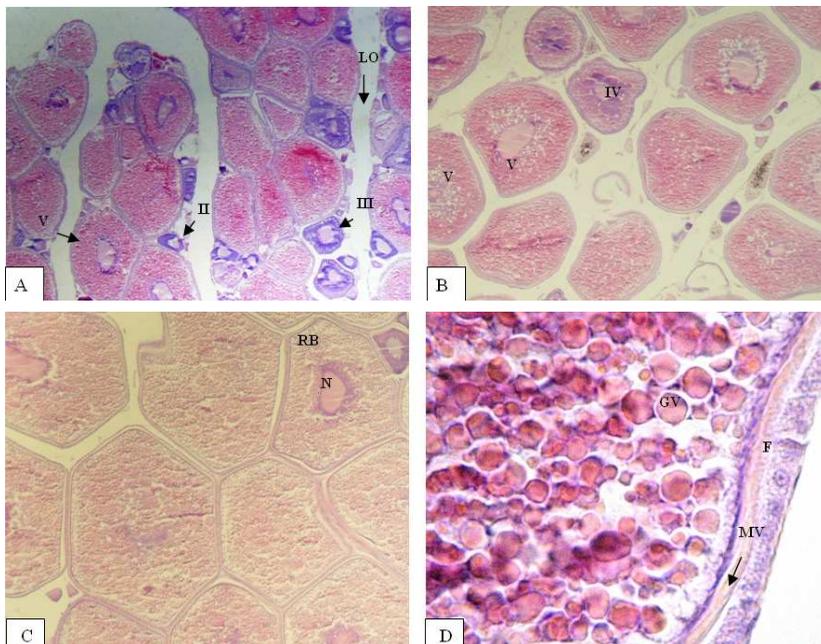


Figura 6 – Foto A – Cortes histológicas para indivíduos em maturação final (Bf) - Aumento 40 x. Foto B - Estágio encontrado em maturação no tanque-rede com predominância de ovócitos IV e V - Aumento 40 x. Foto C - Histologia das gônadas após 40 dias de confinamento em laboratório apresenta faixa de citoplasma basófilo (RB) apenas ao redor do núcleo (N) – Aumento 100 x. Foto D – Característica de ovócito maduro V, vitelogênese completa, aparecimento de células foliculares (F), a presença marcante de grânulos de vitelo (GV) e membrana vitelínica (MV) espessa.

Tamanho de ovócitos

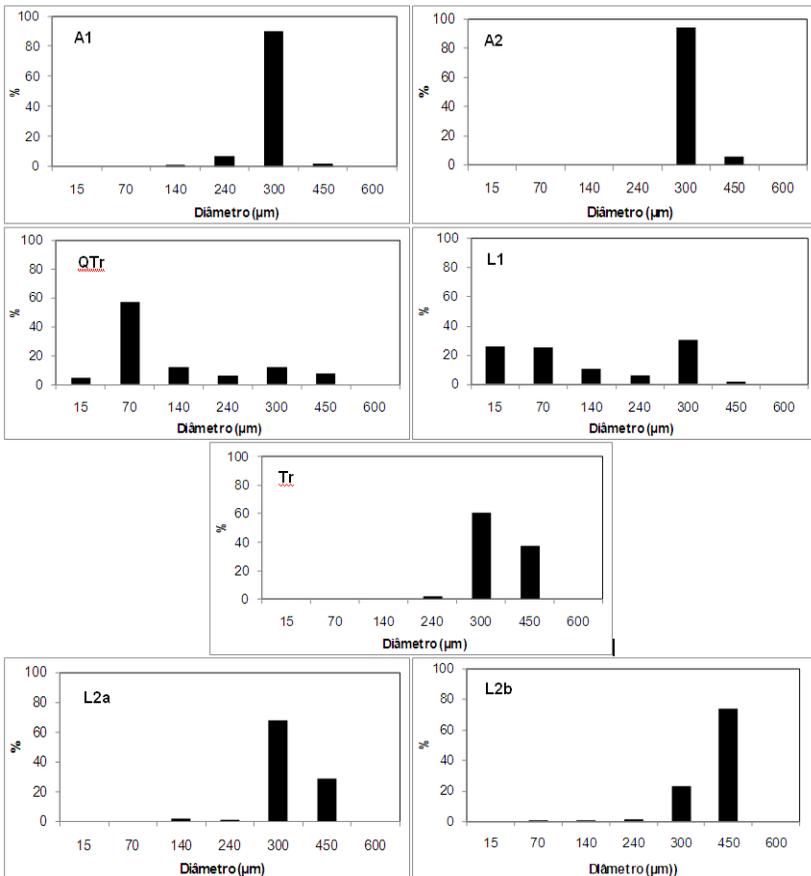


Figura 7 - Percentuais de ovócitos nas classes de diâmetro a seguir: 0 – 15, 15 – 70 , 70 – 140, 140 – 240, 240 – 300, 300 – 450, 450 – 600 µm. As figuras estão divididas para cada período de estudo (A1 = Captura ambiente natural, A2 = Coleta controle - Ambiente natural, QTr= Confinamento tanque-rede, L1 = Maturação em Laboratório, Tr = Maturação Tanque-rede, L2a = Segundo período maturação em laboratório (após 10 dias de estocagem), L2b = segundo período maturação em laboratório (após 40 dias de estocagem).

Quando realizado a medida de diâmetro dos ovócitos ficou visível que na coleta do ambiente natural quando capturadas (fig. 7 / A1 – A2),

as sardinhas apresentaram ovócitos principalmente na classe de diâmetro entre 240 – 300 μm , cerca de (90 %). Para esse (\emptyset) de ovócitos, segundo ISAAC- NAHUM, *et. al.* (1983), são encontrados ovócitos II, III, IV e V, sendo: ovócitos do estoque de reserva, vitelogênese lipídica, vitelogênese lipídica protéica e vitelogênese completa, respectivamente. Esses resultados enfatizam a característica de desova parcelada da espécie.

Após o estresse de captura, mantidas em confinamento, apresentaram ovócitos em todas as fases de desenvolvimento, menos ovócitos entre 450 – 600 μm (Fig. 6 / A1 - QTr). Demonstrou o maior percentual (57 %) de ovócitos entre 15 – 70 μm , diâmetro de células germinativas jovens e do estoque de reserva (ISAAC- NAHUM, *et. al.* 1983). Quando transferidos para laboratório iniciaram a vitelogênese, com aparecimento de ovócitos entre 240 – 300 μm , em maior intensidade (31%). E aumentou percentual de ovócitos entre 70 – 140 μm , para 26 % (fig. 7 / QTr – L1).

Em tanque-rede estocados por 29 dias o tamanho de ovócitos encontrado para a classe entre 450 – 600 (μm) foi de (37 %), bem como 61 % , entre 300 – 450 μm , obteve crescimento significativo ($p < 0,05$) quando comparado a primeira vez de maturação em laboratório (Fig. 7 / Tr-L1).

Pela segunda vez no laboratório, nos primeiros 10 dias foram encontrados percentuais para a classe de (\emptyset) 300 – 450 μm (68%), além de (29 %) dos ovócitos entre 450 – 600 μm , ocorrendo uma pequena regressão no diâmetro de ovócitos após o transporte de tanque-rede para laboratório (Fig. 7 / L2a). Vale salientar que também houve uma queda de temperatura da água. Porém após 40 dias confinadas em laboratório apresentaram o melhor resultado referente à maturação do ovócito, (74 %) dos ovócitos medidos apresentavam-se entre 450 – 600 μm (Fig 7 / L2b).

DISCUSSÃO

Captura dos reprodutores no ambiente natural

A relação “sex-ratio” de macho e fêmea encontrada para todo o período de estudo apresentou maior número de fêmea. Segundo MATSUURA (1977), a relação citada para a população na época de desova é aproximadamente 1:1. No dia de captura foi amostrado e classificado macroscopicamente o maior número de indivíduos no período em estudo, 100 exemplares, a relação foi 18,8 % de machos para

81,2 % de fêmeas, diferente da relação citada pelo autor. Cabe salientar que a captura foi realizada no pico de desova da espécie, dezembro e janeiro como descrito por ISAAC- NAHUM, *et. al.* (1999).

Quando capturadas os exemplares de sardinha apresentaram-se o comprimento total foi de $19,8 \pm 1,5$ cm, todos acima do L_{50} da espécie. A sardinha-verdadeira atinge a maturidade gonadal (L_{50}) com comprimento total entre 160 e 170 mm, com aproximadamente um ano e meio de vida, estando todos os indivíduos da população maduros (L_{100}) 210-220 mm (VAZZOLER, 1962; ISAAC-NAHUM *et. al.*, 1988; CERGOLE & VALENTINI, 1994).

Foi possível pela classificação macroscópica perceber uma grande variedade de estágios reprodutivos, foram encontrados todos os estágios descritos por ISAAC-NAHUM *et. al.* (1983), apenas não foi observado gônada em estágio (Cf) maduro desovando, essa afirmativa foi comprovada com a medição do diâmetro dos ovócitos encontrados no dia da coleta, onde não foi encontrado ovócitos entre (\emptyset) 450 – 600 μ m, no qual seria a classe de diâmetro que as fêmeas apresentariam próximo a desova (ISAAC-NAHUM *et. al.* 1983). Segundo ISAAC-NAHUM *et. al.*, (1988) a espécie tem uma desova parcelada e cada fêmea desova lotes com cerca de 21.000 – 36.000 ovócitos a um intervalo estimado de dois dias, durante o período reprodutivo que vai de novembro a março, considerando o pico de desova de dezembro e janeiro, uma fêmea pode expelir 30 lotes, um total de 630.000 a 1.080.000 de ovócitos por ciclo reprodutivo. Dias (1989) estimou uma fecundidade por lote de 38.182 ovócitos, com uma frequência de desova, estimada a partir de estudos histológicos, entre quatro e 11 dias, com eliminação de até 36 lotes. Os trabalhos citados confirmam as características encontradas macroscopicamente e histologicamente, sendo observada uma grande variedade de estágios de maturação e tamanho de ovócito para espécie no ambiente natural.

Outro fator que pode ter influenciado não ser encontrado exemplares de sardinha com gônadas no estágio “Cf” maduro desovando, foi o horário de coleta. A captura foi realizada por volta das 09:30 da manhã e segundo MATSUURA (1998) o pico de desova da *S. brasiliensis*, ocorre na camada de mistura, por volta de 01:00 hora da madrugada, com a eclosão acontecendo 19 horas após a fecundação, se considerada a temperatura de 24 °C. A desova noturna é um padrão de comportamento comum dos clupeídeos que parece estar relacionada com a estratégia de sobrevivência dos peixes pelágicos para proteger os ovos dos predadores carnívoros, presentes nas camadas superficiais.

Confinamento em tanque-rede

Em confinamento as sardinhas confinadas em tanque-rede, recebiam influência dos parâmetros ambientais como temperatura e fotoperíodo, mesmo assim, quando comparado ao dia de captura, apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) no percentual de indivíduos no estágio (R) repouso, passando de (29,6 %) para (53,84 %), bem como a diminuição de (33,3 %) para (15,38 %) no estágio esvaziado em recuperação (D) e de (14,82 %) para (7,69 %) no estágio Maduro inicial (Ci). Nesse momento foi encontrado o maior número de ovócitos com (\emptyset) entre 70-140 μm sendo segundo ISAAC-NAHUM *et. al.* (1983) e histologicamente ovócitos da fase I - células germinativas jovens, II - ovócitos basófilos do estoque de reserva, bem como ovócitos III, IV V e VI em reabsorção, encontrados nas gônadas em estágio de repouso e/ou esvaziadas em recuperação.

A densidade de estocagem em tanque-rede foi de 8 peixes m^{-3} (média peso peixe $50,6 \pm 7,8$ g, densidade média de $0,4 \text{ kg m}^{-3}$). A densidade de estocagem para as sardinhas foi normal quando comparada as literaturas. Juvenis de olhete (*Seriola mazatlanensis*) são estocados em tanques rede de 7-25 peixes m^{-3} , peixes em média de 50 g, em densidade de $0,35 - 1,25 \text{ kg m}^{-3}$ (BENETTI *et. al.*, 1995). Relacionamos a densidade de estocagem em tanque-rede com o olhete por ser uma espécie pelágica e necessitar de altas concentrações de oxigênio dissolvido entre 3 e 10 mg L^{-1} (BENETTI *et. al.*, 1995), característica parecida com a sardinha por apresentar um hábito de natação ativa. Para a espécie *Lutjanus argentimaculatus*, foram estocados reprodutores inicialmente em gaiolas de 6 m de diâmetro x 3 m de profundidade ($84,8 \text{ m}^3$), com 14 fêmeas ($W_T 3,24 \pm 0,22 \text{ kg}$) e 15 machos ($3,12 \pm 0,14 \text{ kg}$), utilizando uma densidade média de $0,92 \text{ kg m}^{-3}$ (EMATA & BORLONGAN, 2003).

A relação gonadossomática (RGS) que segundo VAZZOLER, *et. al.* (1989) e WOOTON (1990) é um indicador eficiente do estado funcional dos ovários, mesmo com o aumento da temperatura, a relação gonadossomática regrediu (54 %), baixando de $3,9 \pm 1,3$ para $1,7 \pm 1,3$ (fig. 4). Comprovando com a regressão gonadal o efeito inibidor do estresse de captura e transporte dos indivíduos para o cativeiro. Além da comprovação com as medidas no diâmetro de ovócitos como mostrou a fig. 7 (A1- Qtr), que para classes de diâmetro de 15-70 μm , ovócitos encontrados em gônadas em repouso ou esvaziadas em recuperação, passaram de zero para 57 % do dia de captura para o final da confinamento em tanque-rede.

Segundo HARVEY & CAROLSFELD (1993), a quantidade de estresse varia muito entre as espécies, o milkfish, realiza saltos violentos da água para evitar a captura e a manipulação pode resultar em redução alimentar, infecção ou mortalidade, e há evidências muito fortes de que o grau de estresse na fêmea afeta o desenvolvimento da maturação e desova.

Provavelmente a maior influência para sardinhas apresentarem-se em repouso na confinamento, foi decorrente do estresse de captura quando as gônadas entraram em atresia (reabsorção dos ovócitos em maturação) caracterizando o estágio gonadal predominante. Segundo KELLY & LEE (1991) a captura e manipulação de reprodutores podem causar atresia gonadal (reabsorção dos ovócitos).

Espécies podem diferir na natureza de sua resposta fisiológica e as conseqüências do estresse na reprodução. A tilápia (*Oreochromis niloticus*) quando exposta ao estresse pode responder pela aceleração ou inibição completa da reprodução, dependendo da fase de maturação gonadal (IZQUIERDO, *et. al.*, 2001).

Maturação em laboratório - primeiro momento

Após 21 dias em laboratório ocorreu o aumento significativo ($P < 0,05$) no percentual de indivíduos ocupando 2/3 da cavidade abdominal de (6,3%) para (33,3%), representou um início de adaptação ao cativeiro, devendo se considerar que nesse momento os espécimes eram ainda selvagens e confinados “in door” pela primeira vez, apesar do peso gonadal não apresentar a recuperação, permanecendo baixo com 0,84 g. Encontravam-se (44,4 %) dos indivíduos em repouso (R) e 22 % esvaziado em recuperação (D). Entretanto existiu um aumento significativo ($p < 0,05$) quando avaliado o estágio de em maturação final (Bf) de zero para 22 % dos indivíduos em maturação (Fig. 3).

O retorno a maturação gonadal também foi observado quando visto a classe de diâmetro de ovócitos de 15 μm , que aumentaram de 5 para 26 %, caracterizando o aumento de células germinativas na fase I e II, que iniciaram o processo de vitelogênese. Ocorreu ainda a diminuição no percentual de ovócitos entre (\emptyset) 70 – 140 μm e o aumento no percentual de 12 para 31 % de ovócitos entre 240 – 300 μm , que como descrito por ISAAC NAHUM, *et. al.* (1983) são ovócitos que aparecem no estágio de maduro inicial (Ci) nas fases de vitelogêneses.

As condições de cultivo afetam fortemente o desenvolvimento gonadal, principalmente durante a fase de vitelogênese, de modo que a limitação na qualidade ou quantidade de alimento, excessiva densidade

de estocagem e estresse podem induzir a reabsorção de ovócitos vitelogênicos, resultando num menor número de ovócitos maduros (HARVEY & CAROLSFELD, 1993). A densidade de cultivo, 35 peixes m^{-3} ou 1,8 $kg\ m^{-3}$, provavelmente não afetou os resultados. Mas a relação com os níveis de amônia para esse período de experimento, mostrou que no final das alimentações diárias apresentaram em oito dias de confinamento valores acima de 1 $mg\ L^{-1}$, prejudicial para reprodutores, como descrito em experimento de maturação no laboratório com Red drum (*Sciaenops ocellatus*) (COLURA *et. al.* 1991).

Segundo COVES *et. al.* (1991) a densidade de cultivo utilizada para reprodutores de *Dicentrarchus Labrax L.* é de 4 – 13 $kg\ m^{-3}$ e em CERDÁ *et. al.*, (1994) para a mesma espécie densidade de 11,5 $kg\ m^{-3}$, para o milk fish (*Chanos chanos*), KELLEY & LEE, (1991) utilizaram em laboratório a densidade de 12,5 $kg\ m^{-3}$. A densidade utilizada para maturação da *Sardinella brasiliensis* em laboratório de 35 peixe m^{-3} ou 2 $kg\ m^{-3}$ foi abaixo das densidades citadas na bibliografia.

Apesar da maior parte dos peixes cultivados tolerarem condições de superpopulação, os seus efeitos sobre o desenvolvimento das gônadas são quase sempre danosos (WOYNAROVICH & HORVATH, 1983). Entretanto esses autores trabalharam com espécies de água doce. Acredita-se que as sardinhas por viverem em grandes cardumes, altas densidades possam influenciar o processo reprodutivo pela ação dos hormônios de estímulo a desova, desde que essa não comprometa a alimentação ou qualidade de água.

As taxas de alimentação utilizadas para reprodutores de espécies marinhas e as condições de troca de água estavam dentro do padrão encontrado para tanques de reprodutores, segundo CERDÁ *et. al.* (1994) para *Dicentrarchus labrax L.* utilizam sistema de troca de água contínuo em tanques de 8 m^3 , com uma taxa de renovação 240 % dia^{-1} , para o *Rachycetron canadum*, utilizasse uma taxa de renovação em torno de 300 % dia^{-1} (CHOU *et. al.*, 2001). Para o *Chanos chanos* usam a renovação de água entre 150 a 200 % dia^{-1} (KELLEY & LEE, 1991).

A diferença no ambiente de cultivo e amônia, no início de adaptação ao tanque *in door*, provavelmente foram os principais fatores para manter os reprodutores selvagens de sardinha-verdadeira em estágio de repouso reprodutivo.

Ambiente natural - coleta controle

A coleta realizada no ambiente natural durante o experimento apresentou resultados semelhantes à coleta realizada no ambiente natural

no dia de captura em São Francisco do Sul-SC. Apresentaram macroscopicamente vários estágios reprodutivos (fig. 3), mas nessa amostra um maior percentual de indivíduos em estágio maduro inicial (Ci) 33,33 %, quando comparado com os 14,81 % encontrado no dia de captura dos reprodutores. A RGS e a temperatura, não foram diferentes significativamente ($p < 0,05$) comparando com o dia de captura. Apesar dessa coleta ter sido realizada próximo às 20:00 hs da noite e no dia de captura no ambiente natural as 09:00 da manhã, ambas não apresentaram indivíduos no estágio maduro desovando (Cf), as classes de diâmetro de ovócitos confirmam esse resultado observado macroscopicamente, pois não foi encontrados indivíduos apresentando ovócitos no (\emptyset) 450- 600 μm .

Maturação tanque-rede

Após dois períodos de confinamento, em tanque-rede e em laboratório, observou-se a domesticação da sardinha em cativeiro, os ovócitos não se apresentavam mais em fases iniciais, sendo 61 % com \emptyset entre 300 – 450 μm e 37 % entre 450 – 600 μm (Fig. 7 / Tr) , para essa última classe os ovócitos se encontram com vitelogênese completa (fase V) com muito pouco ovócitos I e II, como demonstrado na foto histológica, estágio onde a espécie já estaria madura (ISAAC – NAHUM *et. al.*, 1983).

Como previsto após alguns manejos as sardinhas apresentavam-se prontas para indução hormonal. Segundo SUMPER (1997) com a prática de manejos a domesticação é esperada e uma redução do estresse, ou seja, diminuição na intensidade e na duração da hipersecreção hormonal primária de catecolaminas e cortisol, que são respostas fisiológicas iniciais dos peixes a qualquer agente estressor.

Os exemplares machos de sardinha encontravam-se com as gônadas em estágio de maduro (MATSUURA 1977), todas as gônadas ocupavam 3/4 da cavidade celomática e com coloração branco leitosa. Um trabalho realizado sobre a desova de outro clupeidae, Pacific herring (*Clupea Harengus*), relatou que os indivíduos machos iniciam a desova em pequenos grupos, para estimular a desova de todo à população (CAROLSFELD *et. al.*, 1992).

Em ambiente natural a *Sardinella brasiliensis* alimenta-se de microalgas e zooplâncton. Nas microalgas a proteína é sempre o maior constituinte orgânico, seguido de lipídeos e carboidratos, 12-35 %, 7,2-23 % e 4,6-23 %, respectivamente. O conteúdo de ácidos graxos insaturados (HUFA) é de grande importância na avaliação da composição nutricional de espécies de algas que servem de alimento de

organismos aquáticos. O zooplâncton também apresenta altos níveis de proteínas, podendo alcançar 75% proteína (COUTTEAU, 1996), os copépodes é um dos principais itens alimentares das sardinhas adultas (*Sardinella brasiliensis*) (GOITEIN, 1978).

O milkfish (*Chanos chanos*) é adequado para o cultivo devido a sua eficiente utilização de alimentos naturais, utilizando qualquer alimento disponível no ambiente (BAGARINAO, 1981 *apud* BOONYARATPALIN 1997), resultando em um crescimento mais rápido. Semelhante a alimentação da espécie em estudo, a *Sardinella brasiliensis* em tanque-rede pode aproveitar por filtração assimilar o fitoplâncton ou zooplâncton constantemente.

Em tanque-rede foi complementada a alimentação das sardinhas ofertando a cada dois dias a ração comercial (55% proteína bruta), com taxa 4 % biomassa dia⁻¹. Em ambiente onde o alimento natural é abundante, o milkfish cresce até um tamanho comercial com ração comercial contendo 23-27% proteína bruta, em uma taxa diária de 3-4% do corpo peso (BENITENS, 1984 *apud* BOONYARATPALIN 1997). O efeito de ração no crescimento de garoupa criado em gaiolas flutuantes tem sido investigada e a taxa de ração ideal dada em dias alternados foi de 5% do peso corporal, onde apresentou o melhor peso médio dos peixes, fator de condição uniforme com o tempo e melhor taxa de sobrevivência (BOONYARATPALIN, 1997).

Os resultados positivos encontrados na maturação gonadal da espécie em tanque-rede estão associados á influência de temperatura mais alta, em média 26,7 °C, e principalmente a alimentação do ambiente natural. Em tanque-rede uma grande vantagem é a alta taxa de oxigênio dissolvido e ausência quase que total da amônia.

Maturação em laboratório - segundo momento

As sardinhas permaneceram em laboratório sem estresse de captura ou transferência durante 40 dias. Foi visto que no retorno do tanque-rede para o laboratório, nos primeiros 10 dias de estocagem, o RGS das fêmeas diminui provavelmente pelo estresse do transporte e a diferença do ambiente natural para o laboratório (Fig. 4), acompanhando também a queda de temperatura da água. Similar à maioria dos animais silvestres mantidos em cativeiro muitos peixes de interesse comercial apresentam disfunções reprodutivas quando introduzidos na aquicultura. Essas disfunções provavelmente resultam da combinação do estresse induzido pelo cativeiro (SUMPTER *et. al.*, 1994) e a falta dos estímulos naturais favoráveis a desova (ZOHAR, 1995; YARON, 1995).

A taxa de alimentação utilizada para sardinha-verdadeira de 4% da biomassa dia⁻¹ esteve de acordo com o previsto para outras espécies comercialmente cultivadas, como exemplo reprodutores de milkfish são alimentados em laboratório com taxas de 1 a 3 % biomassa dia⁻¹ (KELLEY & CHENG, 1991), para reprodutores de grandes pelágicos como o dourado (*Coryphaena hippurus*) são utilizadas percentuais de biomassa dia⁻¹ de 5 a 10 % quando mantidos em períodos longos de restrição de quatro semanas, mas quando a oferta é diária usam entre 3 – 5 % biomassa dia⁻¹, demonstrando os melhores resultados reprodutivos (SYPER, 1991).

Segundo IZQUIERDO *et. al.* (2000) o desenvolvimento gonadal e fecundidade são afetados por certos nutrientes essenciais na dieta, especialmente em reprodutores contínuos com curtos períodos de vitelogênese, caso da *Sardinella Brasiliensis*. Durante as últimas duas décadas, mais atenção tem sido dada a o nível de nutrientes em dietas de reprodutores. A diferença na qualidade do alimento natural absorvido em tanque-rede, com a alimentação dos reprodutores de sardinha em laboratório provavelmente diminuiu a assimilação de proteínas específicas para a espécie. A redução na alimentação foi relatado por causar inibição de maturação gonadal em diversas espécies, como o seabass, *Dicentrarchus labrax.L.* (CERDA *et. al.*, 1994).

Entretanto na maturação da sardinha em laboratório apesar de não aproveitar o alimento natural, após os 40 dias de confinamento em laboratório apresentaram os melhores resultados com a maturação, houve um aumento significativo ($p < 0,05$) no lote de ovócitos com diâmetro entre 450 – 600 μm de (23 %) para (74 %) e recuperaram o peso gonadal, para $3,8 \pm 0,75$ g (Fig 5.), sem diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparado com peso encontrado na segunda estádia em tanque-rede, também apresentavam as características microscópicas de fase que antecedi o estágio de maduro avançada, onde única diferença seria a ausência de ovócitos hialinizados, pois as sardinhas ainda não estavam desovando. Os resultados encontrados para o tamanho de ovócito e histologia, segundo a classificação de ISAAC NAHUM *et. al.*, (1983) são características definidas para *Sardinella brasiliensis*, no estágio de maduro próximo a desova.

Visando preparar o reprodutor ao manejo, na técnica chinesa, apesar do conhecimento de que os distúrbios freqüentes na tranqüilidade do peixe interferem na maturação das gônadas, há o costume de capturar o peixe uma ou duas vezes antes do tratamento hormonal para indução a desova, visando reduzir a mortalidade pós – desova e aumentar a taxa de

ovulação (WOYNAROVICH & HORVÁTH, 1983). Da mesma forma percebeu-se que após os estresses de captura e manejo as sardinhas permaneceram em maturação apta a indução hormonal.

A partir do domínio do processo reprodutivo em peixes cultivados ficou clara a importância da escolha de espécies condizentes com as características físicas do ambiente, bem como a adoção do manejo adequado para cada espécie. Outro aspecto importante é a capacidade de domesticação, através da adaptação da espécie ao cativeiro e ao manejo reprodutivo (ANDRADE *et. al*, 2003).

CONCLUSÃO

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) encontrava-se adaptadas ao confinamento após os estresses de captura e transportes, sendo positivo o processo de maturação gonadal quando confinados pela segunda vez em tanque-rede e em laboratório. Os resultados com maturação nas condições de cativeiro possibilitam o processo de indução hormonal que deverá ser alvo de estudos futuros com reprodução artificial, realizando testes de diferentes tipos e dosagens de indutores hormonais para indução à desova em cativeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Rev. Bras. Reprod. Animal**. v.27, n.2, p.166-172, Abr/Jun, 2003.
- BENETTI, D. D.; ACOSTA C. A.; AYALA J. C. Cage and pond aquaculture of marine finfish in Ecuador. **World Aquaculture**. 24(4), p 9-13. 1995.
- BOONYARATPALIN, M. M. Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. **Aquaculture**, v. 151 pp 283-313, 1997.
- BROMAGE, N.R., ROBERTS, R.J., 1995. Broodstock Management and Egg and Larval Quality. **Blackwell, Oxford**, 424 pp.
- CARL B. S.; SANCHEZ, C.W.; MARTIN S. F. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. **Aquaculture**. V. 197, p 3-24. 2001.

CAROLSFELD, J.; SHERWOOD, N. M.; KULE, A. L.; MAGNUS, T. H.; PLEASANCE, S.; KREIBERG, H. Characterization of spawning pheromone from pacific herring. *Chemical Signals in Vertebrates*. v. VI, p. 343-348, 1992.

CERDÁ, J.; CARRILLO, M.; ZANUY, S.; RAMOS, J. HIGUERA, DE LA M. Influence of nutritional composition of diet on sea bass, *Dicentrarchus labra* x L. reproductive performance and egg and larval quality. *Aquaculture*. V. 128, p 345-361. 1994

CERGOLE, M. C. & VALENTINI, H. Growth and mortality estimates of *Sardinella brasiliensis* in the southeastern Brazilian bight. *Bolm Inst. Oceanogr.*, São Paulo, n. 42, v.1/2, p.113-127, 1994

CERGOLE, M. C. 1995. Stock assessment of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, of the southeastern Coast of Brazil. *Sci. Mar.*, 59(3-4):597-610.

CERGOLE, M.C., SACCARDO S.A. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2002. Fluctuations in the spawning stock biomass and recruitment of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) 1977-1997. *Ver. bras. oceanogr.*, 50: 13-26.

CHOU L. R.; SU, S.M.; CHEN, Y.H. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*. v. 183. pp 81-89.

COUTTEAU, P. **In: Manual on the production and use of live food for aquaculture** *FAO Fisheries Technical Paper*. ed. Lavens, P; Sorgeloos, P. No. 361. Rome, FAO. 1996. 295p.

COWARD K, BROMAGE NR, HIBITT O, PARRINGTON, J. Gamete physiology, fertilization and egg activation in teleost fish. *Rev Fish Biol Fish*, v.12, p.33-58, 2002.

EMATA A.C., BORLONGAN I.G. A practical broodstock diet for the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. *Aquaculture*. v. 225, p 83-88, 2003.

FAO. 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI). c2002- . Luca Garibaldi. Fishery Statistical Collections. FIGIS Data Collection. FAO - Rome. Disponível em:

<<http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=collection&xml=global-capture-produLtion.xml> > Acesso em: 30 abr. 2009.

GOITEIN, R. 1978. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudos sobre alimentação nas regiões de Ubatuba (23° 26'S) e Santos (24° 02'S). Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, SP

HARVEY, B & J. CAROLSFELD 1993. **Induced breeding in tropical fish culture**. IDRC, Ottawa. 45-p.

IBAMA 2005. **Estatística Pesqueira Nacional: 2003**. Brasília, junho de 2005.

ICCAT. 2006a *Statistical Bulletin*. v. 35. 165 p.

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. 3. Morfologia e histologia de ovários e escala de maturidade. *Bolm Inst. Oceanogr.*, v.32(1), pp1-16, 1983.

ISAAC-NAHUM, V. J.; CARDOSO R. D.; SERVO, G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI. C. L. D. B. Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*)

IZQUIERDO M.S., FERNÁNDEZ-PALACIOS, H., TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 25 - 42 p, 2001.

KELLY. C. & LEE CHENG-S., Milkfish culture in the U. S.. In: **Handbook of mariculture**. Ed. James P. McVey, 1991. Mariculture. Vol II, pp 212-226.

KIRK, R., 1987. **A History of Marine Fish Culture in Europe and North America**. Fishing News Books, Farnham, England, 192 pp.

LIN, C.F. 1992. Atuns e Afins: **Estimativa da Quantidade de Isca-Viva Utilizada pela Frota Atuneira**. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca n° 6. IBAMA, Brasília, DF, 80p.

MATSUURA, Y. 1977. **O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (introdução à oceanografia pesqueira)**. Publ. esp, Inst. oceanogr. S Paulo, (4):1-146.

MATSUURA, Y. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. *Rev. brasil. oceanogr.*, n. 46, v. 1, p. 33 – 43, 1998.

SACCARDO, S. A., ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B., CERGOLE, M.C. & BITTENCOURT, M.M. 1988 Age and growth of the southeastern Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, 1981-1983. *Bol. Inst. Oceanogr.* S Paulo, 36(1):17-35.

SANTOS, R.C. & M. Rodrigues-Ribeiro. 2000. Demanda de iscas vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/1999: CPUE, composição e distribuição das capturas. *Notas Téc. FACIMAR*, 4:97-101.

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

SCHNEIDER, F. & SCHWINGEL, P.R., 1999. Estudo preliminar da ecologia trófica da *Sardinella brasiliensis* na costa Sudeste do Brasil. *Notas Téc. FACIMAR*, 3: 67-72.

SUMPTER, J. P. 1997. **The endocrinology of stress**. Pages 95 -118 in G. K. Iwana; A.D. Pickering; J.P. Sumper; and C. B. Schreck, editors. Fish stress and health in aquaculture. Cambridge University Press, Cambridge.

SYPER, P. 1991. Milkfish culture in the U. S.. **In: Handbook of mariculture**. Ed. James P. McVey, 1991. Mariculture. Vol II, pp 150-167.

VAZZOLER, A.E.A.M. & MENEZES, N.A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Rev. Brasil. Biol.* 52(4):627-640.

VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e Prática**. Eduem, Maringá.

YARON, Z. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture* v. 129, pp. 49–73, 1995.

WALLACE RA, SELMAN K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am Zool*, v.21, p.325-343, 1981.

WOYNAROVICH, E. ; HORVÁTH, L. 1983. A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. FAO/CODEVASF/CNPQ, Brasília.

ZANUY, S. 1990. Broodstock care and effects of hormonal and environmental factors in induction of spawning: Introductory remarks. In: FLOS, R., L. TORT & P. TORRES (eds.) **Mediterranean Aquaculture**. New York, Ellis Horwood. P. 86-87.

ZOHAR, Y., GOREN, A., TOSKY, M., PAGELSON, G., LEIBOVITZ, D., KOCH, Y. The bioactivity of

gonadotropin-releasing hormones and its regulation in the gilthead seabream, *Sparus aurata*: in vivo and in vitro studies. *Fish. Physiol. Biochem.* 7, 59–67, 1989.

ZOHAR, Y., HAREL, M., HASSIN, S., TANDLER, A., 1995. Gilthead seabream. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), **Broodstock Management and Egg and Larval Quality**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 424 pp.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) apresenta alta mortalidade na captura com a rede de cerco, sendo uma arte de pesca prejudicial para a captura de reprodutores, entretanto pela disponibilidade de indivíduos torna-se uma prática viável para formação do plantel de reprodutores.

Para melhorar a sobrevivência no processo de captura e estocagem dos tanques de transporte para o processo de transferência recomenda-se a utilização de estruturas não abrasivas e que os peixes permaneçam imersos na água para evitar a perda de escama e futuras infecções que causam a uma alta mortalidade em confinamento. Para o transporte recomenda-se o uso de anestésico em dose entre 50 e 100 mg L⁻¹ de benzocaina.

Em laboratório o tratamento profilático com banho de água doce mostrar-se eficiente para combater as enfermidades e melhorar a cicatrização, diminuindo assim a mortalidade em cativeiro. A espécie mostrou-se rústica para o cultivo em cativeiro, o sistema de recirculação pode ser desenvolvido para aumentar o controle do OD (mg L⁻¹) e amônia para facilitar a manutenção e maturação da *Sardinella brasiliensis* "in door". Em tanque-rede marinho existe viabilidade técnica para maturação da sardinha.

O presente trabalho pode concluir que a sardinha verdadeira apresentou bons resultados quando se refere à maturação gonadal dos reprodutores em tanque-rede e no laboratório. Possibilitando pelo estágio encontrado de desenvolvimento gonadal (Ci - maduro inicial), com percentual acima de 70 % de ovócitos em vitelegênese completa e com diâmetro de ovócito entre 450-600 µm, tamanho encontrado no ambiente natural para indivíduos próximo a desova, estimulando assim o desenvolvimento de novos experimentos para desova e larvicultura em cativeiro.

REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO GERAL

- ANDRADE, H.A. Taxa de captura para o bonito-listrado (*katsuwonus pelamis*) do sudoeste do oceano atlântico sul. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 34(3): 391 - 402, 2008
- ARANA, L. V. 1999. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Ed. da UFSC 310p.
- BEVERIDGE, M. 2004. **Cage Aquaculture**, third edition. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- BOSCARDIN, N. R. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A. et al. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. p.27-72
- BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 128p., 2003.
- CERGOLE, M.C., 1993. **Avaliação do estoque da sardinha, *Sardinella brasiliensis*, da costa sudeste do Brasil, período 1977 a 1990**. Tese de Doutorado, São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 245 p.
- CERQUEIRA, V. R. 2001 Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuições da ictiologia. **Reunião Técnica sobre Ictiologia em Estuários**. Curitiba: UFPR. 5p.
- DELGADO, C.L., WADA, N., ROSEGRANT, M.W., MEIJER, S. & AHMED, M. 2003. **Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets**. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington and WorldFish Center, Penang, Malaysia. 226 pp.
- DELGADO DE MOLINA, A, A FONTENEAU, P PALLARÉS, J ARIZ, D GAERTNER & C SANTANA. 1999. Atlantic tropical tuna fisheries: general overview. **SCRS/98/36**. Vol.XIX (3) 241-252.
- DOS SANTOS, R.C. & M. RODRIGUES-RIBEIRO. 2000. Demanda de iscas vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/1999:

CPUE, composição e distribuição das capturas. **Notas Téc. FACIMAR**, 4:97-101.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) **The state of world fisheries and aquaculture 2008**. Fisheries Department. 2008. Rome, 2008. 196p.

FIGUEIREDO, J.L.de & MENEZES, N.A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. II. Teleostei (1). Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, 110 p.

FREON, P. & MENDOZA, J. **La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el oriente venezolano**. IRD Éditions. París, Francia. 2003. 549 p.

GASALLA, M.A. 2004. **Impactos da pesca industrial no ecossistema da plataforma continental interna do sudeste do Brasil: a abordagem ecossistêmica e a integração do conhecimento**. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 276p.

IBAMA, 2005. **Estatística Pesqueira Nacional: 2003**. Brasília, junho de 2005.

IBAMA, 2006. **Reunião Técnica sobre o Estado Atual da Arte e Ordenamento da Pesca de Sardinha-Verdadeira nas regiões sudeste e sul**. Itajaí: IBAMA/CEPSUL, 2006. 90 p.

ICCAT. 2000. Detailed Report on Skipjack Tuna. **SCRS/99/21**. Vol. LI. 132-220

ICCAT. 2002. 2001 Detailed report on skipjack tuna. **Collec. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, 22: 33-41.

Le FRANÇOIS, N. R. ; LEMIEUX, H.; BLIER, P. U. Biological and technical evaluation of the potential of marine and anadromous fish species for cold-water mariculture. ***Aquaculture Research***, v. 33, p. 95-108, 2002.

LIN, C.F. 1992. **Atuns e Afins: Estimativa da Quantidade de Isca-Viva Utilizada pela Frota Atuneira**. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca n° 6. IBAMA, Brasília, DF, 80p.

MATSUURA, Y. **O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (introdução à oceanografia pesqueira)**. Publ. Esp, Inst. Oceanogr., São Paulo, v. 4, p. 1-146, 1977.

MATSUURA, Y. 1998. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. *Rev. brasil. oceanogr.*, 46(1): 33 - 43.

PILLAY, T.V.R. & KUTTY, M.N. 2005. **Aquaculture: Principles and Practices**, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, England. 624 pp.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 1978. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudo sobre a estrutura da espécie na área entre 23^o S (RJ) e 28^o S (SC), Brasil. Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo para obter o Grau de Doutor em Ciências, 2 vols.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; SACCARDO, S. A.; CERGOLE, M.C. Are fluctuations in Brazilian Sardine catches related to global-scale climatic changes? *An. Acad. Bras. Ci.*, n. 68, V. 1, p. 239-250, 1996.

SACCARDO, S. A. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 1991. Biologia e avaliação do estoque da sardinha *Sardinella brasiliensis*: uma compilação. *Atlântica*, Rio Grande, 13(1):29-43.

SANCHES, E.G. Boas perspectivas para o cultivo de meros, garoupas e badejos no Brasil. *Panorama da Aqüicultura*, v.16, n.93, p. 44-51, 2006.

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

SCHNEIDER, F. & SCHWINGEL, P.R., 1999. Estudo preliminar da ecologia trófica da *Sardinella brasiliensis* na costa Sudeste do Brasil. *Notas Téc. FACIMAR*, 3: 67-72.

Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR), 2004. **Programa nacional de desenvolvimento da maricultura em águas da União**. SEAP/PR. Brasília: 38 p.

SEAP (Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca) **Aqüicultura no Brasil**. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/aqui/. Acesso em: 20 maio. 2010.

VALENTINI, H. & CARDOSO, R de D.. Análise da pesca da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na costa sudeste-sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, n.13, v. 1, p.:45-54, 1991

VAZZOLER, A.E.AM & MENEZES NA. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Bras. J. Biol.*, 52(4): 627-40.

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