

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO EM VIEIRAS *Nodipecten nodosus*  
CULTIVADAS EM CARAGUATATUBA, ESTADO DE SÃO PAULO**

**Cintia Fernanda Garcia**

**Orientador: Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques  
Coorientadora: Profa. Dra. Márcia Santos Nunes Galvão**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo  
Junho - 2018**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO EM VIEIRAS *Nodipecten nodosus***  
**CULTIVADAS EM CARAGUATATUBA, ESTADO DE SÃO PAULO**

**Cintia Fernanda Garcia**

**Orientador: Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques**  
**Coorientadora: Profa. Dra. Márcia Santos Nunes Galvão**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**  
**Junho - 2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

G216a

Garcia, Cintia Fernanda

Crescimento compensatório em vieiras *Nodipcten nodosus* cultivadas em Caraguatatuba, Estado de São Paulo. – São Paulo, 2018.  
v. 57f. ; il. ; gráf. , tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques

1. Pectinídeos. 2. Pectinicultura. 3. Cultivo de vieiras. 4. Densidade de cultivo  
I. Marques, Helcio Luis de Almeida. II. Título.

CDD 639.4

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

"CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO EM VIEIRAS *Nodipecten nodosus* CULTIVADAS EM CARAGUATATUBA, ESTADO DE SÃO PAULO"

**AUTORA:** Cintia Fernanda Garcia

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Hécio Luis de Almeida Marques

**CO-ORIENTADORA:** Profa. Dra. Márcia Santos Nunes Galvão

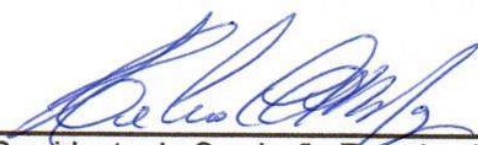
Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em Aquicultura, pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Hécio Luis de Almeida Marques

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Maria Letizia Petesse

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Shirley Pacheco de Souza

Data da realização: 13 de junho de 2018

  
\_\_\_\_\_  
Presidente da Comissão Examinadora  
Prof. Dr. Hécio Luis de Almeida Marques

## Agradecimentos

Primeiramente, expresso gratidão a Deus por direcionar o meu caminho, ser sempre o meu sustento e possibilitar cada realização em minha vida.

A toda minha família, mas de forma especial aos meus avós, que me deram lições práticas sobre o que são fé, amor e honestidade, eles foram o suporte para a formação do meu caráter e minha educação; à minha mãe Ângela, pelo amor e dedicação; aos meus irmãos Thiago e Felipe pelo apoio e amizade; ao meu pai Marcos (*in memoriam*) pela confiança; ao tio Luiz, por estar sempre presente; ao meu esposo Ebersson, por todo o carinho, compreensão e companheirismo, também por se prontificar a me ajudar, inclusive em campo, inúmeras vezes.

Agradeço sinceramente ao meu orientador, Dr. Helcio Luis de Almeida Marques, pela oportunidade, apoio, paciência, ensinamentos e bons conselhos que, muitas vezes, foram para mim como o incentivo de um pai.

À minha coorientadora, Dra. Márcia Santos Nunes Galvão, pela ajuda ao longo do projeto, sobretudo durante as análises de tecidos dos moluscos.

Aos docentes do Instituto de Pesca, pelo conhecimento transmitido.

À equipe do Laboratório de Análise de Qualidade de Água do Instituto de Pesca, que nos apoiou realizando as análises necessárias ao experimento.

Aos queridos amigos José Donizete, José Luiz, Júlio e Luigi, que foram a mais excelente equipe de trabalho em campo e aliviaram com muito bom humor as tarefas mais pesadas.

À Associação dos Maricultores e Pescadores da Praia da Cocanha – MAPEC, que gentilmente disponibilizou sua sede para a execução das biometrias e dos trabalhos práticos ao longo do experimento.

A todos os “colegas de jornada”, que tornaram as aulas e estadias, ao decorrer do curso, bem mais alegres; mas particularmente às queridas Karen pela hospitalidade e Julia pelas “aventuras” compartilhadas em São Paulo.

Aos amigos que sempre torceram por mim, principalmente Adriane, Luciana, Aleksandra, Marco, Sara, Marlene, Joes, Cris, Nádia, Aninha, Edna.

Os agradecimentos finais são à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo - FAPESP, pela concessão do auxílio individual à pesquisa (Pr. 2016/11122-8).

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS .....	III
RESUMO .....	V
ABSTRACT .....	VI
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
1.1. Histórico e importância da pectinicultura.....	1
1.2. A pectinicultura no Brasil.....	3
1.3. Perspectivas para a pectinicultura na Praia da Cocanha (Caraguatatuba) .....	7
1.4. O cultivo de <i>N. nodosus</i> .....	10
1.5. Crescimento compensatório.....	15
2. OBJETIVOS .....	17
2.1. Geral .....	17
2.2. Específicos.....	17
3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO .....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
CAPÍTULO 1.....	26
Abstract .....	27
Resumo .....	28
Introdução.....	28
Métodos.....	30
Resultados.....	36
Discussão .....	41
Conclusão.....	45
Agradecimentos.....	45
Referências bibliográficas.....	46
Considerações finais .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1 – Imagem de satélite da sede da MAPEC e do local do experimento em um dos parques aquícolas da Praia da Cocanha.....	9
FIGURA 2 - Parques aquícolas da Praia da Cocanha, adjacentes à Ilha da Cocanha e Ilhote de Fora.....	10
FIGURA 3 – Gametas de <i>N. nodosus</i> : A) Espermatozoides; B) Oócitos.....	10
FIGURA 4 - Esquema, sem escala, do sistema long-line.....	11
FIGURA 5 – Lanternas com abertura de malha entre 15 e 20 mm, utilizadas no experimento. ....	11
Figura 6 – Medida da maior dimensão do eixo.....	12

## CAPÍTULO 1

Figura 1 – Imagem da Ilha da Cocanha e do Ilhote de Fora, com a localização da fazenda de mexilhões onde foi desenvolvido o presente trabalho .....	31
Figura 2 – Desenho, sem escala, de lanterna de cultivo .....	33
Figura 3 – Esquema (sem escala) da distribuição das lanternas do experimento em sistema de long-line.....	34
Figura 4 – Gráfico de box plot que demonstra o crescimento em altura, durante a fase de crescimento final (148 dias) do cultivo de <i>N. nodosus</i> .....	39
Figura 5 – Gráfico de box plot que demonstra o incremento no crescimento em altura durante a fase de crescimento final (148 dias) no cultivo de <i>N. nodosus</i> .....	39
Figura 6 – Evolução das alturas médias, em todos os tratamentos, ao longo da fase de crescimento final (148 dias) no cultivo de <i>N. nodosus</i> .....	40
Figura 7 – Gráfico com a projeção das alturas médias, em todos os tratamentos, caso o ciclo de cultivo da fase de crescimento final fosse estendido para 178 dias no cultivo de <i>N. nodosus</i> .....	41
Tabela 1 – Valores de temperatura, salinidade e transparência registrados na região de estudo durante o período experimental .....	37
Tabela 2 – Valores de clorofila-a, sólidos totais em suspensão, matéria orgânica e matéria inorgânica em suspensão, registrados na região de estudo durante o período experimental.....	37

Tabela 3 – Taxa de sobrevivência (%) e alturas médias (médias  $\pm$  DP), em relação às densidades testadas, ao final da fase intermediária. Letras diferentes superescritas às médias indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0.05$ )..... 38

Tabela 4 – Sobrevivência (%), Altura (mm), Peso seco MA(g), Incremento em altura, Peso seco total (g) e IC seco (%) ao final da fase de crescimento final. Letras diferentes superescritas às médias indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0.05$ ) ..... 39



## RESUMO

As vieiras são moluscos bivalves pectnídeos de grande valor comercial. No Brasil, a espécie *Nodipecten nodosus* se destaca como a maior vieira conhecida, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor nacional. A produção de juvenis em laboratório já está bem estabelecida, entretanto há necessidade de estudar as densidades de estocagem e manejo do cultivo, no sentido de maximizar o crescimento e ao mesmo tempo reduzir custos de produção. Para tal, uma estratégia interessante seria a verificação da existência do crescimento compensatório na espécie, a exemplo do que ocorre em outros organismos aquáticos, com vistas a viabilizar a estocagem em altas densidades na fase de cultivo intermediário e utilização de altas densidades também durante parte da etapa de crescimento final. Com o presente trabalho pretendeu-se determinar a existência de crescimento compensatório em vieiras estocadas na fase de cultivo intermediário (4 meses) em altas densidades (800, 1600 e 3200 m<sup>-2</sup>) e posteriormente transferidas para baixas densidades (50 m<sup>-2</sup>) durante a etapa de crescimento final. Os dados de crescimento em altura, peso total, peso do músculo adutor e índice de condição foram comparados através de ANOVA. Dados de temperatura, salinidade, transparência, clorofila-a e sólidos totais em suspensão foram monitorados na água.

**Palavras-chave:** pectnídeos, pectinicultura, cultivo de vieiras, densidade de cultivo.

## ABSTRACT

Scallops are bivalve molluscs pectinids of great commercial value. In Brazil, *Nodipecten nodosus* is the largest known species, and the State of Santa Catarina is the largest producer in Brazil. The production of juveniles in laboratory is well established; nevertheless, it is necessary to study better the stocking densities and forms of culture management, in order to maximize growth and to reduce production cost. Consequently, an interesting strategy to be adopted would be the assessing of a possible compensatory growth in this species, similarly to that observed in other aquatic organisms, in view of to enable the storage of juveniles at high densities during the intermediate culture phase and the use of high densities also during part of growing phase. Thus, this work aims was to assess the occurrence of compensatory growth in *N. nodosus* stocked at high densities (800, 1600 e 3200 m<sup>-2</sup>) during the intermediate phase (4 months) and subsequently transferred to low densities (50 m<sup>-2</sup>) during the growing phase. Data of growth in height, total weight and adductor muscle weight were compared by ANOVA. Water temperature, salinity, transparence, *a*-chlorophyll and suspended total solids were periodically monitored.

**Key words:** pectinids, pectinids culture, scallop growth, stock density.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1. Histórico e importância da pectinicultura

Em muitos países, a sobrepesca e o extrativismo estão excedendo a capacidade dos recursos costeiros, que se tornam cada vez mais limitados em consequência da ampla exploração dos estoques pesqueiros, resultando em baixa produtividade e na geração de conflitos entre a pesca industrial e pesca artesanal nas regiões litorâneas. Em decorrência, estima-se o aumento aproximado de 20% na produção do cultivo mundial de pescados e há expectativa de que em 2023 o segmento da aquicultura, que tem crescido rapidamente, supere o da pesca (OECD-FAO, 2015).

De acordo com SIDONIO *et al.* (2012), o contexto apresentado desperta a tendência para o aumento do interesse nas atividades aquícolas, principalmente por parte de empresas brasileiras que atuam no ramo de processamento de proteínas, visto que o setor é uma alternativa para oferta de alimentação saudável, com alto teor proteico.

O Brasil possui condições naturais favoráveis à aquicultura, que também vem crescendo no território, cerca de 9% no período de 2005 a 2015. Atualmente, o país destaca-se como o segundo maior produtor aquícola do continente americano, após o Chile, sendo que o cultivo de espécies de águas marinhas representa cerca de 15% do total da produção aquícola nacional (OECD-FAO, 2015).

MONTIBELLER (2002) relaciona a maricultura à atividade de produção artificial de seres aquáticos nos mares, de forma controlada e induzida pela ação humana. MARQUES (1998) considera a atividade uma alternativa para gerar empregos e melhorar a renda dos moradores de comunidades pesqueiras do litoral.

Entre os moluscos cultivados mundialmente, as vieiras apresentam alto valor comercial em todos os países onde ocorrem, sendo que sua produção global encontra-se em constante evolução, tendo crescido 31,4% entre 2009 e 2015, ano em que a safra mundial totalizou 2.082.000 toneladas, correspondendo a um valor monetário da ordem de 3,24 bilhões de dólares (FAO, 2017). Somando-se os totais de vieiras provenientes de cultivo e da

pesca, o ano de 2015 contabilizou um total de 2.654.579 toneladas de produção do molusco e o continente asiático destacou-se por sua participação no montante, que alcançou 2.287.121 toneladas de vieiras e a China foi responsável por 1.803.580 toneladas do total produzido na Ásia (FAO, 2018).

As vieiras são moluscos bivalves da família Pectinidae. Os pectinídeos são extensamente distribuídos pelo mundo e desde a antiguidade servem como fonte de alimento, também como inspiração artística e religiosa para diferentes povos (PUYANA e VELASCO, 2009). Um exemplo da representatividade das vieiras como atributo religioso é o uso de sua concha, como distintivo, por peregrinos ao percorrerem os “Caminhos de Santiago de Compostela”<sup>1</sup>, servindo como recordação e prova de conclusão da trajetória (TORRAS, 2012).

Segundo PUYANA e VELASCO (2009), alguns nomes populares conhecidos como referência às vieiras, internacionalmente, são: “scallops” em inglês; “hotate-gai” em japonês; “coquille Saint-Jacques” ou “petoncle” em francês; “cappa santa”, “canestrello” ou “peine” em italiano; “vieiras”, “concha de abanico”, “ostión”, “concha de Santiago”, “concha de peregrino”, “zamburiña” ou “almeja voladora”, em espanhol.

Em consequência de seu valor nutricional, sabor requintado e boa valorização no mercado consumidor, a extração intensiva de vieiras dos ambientes naturais ocorre desde tempos remotos e assim os estoques naturais entraram em declínio (BRAND, 2006; RUPP e PARSONS, 2016).

O segmento responsável pelo cultivo de pectinídeos, dentro da maricultura, é chamado de pectinicultura. O princípio desta atividade deu-se em Aomori, no Japão, na década de 70 (WIELAND e PAUL, 1983; RUPP, 2001; KOSAKA, 2016), por meio da cultura da espécie *Patinopecten (Mizuhopecten) yessoensis*, conhecida como “Japanese scallop” ou “Vieira Japonesa” (KOSAKA, 2016); com a atividade de extração de vieiras do ambiente natural em crise, por volta de 1964, um pescador de Aomori inventou um coletor que teve êxito na captação de juvenis, o objeto foi aprimorado de um modelo feito de “saco de cebola” ou “onion bag” e testado com sucesso em um experimento realizado aproximadamente 30 anos antes. O coletor de vieiras consiste em

---

<sup>1</sup> Percursos percorridos por peregrinos até o local sagrado onde foi descoberto o Túmulo de Santiago o Grande, como forma de devoção às relíquias do apóstolo Cristão (TORRAS, 2012).

uma estrutura dupla, composta por uma bolsa de malha preenchida com um substrato, inicialmente os coletores eram utilizados em lagos e baías e em meados da década de 70, iniciou-se a coleta de “sementes”, ou juvenis, em mar aberto (KOSAKA e ITO, 2006).

Em 1975 a Unidade de Psicultura Marinha de Ardtoe, na Escócia, também iniciou pesquisas com cultivo de vieiras das espécies *Pecten maximus* e *Chlamys opercularis*, por meio do uso de técnicas japonesas (WIELAND e PAUL, 1983).

De acordo com RUPP (2001) na década de 80, vários países passaram a utilizar o pacote tecnológico de pectinicultura desenvolvido no Japão, após o êxito do cultivo no local. Atualmente, diversos países voltam suas pesquisas ao cultivo de espécies nativas que já são adaptadas à cada região.

## **1.2. A pectinicultura no Brasil**

Desde 2013 o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE publica anualmente dados sobre o desempenho da aquicultura nacional, por meio da Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM. Uma das atividades relacionadas neste documento é a malacocultura, que consiste na criação de moluscos como ostras, vieiras, mexilhões e suas sementes. O IBGE (2016) informa que a produção de moluscos em tamanho comercial, no ano de 2016, alcançou 20.828,67 toneladas, gerando um valor de produção de R\$ 68.480.000,00, contabilizando-se queda de 1,1% em relação ao ano de 2015. A produção de sementes dos moluscos alcançou 66,7 milhões de unidades, com valor total da produção em R\$ 1.836.000,00, significando um aumento de 3% sobre o ano anterior.

O estado de Santa Catarina, em 2016, foi destacado pelo IBGE (2016) por sua produção de moluscos em tamanho comercial, que correspondeu a 97,9% do total cultivado no território brasileiro, mesmo apresentando queda de 1,3% em relação ao ano anterior, em virtude da ocorrência de maré vermelha que abrangeu seu litoral e impediu o consumo e comércio dos moluscos. Também participou com 90,8% do total de sementes de moluscos comercializados, provenientes do município de Florianópolis.

Dados da EPAGRI (2016), com a estimativa econômica da maricultura

de Santa Catarina para a safra de 2015, demonstram preços médios em torno de R\$ 32,70 a dúzia de vieiras comercializadas no litoral catarinense, praticados diretamente por produtores; comparando-se com o preço da dúzia de ostras, em torno de R\$ 7,16, o preço da dúzia de vieiras ficou aproximadamente 4,5 vezes maior.

No Brasil, a família Pectinidae está representada por 5 gêneros e 15 espécies (RIOS, 2009). Entre elas, com potencial de cultivo no Brasil, destacam-se as espécies *Euvola* (=Pecten) *ziczac* (Linnaeus,1758) e *Nodipecten nodosus* (Linnaeus,1758) (RUPP e PARSONS, 2016).

A espécie de vieira abordada nesta pesquisa é a *Nodipecten nodosus*, que segundo RUPP e PARSONS (2016), tem o maior valor de mercado entre os moluscos comercializados no Brasil, sendo que o preço unitário desta vieira capturada, quando atinge tamanho maior que 12 cm, pode ultrapassar US\$ 5,00. A captura é mais intensa durante a temporada turística (verão) e o alto valor de mercado desta espécie é estimulado não só pelo seu grande músculo adutor, que é servido como iguaria, mas também pelo uso ornamental das conchas, além da oferta do molusco não suprir a demanda consumidora.

Os preços de vieiras *N. nodosus* provenientes de cultivo, vendidas com tamanho entre 7 e 9 cm, variam entre US \$ 10-16/dúzia, quando comercializados diretamente pelo produtor no local de produção e podem alcançar até US \$ 25/dúzia quando enviadas para restaurantes gourmets em áreas metropolitanas, como Rio de Janeiro e São Paulo (RUPP e PARSONS, 2016).

A distribuição geográfica natural de *N. nodosus* abrange a região do Caribe, da parte sul das Grandes Antilhas, Ilhas Virgens, Antilhas Orientais, leste da América Central, sul da península de Yucatán, Panamá oriental, Colômbia, Venezuela e, de forma descontínua, Rio de Janeiro no Brasil, em profundidades entre 10-15m (ABBOTT, 1974; SMITH, 1991; RUPP e PARSONS, 2016). A ocorrência da espécie até a região Sul do Brasil é registrada por RUPP (1994) nas proximidades da Ilha de Santa de Catarina (SC, Brasil), em profundidades entre 6 e 30m, nas Ilhas da Reserva Biológica do Arvoredo.

Os primeiros experimentos com o cultivo de vieiras da espécie *N. nodosus* no Brasil foram iniciados no começo da década de 1990, em Santa

Catarina, mas somente após 2006 em grande escala. Inicialmente, a maior dificuldade era a obtenção de sementes, visto que a espécie não forma bancos populacionais densos, pois apresenta baixa taxa de assentamento e espalha-se por uma área geográfica ampla, possui padrões reprodutivos irregulares, o que dificulta a captação dos juvenis em ambiente natural, principalmente diante da hidrodinâmica complexa da região. Assim, a produção de juvenis em laboratório foi proposta como a fonte alternativa para desenvolver a atividade da aquicultura e os estudos foram focados nesta direção (AVELAR, 2000; RUPP e PARSONS, 2016). Atualmente, a tecnologia de produção de juvenis em laboratório está bem estabelecida no Brasil (RUPP e PARSONS, 2004; RUPP *et al.*, 2004 e 2005).

Entre 1990 e 2000, eram realizados apenas cultivos experimentais e pesquisas voltadas à área de controle de reprodução, cultura de juvenis e adultos, bem como técnicas de produção de sementes em laboratório, desenvolvidos em Santa Catarina, em esforços conjuntos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI e da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Após 2000 cultivos de pequeno porte foram iniciados no estado, com produção em torno de 3 a 6 toneladas anuais, sendo que no ano de 2013 a produção teve um aumento de 500%, passando para 28 toneladas de produção.

Paralelamente, no estado do Rio de Janeiro, em 1994 foi criado o Projeto de Repovoamento Marinho da Baía da Ilha Grande - Pomar, pelo Instituto de Ecodesenvolvimento da Baía da Ilha Grande - IEDBIG, com o apoio da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobras/Eletronuclear, com objetivo de preservar as vieiras promovendo o repovoamento marinho da Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis (RJ, Brasil), por meio da produção de juvenis em laboratório, no estado estes moluscos foram quase extintos devido à pesca de arrastão (ELETROBRAS, sem data).

O IEDBIG é um laboratório especializado na produção de larvas de vieiras, que está localizado em Angra dos Reis e garante a oferta dos juvenis aos produtores, realizando a doação da primeira carga de sementes aos maricultores da região e oferecendo a capacitação para o cultivo (ELETROBRAS, sem data).

De acordo com o IBGE (2016), em Angra dos Reis, a produção de

ostras, vieiras e mexilhões alcançou 53 toneladas de produção dos moluscos em tamanho comercial, gerando um valor de mercado em torno de R\$ 954 mil, já a produção de sementes chegou a 3,85 milhões de unidades, com um valor comercial em torno de R\$ 501 mil.

A Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ (2015) relatou a produção de vieiras em 29.274,5 dúzias, na Baía da Ilha Grande em 2015. *N. nodosus* é o principal molusco cultivado no local, atividade facilitada pela presença do IEDBIG, e os maricultores do local geralmente produzem a vieira, além do mexilhão, utilizando espinheis ou long-lines.

Atualmente, na Baía da Ilha Grande, o cultivo de vieiras é uma atividade complementar, realizada em tempo parcial pelos pescadores artesanais que possuem entre 2 e 6 long-lines de 15-20 metros de extensão e mantêm uma produção de subsistência, em sistemas familiares de produção. O crescimento da atividade na região requer a integração de vários fatores, começando com a conscientização e motivação dentro da comunidade quanto ao potencial econômico da pectinicultura. Apesar do alto valor de vieiras no comércio local, normalmente são vendidas como produto vivo fresco, o mercado é sazonal e limitado. O potencial para expandir esta atividade para escalas maiores requer um abastecimento regular do produto, local adequado ao processamento da carne, estratégias de embalagem, marketing e adequação aos sistemas de inspeção alimentar, regidos por normas governamentais, possivelmente sob a coordenação de associações de produtores e cooperativas locais (ABELIN, 2013; RUPP e PARSONS, 2016).

Quanto ao cultivo de vieiras em outros estados, na região de Piuma, Estado do Espírito Santo, houve iniciativas de cultivo piloto, porém não há registros de produção comercial no local. Com apoio do Ministério da Pesca e Aquicultura, o Litoral Norte do Estado de São Paulo passou a desenvolver a cultura de *N. nodosus*, embora dados estatísticos oficiais do cultivo de vieiras não estejam disponíveis para a região, informações das associações de produtores locais indicam uma produção aproximada de 4 toneladas para a região, em 2013 (RUPP e PARSONS, 2016).

As atividades comerciais de malacocultura no Estado de São Paulo começaram na década de 80, por meio da mitilicultura, que teve sua implantação efetivada na década de 90, com contribuição do Instituto de Pesca



da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, através de pesquisas realizadas na Base de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, localizada em Ubatuba (SP), para promover a atividade na região. O ordenamento das atividades de maricultura na região iniciou-se em 2001, com o georreferenciamento dos pontos ideais para implantação de cultivos, conforme variáveis técnicas, ambientais e sociais (GELLI, 2007).

Ao final de 2008 foi criado o “Projeto Vieiras”, de caráter socioeconômico, envolvendo 12 famílias de pescadores na Vila da Picinguaba, em Ubatuba (SP), e financiado pelo Ministério da Agricultura e Pesca, com recursos do Projeto Maricultura Familiar (NÉIA, 2013). Oficialmente, o projeto foi apresentado em 2010 por uma ONG, com objetivo de dar suporte à produção de aproximadamente 20 mil vieiras ao mês, contando com uma balsa de cultivo, máquinas para limpeza e separação do produto e uso de pacote tecnológico chileno, sendo que além do financiamento do Ministério da Pesca e da Aquicultura, teve apoio da Prefeitura de Ubatuba, Instituto de Pesca e Associação dos Maricultores do Estado de São Paulo – AMESP (UBATUBA, 2010). De acordo com NÉIA (2013), o estoque da Associação de Maricultores de Picinguaba podia atender até 80 restaurantes mensalmente, no início de 2013, com a venda do molusco fresco, visto que o produto não contava com Selo de Inspeção Federal – SIF para passar por processamento.

Além da comunidade de Picinguaba, também pescadores de outras praias como Bonete, Peres, Ilha da Rapada passaram a cultivar vieiras (UBATUBA, 2010).

Com o uso das técnicas disponíveis, juntamente com protocolos de manejo apropriados e aprimoramento das pesquisas em todas as fases de cultivo, a pectinicultura pode tornar-se uma atividade promissora e, embora ainda não seja robusta como a criação de outros moluscos no Brasil, tende a aumentar conforme os produtores habituem-se à cultura e as áreas aquícolas marinhas sejam ampliadas. Porém, é necessário suplantar barreiras como os altos custos de produção, morosidade nos processos de cessão de áreas marinhas e limitação do mercado interno (RUPP e PARSONS, 2016).

### **1.3. Perspectivas para a pectinicultura na Praia da Cocanha (Caraguatatuba)**

Mesmo com o pequeno volume de produção no Estado de São Paulo, por apresentar um alto valor comercial, podendo alcançar elevadas taxas de produtividade, o cultivo da espécie *Nodipecten nodusus* pode tornar-se uma alternativa para diversificar as atividades de pesqueiras e aquícolas no município de Caraguatatuba, hoje restritas respectivamente à pesca artesanal, em declínio, e ao cultivo de mexilhões (mitilicultura) da espécie *Perna perna* (Linnaeus, 1758), no Parque Aquícola da Ilha da Cocanha. A pectinicultura, devido à possibilidade de ser realizada em agregação com outras espécies, pode tornar-se uma opção complementar à renda na região (FAGUNDES *et al.*, 2004).

A mitilicultura teve início na Praia da Cocanha quando a Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo passou a desenvolver um projeto de capacitação para o desenvolvimento da atividade no local, a partir de 1989, com aporte técnico do Instituto de Pesca. Em 2000, foi criada a Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha, Caraguatatuba (SP) – MAPEC (FIGURA 1), formada por maricultores e pescadores da comunidade. A partir de maio de 2007, foi realizada uma parceria entre o Instituto de Pesca e a MAPEC, sendo firmado um termo de cooperação entre estas instituições para a realização de pesquisas na localidade, de forma a integrar os produtores nos projetos de estudo, com o objetivo de atestarem sucesso das técnicas a serem adotadas na rotina de trabalho da comunidade. Também, advindo a participação de alunos e pesquisadores de diversas instituições de Caraguatatuba, colaborando com a produção científica sobre os aspectos técnicos para melhoramento da produtividade dos cultivos (MARQUES *et al.*, 2008).

Atualmente, 18 famílias de maricultores da Praia da Cocanha praticam a mitilicultura como atividade comercial, visto que o consumo de mexilhões tem grande demanda e representa o grande potencial da atividade (GELLI e MARQUES, 2013; CARAGUATATUBA, 2016); estes produtores contam com um Box de comercialização de pescados e moluscos, que atendem as normas sanitárias instituídas pela Coordenadoria de Controle de Doenças Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo, por meio da Portaria CVS 5, quanto às boas práticas para estabelecimentos comerciais de alimentos (SÃO PAULO, 2013).



FIGURA 1 – Imagem de satélite da sede da MAPEC e do local do experimento (retângulo laranja), em um dos parques aquícolas da Praia da Cocanha. Fonte: Google Maps (2018).

Os maricultores estão habituados ao manejo dos mexilhões e poderão adaptar-se ao cultivo das vieiras. Ambas as espécies alimentam-se ao filtrar a água do mar e são nativas, fatores que reduzem os impactos ambientais.

Para verificar a possibilidade do cultivo de vieiras em Caraguatatuba, foi realizado um cultivo experimental entre os meses de março/2014 e janeiro/2015, de forma conjugada com os mexilhões utilizando-se as estruturas de long-lines já utilizadas para a mitilicultura, testando-se o cultivo suspenso, em uma das áreas aquícolas da MAPEC. O cultivo experimental mostrou que produzir *N. nodosus* em Caraguatatuba é viável, sendo observada uma taxa de sobrevivência final em torno de 70 a 80%.

Para os Parques Aquícolas da Praia da Cocanha (FIGURA 2), com profundidades de aproximadamente 5m, o cultivo suspenso é indicado. ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006) perceberam crescimento significativamente maior de juvenis de *N. nodosus* em 4m de profundidade, em baixas densidades de cultivo, devido às taxas mais altas de clorofila-a, e menor concentração de matéria orgânica. O cultivo suspenso também facilita o manejo dos organismos e conta com menor custo de equipamentos (MENDOZA *et al.* 2003).



FIGURA 2 - Parques aquícolas da Praia da Cocanha, adjacentes à Ilha da Cocanha e Ilhote de Fora. Foto: José Luiz Alves

#### 1.4. O cultivo de *N. nodosus*

A espécie *Nodipecten nodosus* é a maior vieira conhecida no Brasil, porém não pode ser obtida do ambiente natural, assim a extração de gametas (FIGURA 3) para a produção de juvenis ocorre em laboratório de forma bem estabelecida, principalmente no estado de Santa Catarina, que é o maior produtor nacional.

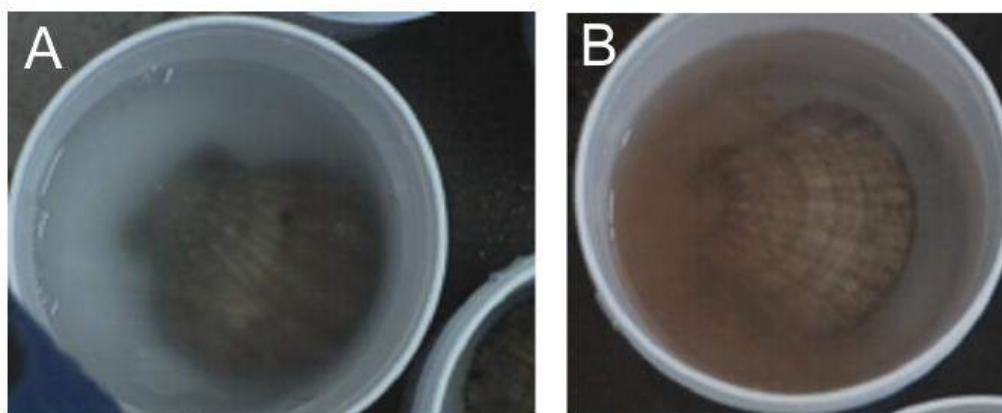


FIGURA 3 – Gametas de *N. nodosus*: A) Espermatozoides; B) Oócitos.  
Fonte: VELASCO e BARROS (2008)

Sistemas de cultura mais utilizados para de *N. nodosus* são os cultivos de suspenso e de fundo.

Em cultivo suspenso, os bivalves ficam suspensos na coluna d'água, por métodos que usam sistemas de flutuação como long-lines (FIGURA 4),

linhas largas fixadas por âncoras em suas extremidades e suspensa por flutuadores (VELASCO e BARROS, 2008).

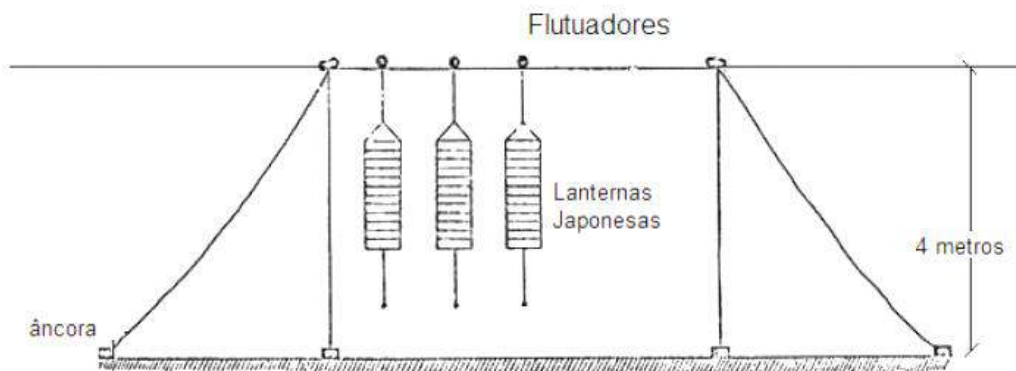


FIGURA 4 – Esquema, sem escala, do sistema long-line. Fonte: ROMA (2007).

Entre os cultivos de fundo estão incluídos os métodos que utilizam os sedimentos na superfície do assoalho oceânico, tanto para apoiar os sistemas de crescimento como cultivar os animais diretamente sobre ele. Não possuem sistemas de flutuação. Em vieiras, a cultura de fundo é usada apenas para animais com comprimentos maiores que 30 mm (VELASCO e BARROS, 2008).

Atualmente, no Brasil, utiliza-se cultivo suspenso em lanternas (FIGURA 5), mas tende-se a substituição futura das mesmas por cestas plásticas, visto que são mais duráveis e resistentes (MARQUES, 2014).

As lanternas possuem formato cilíndrico, consistem em uma rede que envolve pisos circulares, reforçados por quatro cabos paralelos fixados de forma vertical (BUENO *et al.*, 2010), estes cabos servem como suporte para um cabo central que será preso ao long-line em cultivo suspenso.



FIGURA 5 – Lanternas com abertura de malha entre 15 e 20 mm, utilizadas no experimento. Fonte: Acervo do autor (2017).

No mar o cultivo geralmente é feito em duas etapas. Após um período de aclimação por 30 dias, inicia-se o cultivo intermediário onde as vieiras são cultivadas sob altas densidades (1000 a 2000 por m<sup>2</sup>) por um período de quatro ou cinco meses até atingirem a altura de 50 mm. A partir daí a densidade de estocagem é reduzida para 100 a 600 animais/m<sup>2</sup>, iniciando-se o período de engorda ou crescimento final, que prossegue até os animais atingirem a altura adequada para a comercialização, geralmente entre 60 e 70 mm. A altura é a medida da maior dimensão do eixo (FIGURA 6), calculada da charneira da valva até a margem oposta da mesma (RUPP, 2007).



Figura 6 – Medida da maior dimensão do eixo. Fonte: Acervo do autor (2017).

Pesquisas sobre a fase de crescimento final em campo têm sido realizadas em diversos países da América, como na Colômbia (VELASCO *et al.*, 2009; LÓPEZ-NAVARRO *et al.*, 2010), México (ARELLANO-MARTINEZ *et al.*, 2011; KOCH *et al.*, 2015) e Venezuela (LODEIROS *et al.*, 1998; FREITES *et al.*, 2010). No entanto há poucas pesquisas a respeito no Brasil, entre as quais se destacam estudos sobre influência da profundidade (ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006; RUPP, 2007); densidade e frequência de limpeza dos animais (RUPP, 2007), modelos de estruturas de cultivo (BUENO *et al.*, 2010) e o controle biológico do fouling (ROMA *et al.*, 2009). Torna-se necessário assim, estudar as densidades de estocagem e o manejo do cultivo, no sentido de maximizar o crescimento e ao mesmo tempo reduzir o custo de produção.

Conforme BRAND (2006), diferentes espécies de pectinídeos estão distribuídas por todo o mundo e fatores ambientais como temperatura, por exemplo, são limitantes para a distribuição geográfica das mesmas, afetando

ainda, direta ou indiretamente, a reprodução e sobrevivência de juvenis e adultos, por exemplo no caso de *Chlamys islandica*, espécie sub-ártica que geralmente ocorre em temperaturas que variam entre -1.3°C to 8°C. Quanto à espécie *N. nodosus*, as temperaturas baixas, entre 13,7 e 22,7° C, limitam o crescimento (ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006) e altas temperaturas comprometem a sobrevivência dos indivíduos (FREITES *et al.*, 1999; ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006). No estado de Santa Catarina, Brasil, em pesquisas realizadas por RUPP e PARSONS (2004) com *N. nodosus*, as salinidades abaixo de 29‰ causaram estresse fisiológico nos organismos; após 48 horas de exposição, a temperatura de 29,8 °C foi registrada como letal, assim como as salinidades abaixo de 23,2‰.

HARDY (2006) ressalta que níveis de salinidade também são de extrema importância para os pectinídeos e muitas espécies não sobrevivem em áreas com salinidade inferior a 30 partes por mil.

Além de temperatura e salinidade, outros parâmetros devem ser observados para o sucesso do cultivo dos pectinídeos, como a necessidade da limpeza constante das estruturas de cultivo com objetivo de aumentar a circulação de água no interior das mesmas e remoção do “fouling” ou espécies competidoras que se associam às vieiras e podem causar a mortalidade das mesmas. Porém, aconselha-se evitar ao máximo a retirada de incrustações das conchas, o procedimento causa estresse aos moluscos, podendo afetar o índice de sobrevivência na cultura (LODEIROS e HIMMELMAN, 1996; GELLI *et al.*, 2005). Conseqüentemente, as peculiaridades relacionadas ao manejo das estruturas e das vieiras elevam os custos de produção, em relação à mão de obra.

Uma contrapartida para os altos custos de mão de obra, principalmente com os serviços de limpeza das estruturas de cultivo de vieiras, é que como os demais moluscos bivalves, as vieiras alimentam-se por filtração de partículas orgânicas e fitoplâncton presentes na água (FARIAS e URIARTE, 2006), não havendo necessidade de gastos com arraçoamento (HARDY, 2006); portanto, o sucesso da produção de moluscos bivalves depende da disponibilidade de alimentos na água (PROENÇA, 2002). Outro ponto positivo é a realização dos cultivos em águas marinhas, desde que se atendam as legislações específicas em cada região para obtenção de licença ou autorização para uso da água. No

território brasileiro, a cessão de uso da água é de anuência da Secretaria do Patrimônio da União – SPU (BRASIL, 2003).

Pesquisas em diversas fases de crescimento são realizadas visando aumentar a produtividade do cultivo de *N. nodosus*. Estudos para aprimorar as tecnologias de reprodução em laboratório, produção de larvas e desenvolvimento de pós-larvas e sementes são de grande importância (RACOTTA *et al.*, 2003; MAES, 2007; ARELLANO-MARTÍNEZ, 2011). Há também publicações sobre crescimento e sobrevivência em relação a diversas variáveis como profundidade, alimento disponível, ambiente (BARRIOS-RUIZ, 2003; MENDOZA *et al.*, 2003; ARELLANO-MARTÍNEZ *et al.*, 2011).

Pesquisas relativas à densidade de cultivo de *N. nodosus* são relevantes para a avaliação da possibilidade de cultivar o maior número possível de indivíduos, mantendo-se um bom índice de crescimento e baixa taxa de mortalidade. Em Santa Catarina, Brasil, altas taxas de densidade populacionais em pós-larva levaram ao baixo índice de crescimento, porém sem diferenciação na sobrevivência (RUPP *et al.* 2004). Sobre densidade de vieiras juvenis em Golfo de Cariaco, Venezuela, ACOSTA *et al.* (2000) verificaram um padrão similar de crescimento dos tecidos somáticos, porém com diferenciação nas magnitudes, de forma inversamente proporcional às densidades de cultivo, mas não observaram-se efeitos em relação à sobrevivência. VELASCO *et al.* (2009) corroboram com estes autores, em pesquisas com vieiras juvenis no Caribe. Entretanto, KOCH *et al.* (2005) apesar de perceberem rápido crescimento de juvenis em baixas densidades, relataram a ocorrência de mortalidade em altas densidades na Bahía Magdalena, México. OSUNA-GARCÍA *et al.* (2008) analisaram a densidade em relação ao crescimento de juvenis na Reserva da Biosfera de El Vizcaíno, México, com cultivo de 40, 60 e 80% por área, concluindo que a densidade influencia o desempenho da produtividade do cultivo de vieiras, sendo que crescimento e sobrevivência diferenciaram-se de forma inversamente proporcional à densidade. Efeitos similares foram observados em pesquisas sobre o cultivo *N. nodosus* na fase de crescimento final (ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006; LÓPEZ-NAVARRO *et al.*, 2010).

As pesquisas sobre as densidades são justificadas pelo motivo que a alta densidade populacional pode levar a uma competição intraespecífica e



consequentemente causar mortalidade, por ocorrência de um mecanismo conhecido, em inglês, como “self-thinning”. Este mecanismo é uma forma de autorregulação da densidade populacional, por meio da qual ocorre o ajuste da população aos recursos disponíveis (WESTOBY, 1984).

TAYLOR *et al.* (2006) desenvolveram um estudo econômico em Bahía Magdalena, México, com vieiras em densidades de 40% e 60% da área de cultivo, em três sistemas de cultura distintos. Os pesquisadores concluíram que, para todos os métodos, as condições de crescimento foram melhores para a densidade de 40%, porém representando-se um período de 10 anos, a densidade de 60% apresentou maior rentabilidade em relação aos procedimentos e manejo necessários à produção de vieiras.

Estudos sobre a influência da densidade populacional em cultivos de *N. nodosus* no Brasil são escassos para a fase final de crescimento, quando as vieiras atingem alturas aproximadas a 65 mm.

Visto que a maior parte da bibliografia consultada acusou grande influência da densidade, em todas as fases de cultivo de vieiras, em relação ao crescimento, mas não quanto à sobrevivência, neste estudo vieiras maiores que 65 mm foram distribuídas em diferentes densidades de ocupação da área de cultivo para verificação da existência de crescimento compensatório em vieiras mantidas em altas densidades na fase de cultivo intermediário e posteriormente cultivadas em densidades normais na fase de crescimento final.

### **1.5. Crescimento compensatório**

O crescimento compensatório (CC) pode ser definido como uma fase de rápido crescimento de uma espécie quando as condições ambientais tornam-se favoráveis após um período de depressão de crescimento (ALI *et al.*, 2003). Segundo a definição de ALI *et al.* (2003), crescimento compensatório (CC) é a resposta que tende a restaurar a trajetória de crescimento original, sendo identificado por ser significativamente mais rápido que a taxa de crescimento dos indivíduos mantidos em condições normais, de controle, que não experimentaram depressão do crescimento, quando voltam a ser mantidos em condições comparáveis.

O CC permite que animais que passem por períodos com queda de

crescimento, em algum momento, consigam alcançar o tamanho de animais com a mesma idade e que não viveram condições ambientais desfavoráveis.

O termo crescimento compensatório, além de ser usado no sentido de descrever o crescimento acelerado de um indivíduo após um período de depressão do crescimento ou correlação negativa entre taxas de crescimento em períodos de tempo sucessivos, pode ser usado ainda para descrever a resposta do aumento das taxas de crescimento individual em uma população, após uma redução na densidade populacional, decorrente do aumento no suprimento de alimentos.

De acordo com ALI *et al.* (2003), existem “graus de compensação”, quando um indivíduo que passe por alguma restrição, com conseqüente depressão em sua taxa de crescimento, pode recuperar seu tamanho parcial, total ou em excesso e ainda não se recuperar; tudo em relação à idade/tamanho de um indivíduo “controle”, que não passou por qualquer fase de comprometimento de seu crescimento. A compensação total ocorre quando os animais desfavorecidos alcançam o mesmo tamanho de um indivíduo de mesma idade, que foi mantido em condições favoráveis para crescimento. A compensação parcial ocorre quando os animais desfavorecidos não alcançam o mesmo tamanho de um indivíduo de mesma idade mantido em condições favoráveis, mas mostram taxas de crescimento relativamente rápidas.

Ainda, o estudo de ALI *et al.* (2003) relata que CC foi observado em diversos animais vertebrados e invertebrados, mas em teleósteos é possível identificar o processo compensatório em quase todas as fases do ciclo de vida. Em pesquisas com peixes também foi percebido o CC decorrente de fatores depressores como a privação de alimento (TURANO *et al.*, 2007), baixa temperatura (NICIEZA e METCALFE, 1997), condições hipóxicas (FOSS e IMSLAND, 2002) e a exposição a compostos tóxicos (EL GHAZALI *et al.*, 2009). A existência de CC tem sido observada em diversos organismos aquáticos, como truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (NIKKI *et al.*, 2004), salmão do Atlântico (*Salmo salar*) (NICIEZA e METCALFE, 1997) e camarões *Fenneropenaeus chinensis* (WEI *et al.*, 2008). O CC em camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, após um período de cultivo em altas densidades, foi registrado por MARQUES e LOMBARDI (2011). Para moluscos existem poucas informações a respeito, destacando-se o trabalho de FERMIN

(2002) com abalones (*Haliotis asinina*). O CC foi detectado também em vieiras *Argopecten irradians* nos EUA, através da comparação entre períodos de crescimento pré e pós-desova (AUSTER e STEWART, 1984).

No presente caso o CC poderia ser ocasionado após condições de estresse durante o cultivo, devido à competição intraespecífica decorrente da confinamento das vieiras em altas densidades na fase de cultivo intermediário. Conforme VELASCO e BARROS (2008), a alta densidade causa a limitação de oxigênio e alimento aos pectínídeos e aumento da interação entre eles, inclusive, podendo ocorrer “mordeduras” entre os indivíduos, que causam danos aos tecidos dos mesmos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

O objetivo geral do projeto foi verificar a existência de crescimento compensatório em vieiras mantidas em altas densidades na fase de cultivo intermediário e posteriormente cultivadas em densidades normais na fase de crescimento final. Isto foi realizado por meio da comparação entre alguns indicadores zootécnicos de produção (crescimento em altura, peso, peso do músculo adutor e índice de condição) registrados nas vieiras mantidas em diferentes condições de densidade. O desempenho, em cada densidade, foi registrado após o término da etapa de crescimento final para animais provenientes de cada uma das densidades testadas na etapa de cultivo intermediário.

### **2.2. Específicos**

Como objetivos específicos do trabalho, têm-se:

- a) Verificar a viabilidade de cultivo de vieiras em altas densidades na etapa de cultivo intermediário;
- b) Determinar as melhores densidades de cultivo nessa etapa;

- c) Avaliar o crescimento de vieiras provenientes das diferentes densidades na fase de cultivo intermediário após sua transferência para baixas densidades na fase de crescimento final.

### 3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Com a finalidade de publicar os resultados do presente trabalho, foi elaborado o artigo científico intitulado “**Crescimento compensatório em vieiras *Nodipecten nodosus* cultivadas em Caraguatatuba, Estado de S. Paulo**”, o qual é apresentado a seguir, conforme as normas para publicação do periódico científico “Aquaculture Research”, classificado com o nível A-2 no Qualis da CAPES, para a área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, R.T. 1974. American Seashells. *The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. Second Edition. Van Nostrand Reinhold Company. 663 p.

ABELIN, P. 2013 *Scallop farming as a subsistence activity in coastal fishing communities along the southeast coastal region in Brazil: Lessons and opportunities*. In: *19 th International Pectinid Workshop, Book of abstracts*. 33 p. Disponível em <<https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=38842>> Acesso em: 3 fev. 2018.

ACOSTA, V.; FREITES, L.; LODEIROS, C. 2000 Densidad, crecimiento y supervivencia de juveniles de *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* (Pteroida: Pectinidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 48(4): 799-806.

ALBUQUERQUE, M.C.; FERREIRA, J.F. 2006 Eficiência comparada do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) em diferentes densidades e profundidades. *Biotemas*, Florianópolis, 19(2): 37-45.

ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R.J. 2003 Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4(2): 147-190.

ARELLANO-MARTINEZ, M.; CEBALLOS-VÁZQUEZ, B.P.; RUIZ-VERDUGO, C.; LEÓN, E.P.; CERVANTES-DUARTE, R.; DOMÍNGUEZ-VALDÉZ, P.M. 2011 Growth and reproduction of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* in a suspended culture system at Guerrero Negro lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Aquaculture Research*, 42: 571-582.

AUSTER, P.J.; STEWART, L.L. 1984 Compensatory growth in the Bay scallop, *Argopecten irradians* (L.). *Journal of the Northwest Atlantic Fisheries Science*, 5: 103-104.

AVELAR, J. L. 2000 O cultivo de vieiras no estado do Rio de Janeiro. *Panorama da Aquicultura*. 62: 41-47.

BARRIOS-RUIZ, D.; CHÁVEZ-VILLALBA, J.; CÁCERES-MARTÍNEZ, C. 2003 Growth of *Nodipecten subnodosus* (Bivalvia: Pectinidae) in La Paz Bay, Mexico. *Aquaculture Research*, 34 (8): 633-639.

BRAND, A. R. 2006 *Scallop Ecology: Distributions and Behaviour*. In: SHUMWAY, S. E.; PARSONS, G. J. *Scallops: Biology, Aquaculture, and Fisheries*, vol. 35, Oxford, Elsevier Science, Amsterdam, p. 651-744.

BRASIL. 2003 DECRETO nº. 4.895, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de novembro de 2003, Seção 1, p.62.

BUENO, R.S.; MARQUES, H.L.A., ROMA, R.P.C.R. 2010 Crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), (Mollusca: Pectinidae) em diferentes estruturas de cultivo na Praia Grande do Bonete, Ubatuba, Estado de São Paulo. *Biotemas, Florianópolis*, 23(1): 121-130.

CARAGUATATUBA. 2016 *Relatório Técnico 28/2016 - Vistoria ao Parque Aquícola da Cocanha – Cultivo de mexilhões, acompanhamento da replantação*. Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca de Caraguatatuba. Documento não publicado, 6p.

EL GHAZALI, I.; SAQRANE, S.; CARVALHO, A.P. 2009 Compensatory growth induced in zebrafish larvae after preexposure to a *Microcystis aeruginosa* natural bloom extract containing microcystins. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(1): 133-146.

ELETROBRAS (sem data, *online*) *Projeto Pomar*. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/ResponsabilidadeSocioambiental/pomar.aspx>> Acesso em: 3 fev. 2018.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 2016 Síntese Informativa da Maricultura 2015. *Epagri*. Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Sintese-informativa-da-maricultura-2015.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2017.

FAGUNDES, L.; GELLI, V.C.; OTANI, M.N.; MELONI-VICENTE, M.C.; FREDO, C.E. 2004 Perfil sócio-econômico dos mitilicultores do litoral paulista. *Informações Econômicas*, 34(5): 47-59. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/publicacoes/pdf/tec3-0504.pdf>> Acesso em: 13 fev. 2018.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2017 FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2015. *FAO - Food and Agriculture Organization*, Rome/Italy: 52p.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2018 Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Branch - *Statistical Query Results*. Disponível em: <[http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/8.5.16/figis/webapps/figis/temp/hqp\\_2934931139204160196.xml&outtype=html](http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/8.5.16/figis/webapps/figis/temp/hqp_2934931139204160196.xml&outtype=html)> Acesso em: 28 jan. 2018.

FARIAS, A.; URIARTE, I. 2006 *Nutrition in Pectinids*. In: SHUMWAY, S. E.; PARSONS, G. J. *Scallops: Biology, Aquaculture, and Fisheries*, vol. 35, Oxford, Elsevier Science, Amsterdam, p. 521-542

FERMIN, A.C. 2002 Effects of alternate starvation and refeeding cycles on food consumption and compensatory growth of abalone, *Haliotis asinina*. *Aquaculture Research*, 33(3): 197-202.

FOSS, A.; IMSLAND, A.K. 2002 Compensatory growth in the spotted wolffish *Anarrhichas minor* (Olafsen) after a period of limited oxygen supply. *Aquaculture Research*, 33(13): 1097-1101.

FREITES, L., CÔTÉ, J., HIMMELMAN, J.H., LODEIROS, C.J., 1999. Effects of wave action on the growth and survival of the scallops *Euvola ziczac* and *Lyropecten nodosus* in suspended culture. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 239 (1), 47-59.

FREITES, L.; GARCÍA, N.; TROCCOLI, L.; MAEDA-MARTÍNEZ, A.N.; FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. 2010 Influence of environmental variables and reproduction on the gonadal fatty acid profile of tropical scallop *Nodipecten nodosus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 157: 408-414.

FIPERJ – FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCADO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. 2015 *Relatório 2015, Governo do Estado do Rio de Janeiro – Secretaria de Desenvolvimento Regional, abastecimento e Pesca*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Ed. 2015: 1-174

GELLI, V.C.; ROMA, R.P.C.R.; MARQUES, H.L.A.; NOVAIS, A.B.G.; RODRIGUES, V.C.S. 2005 Influência do manejo da limpeza do *fouling* no crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten nodosus* cultivada em águas rasas no litoral de Ubatuba (SP). In: *Encontro Brasileiro de Malacologia*, 20, Rio de Janeiro, 25-29 jul. Anais... Sociedade Brasileira de Malacologia, Rio de Janeiro, p. 407.

GELLI, V. C. 2007 *Avaliação dos impactos econômicos do potencial de desenvolvimento da mitilicultura no município de Ubatuba – SP*. Jaboticabal. 60f. (Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – CAUNESP). Disponível em: <[https://alsafi.ead.unesp.br/bitstream/handle/11449/86723/gelli\\_vc\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://alsafi.ead.unesp.br/bitstream/handle/11449/86723/gelli_vc_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 3 fev. 2018.

GELLI, V.C. e MARQUES, H.L.A. 2013 *Análise de produção de mexilhões dos parques aquícolas do mexilhão Perna perna do município de Caraguatatuba*. Documento não publicado, 6p.

HARDY, D. 2006 *Scallop biology and ecology*. In: HARDY, D. 2006 *Scallop Farming*. 2nd. Ed. Blackwell Publishing. 328p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016 *Produção da Pecuária municipal - PPM / IBGE, PPM, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão*. Rio de Janeiro, Brasil, 44: 1-51

KOCH, V.; MAZÓN-SUÁTEGUI, J.M.; SINSEL, F.; MUNGARAY, M. R.; DUNN, D. 2005 Lion's paw scallop (*Nodipecten subnodosus*, Sowerby 1835) aquaculture in Bahía Magdalena, Mexico: effects of population density and season on juvenile growth and mortality. *Aquaculture Research* 36(5): 505-512.

KOCH, V.; RENGSTORF, A.; TAYLOR, M.; MAZÓN-SUÁTEGUI, J.M.; SINSEL, F.; WOLFF, M. 2015 Comparative growth and mortality of cultured Lion's Paw scallops (*Nodipecten subnodosus*) from Gulf of California and Pacific populations and their reciprocal transplants. *Aquaculture Research*, 46: 185-201.

KOSAKA, Y. 2016 *Scallop Fisheries and Aquaculture in Japan*. In: SHUMWAY, S. E.; PARSONS, G. J. *Scallops: Biology, Aquaculture, and Fisheries*, vol. 40, 3ed. Oxford, Elsevier Science, Amsterdam, p. 891-933.

KOSAKA, Y.; ITO, H. 2006 *Japan*. In: SHUMWAY, S. E.; PARSONS, G. J. *Scallops: Biology, Aquaculture, and Fisheries*, vol. 35, Oxford, Elsevier Science, Amsterdam, p.1093-1141.

LODEIROS, C. J.; HIMMELMAN, J. H. 1996 Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture Research*, 27: 749 – 756.

LODEIROS, C.; RENGEL, J.; FREITES, L.; MORALES, F.; HIMMELMAN, J.H. 1998 Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. *Aquaculture*, 165: 41-50.

LÓPEZ-NAVARRO, J.; GÓMEZ-LEÓN, J.; ROMERO, C.C.; ORTIZ, E.A. 2010 Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de *Nodipecten nodosus* (Bivalvia: Pectinidae) en un nuevo arte de cultivo. *Boletín de Investigaciones Marinas e Costeras*, 39(1): 177-189.

MAES, G. C. 2007 Eficiência de dois sistemas de cultivo de sementes de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em distintas densidades. Florianópolis, SC. 31f. (Relatório de conclusão do Curso de Engenharia de Aqüicultura. Universidade Federal de Santa Catarina). Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/119021/242263.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 02 jan. 2018.

MARQUES, H.L.A.; BORDON, I.C.A.C.; ALVES, J.L.; MEDEIROS, A.M.Z. 2008 Produção de mexilhões jovens (sementes) por maricultores da praia da Cocanha, Caraguatatuba, (SP). *Tecnologia & Inovação Agropecuária*, 2: 87-93.

MARQUES, H.L.A.; LOMBARDI, J.V. 2011 Compensatory growth in Malaysian prawns reared at high densities during the nursery phase. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(4): 701-707.

MARQUES, H.L.A. 1998 *Criação comercial de mexilhões*. Editora Nobel, São Paulo. 111p.

MARQUES, H.L.A. 2014 Projeto: Agregação de valor ao pescado da pesca artesanal e desenvolvimento da aquicultura no Litoral Norte de São Paulo. Curso de Moluscos Bivalves Marinhos (IFSP – Campus Caraguatatuba, São Paulo - Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Instituto de Pesca). Documento não publicado.

MENDOZA, Y.; FREITES, L.; LODEIROS, C.; LÓPEZ, J.A.; HIMMELMAN, J.H. 2003 Evaluation of biological and economical aspect of the culture of the scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* in suspended and bottom culture. *Aquaculture*, 221(1-4): 207-219.

MONTIBELLER, G. F. 2002 Maricultura e Meio Ambiente: A experiência da Escócia como alerta para o Brasil. *Portal de Periódicos UFSC - Textos de Economia*, 8 (1): 193-206. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/6080/5645>> Acesso em: 17 nov. 2017.

NÉIA, J. P. 2013 Cultivo de vieiras gera emprego e renda na Picinguaba. *Jornal A Folha de Ubatuba*, Jan. 2013 (1): Disponível em: <[https://issuu.com/afolhadeubatuba/docs/jornal\\_a\\_folha\\_ubatuba\\_edi\\_\\_o\\_1](https://issuu.com/afolhadeubatuba/docs/jornal_a_folha_ubatuba_edi__o_1)>

NICIEZA, A.G.; METCALFE, N.B. 1997 Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability. *Ecology*, 78(8): 2385-2400.

NIKKI, J.; PIRHONEN, J.; JOBLING, M. 2004 Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture*, 235(1-4): 285-296.

OECD – Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2015 OECD-FAO Agricultural Outlook 2015. *OECD Publishing*, Paris. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en)> Acesso em: 02 jan. 2018.

OSUNA-GARCÍA M.; HERNANDEZ-LLAMAS A.; MAZÓN-SUÁSTEGUI, J.M. 2008 Production dynamics of the giant lions-paw scallop *Nodipecten subnodosus* cultivated off-bottom. *Aquaculture*, 274: 260-267.

PROENÇA, L. A. O. 2002 Clorofila a do fitoplâncton em seis enseadas utilizadas para o cultivo de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina. Notas Técnicas. *Facimar*, 6: 33-44.



PUYANA, M.; VELASCO, L.A. 2009 Bioecología y taxonomía de las especies de pectínidos comerciales de Colombia. IN: VELASCO, L.A. *Biología y cultivo de los pectínidos de interés comercial de Colombia*.

RACOTTA, I. S.; RAMIREZ, J. L.; IBARRA, A. M.; RODRÍGUEZ-JARAMILLO, M. C.; CARREÑO, D.; PALACIOS, E. 2003 Growth and gametogenesis in the lion-paw scallop *Nodipecten (Lyropecten) subnodosus*. *Aquaculture*, 217: 335-349.

RIOS, E.C., 2009. *Compendium of Brazilian Seashells*. Ed. Evangraf, Rio Grande, p. 668.

ROMA, R.P.C.R. 2007 Uso de biocontroladores na redução do "fouling" em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil. São Paulo. 56f. (Dissertação de Mestrado. Instituto de pesca, APTA). Disponível em: <<https://www.pesca.sp.gov.br/pos-graduacao/dissertacoes-defendidas/category/6-ano-2007?download=48:uso-de-biocontroladores-nareducao-do-fouling-em-um-cultivo-de-vieiras-nodipecten-nodosus-linnaeus-1758-em-ubatuba-sp-brasil>> Acesso em: 16 nov. 2017.

ROMA, R.P.C.R.; MARQUES, H.L.A.; BUENO, R.S. 2009 Controle biológico de organismos incrustantes em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, 22(4): 107-115.

RUPP, G.S. 1994 Obtenção de reprodutores, indução à desova, cultivo larval e pós larval de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia). Florianópolis, Brasil, 132 p. (Dissertação de Mestrado. Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina) Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76065>> Acesso em: 3 fev. 2018.

RUPP, G.S. 2001 Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* no Brasil: Subsídios para o desenvolvimento sustentado. *Revista Panorama da Aquicultura* 66. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/66/vieira66.asp>> Acesso em: 16 nov. 2017.

RUPP, G.S. 2007 Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* em Santa Catarina: influência da profundidade, densidade e frequência de limpeza. *Boletim Técnico da EPAGRI* 135: 83p.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J. 2004 Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the Lyon's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limit. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309: 173:198.

RUPP, G. S.; PARSONS, G. J. 2016 *Aquaculture of the Scallop Nodipecten nodosus in Brazil*. In: SHUMWAY, S. E.; PARSONS, G. J. *Scallops: Biology*,

*Aquaculture, and Fisheries*, vol. 40, 3ed. Oxford, Elsevier Science, Amsterdam, p. 999-1018.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.J.; BEM, M.M. 2004 Effect of depth and stocking density on growth and retrieval of the postlarval lion's paw scallop. *Journal of Shellfish Research*, 23: 473-482.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.J.; BEM, M.M. 2005 Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. *Aquaculture*, 243: 195-216.

SÃO PAULO. 2013 Portaria CVS 5, de 09 de abril de 2013. Aprova o regulamento técnico sobre boas práticas para estabelecimentos comerciais de alimentos e para serviços de alimentação, e o roteiro de inspeção. Secretaria de Estado da Saúde Coordenadoria de Controle de Doenças Centro de Vigilância Sanitária. *Diário Oficial do Estado*, São Paulo, 19 de abril de 2013, nº. 73, Poder Executivo, Seção 1, p. 32 – 35.

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

SMITH, J.T.1991 *Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: Lyropecten, 'Macrochlamis', Vertipecten, and Nodipecten species*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1391: 136p Disponível em <<https://pubs.usgs.gov/pp/1391/report.pdf>> Acesso em: 28 jan. 2018.

TAYLOR M.H.; KOCH V.; WOLFF M.; SINSEL F. 2006 Evaluation of diferent shallow water culture methods for the scallop *Nodipecten subnodosus* using biologic and economic modeling. *Aquaculture*, 254: 301–316.

TORRAS, B. F. (2012) Do apóstolo ao peregrino: a iconografia de São Tiago na escultura devocional medieval em Portugal. *Medievalista*. 12, (Julho - Dezembro 2012). Disponível em <<http://www2.fcsh.unl.pt/iem/medievalista/MEDIEVALISTA12\torras1204.html>> Acesso em: 28 jan. 2018.

TURANO, M.J.; BORSKI, R.J.; DANIELS, H.V. 2007 Compensatory growth of pond-reared hybrid striped bass *Morone chrysops* x *Morone saxatilis*, fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38 (2): 250-261.

UBATUBA. 2010 “Ubatuba: A cidade poderá se tornar grande polo de cultivo de vieiras”. Assessoria de Comunicação da Prefeitura Municipal de Ubatuba. Disponível em: <<http://www.cidadespaulistas.com.br/not/not.asp?c=4650&pagina=125>> Acesso em: 3 fev. 2018.

VELASCO, L.A.; BARROS, J. 2008 *Puesta y fecundación en los los pectínidos de interés comercial de Colombia*. In: Velasco, L.A. 2008. *Biología y cultivo de*

*los pectínidos de interés comercial de Colombia*. Fondo de Publicaciones de la Universidad del Magdalena, Santa Marta: p. 87-106.

VELASCO, L.A.; BARROS, J.; GUERRERO, A. 2009 Effect of the density on the growth and survival of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus* in suspended culture. *Aquaculture Research*, 40: 687-695.

WEI, L.Z.; ZHANG, X.M.; LI, J.; HUANG, G.Q. 2008 Compensatory growth of Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis* following hypoxic exposure. *Aquaculture International*, 16: 455-470.

WESTOBY, M. 1984 The self-thinning rule. *Advances in Ecological Research*, 14: 167-225

WIELAND, T.; PAUL, J. 1983. Potential for scallop culture in the U.K., A joint report by the Industrial Development Unit and the Marine Fish Farm at Ardtoe. *Sea Fish Industry Authority, Industrial Development Unit. Scotland, U.K. Technical Report n. 224: p. 32*

## **CAPÍTULO 1**

### **Artigo Científico**

**(A ser encaminhado à publicação no periódico Aquaculture Research)**

**Crescimento compensatório em vieiras *Nodipecten nodosus*  
cultivadas em Caraguatatuba, Estado de S. Paulo**

**Crescimento compensatório em vieiras *Nodipecten nodosus* cultivadas  
em Caraguatatuba, Estado de S. Paulo**

**Compensatory growth in scallops *Nodipecten nodosus* farmed in  
Caraguatatuba, Sao Paulo State**

Cintia Fernanda Garcia, Márcia Santos Nunes Galvão, José Luiz Alves,  
Helcio Luis de Almeida Marques.

Fisheries Institute – Sao Paulo State Agricultural Department, Av. Francisco  
Matarazzo 455, 05001-900 Sao Paulo, SP, Brazil

**Abstract**

Scallops are bivalve molluscs pectinids of great commercial value. In Brazil, *Nodipecten nodosus* is the largest known species, and the State of Santa Catarina is the largest producer in Brazil. The production of juveniles in laboratory is well established; nevertheless, it is necessary to study better the stocking densities and forms of culture management, in order to maximize growth and to reduce production cost. Consequently, an interesting strategy to be adopted would be the assessing of a possible compensatory growth in this species, similarly to that observed in other aquatic organisms, in view of to enable the storage of juveniles at high densities during the intermediate culture phase and the use of high densities also during part of growing phase. Thus, this work aims was to assess the occurrence of compensatory growth in *N. nodosus* stocked at high densities (800, 1600 e 3200 m<sup>-2</sup>) during the intermediate phase (4 months) and subsequently transferred to low densities (50 m<sup>-2</sup>) during the growing phase. Data of growth in height, total weight and adductor muscle weight were compared by ANOVA. Water temperature, salinity, transparence, *a*-chlorophyll and suspended total solids were periodically monitored.

**Key words:** pectinids, pectinids culture, scallop growth, stock density.

## Resumo

As vieiras são moluscos bivalves pectnídeos de grande valor comercial. No Brasil, a espécie *Nodipecten nodosus* se destaca como a maior vieira conhecida, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor nacional. A produção de juvenis em laboratório já está bem estabelecida, entretanto há necessidade de estudar as densidades de estocagem e manejo do cultivo, no sentido de maximizar o crescimento e ao mesmo tempo reduzir custos de produção. Para tal, uma estratégia interessante seria a verificação da existência do crescimento compensatório na espécie, a exemplo do que ocorre em outros organismos aquáticos, com vistas a viabilizar a estocagem em altas densidades na fase de cultivo intermediário e utilização de altas densidades também durante parte da etapa de crescimento final. Com o presente trabalho pretendeu-se determinar a existência de crescimento compensatório em vieiras estocadas na fase de cultivo intermediário (4 meses) em altas densidades (800, 1600 e 3200 m<sup>-2</sup>) e posteriormente transferidas para baixas densidades (50 m<sup>-2</sup>) durante a etapa de crescimento final. Os dados de crescimento em altura, peso total, peso do músculo adutor e índice de condição foram comparados através de ANOVA. Dados de temperatura, salinidade, transparência, clorofila-a e sólidos totais em suspensão foram monitorados na água.

**Palavras chave:** pectnídeos, pectinicultura, cultivo de vieiras, densidade de estocagem.

## Introdução

As vieiras são moluscos bivalves pectnídeos de grande valor comercial em todos os países onde ocorrem, sendo que a produção mundial de cultivo encontra-se em constante evolução, tendo crescido 31,4% entre 2009 e 2015, ano em que foram produzidas cerca de 2 milhões de toneladas, correspondendo a um valor de produção da ordem de 3,24 bilhões de dólares (FAO, 2017).

No Brasil, a espécie *Nodipecten nodosus* se destaca por ser o maior dos pectnídeos conhecidos e apresentar rápido crescimento (RUPP e BEM, 2004),

sendo que o estado de Santa Catarina é o maior produtor nacional, com 37,21 toneladas em 2015 (EPAGRI, 2016). Os indivíduos juvenis são produzidos em laboratórios de produção sob condições controladas, sendo entregues aos produtores com uma altura variando entre 10 e 25 mm, para serem cultivados em ambiente natural no mar.

No mar o cultivo geralmente é feito em duas etapas. Após um período de aclimação por 30 dias, inicia-se o cultivo intermediário onde as vieiras são cultivadas sob altas densidades (1000 a 2000 por m<sup>2</sup>) por um período de quatro ou cinco meses até atingirem a altura de 50 mm. A partir daí a densidade de estocagem é reduzida para 100 a 600 animais/m<sup>2</sup>, iniciando-se o período de engorda ou crescimento final, que prossegue até os animais atingirem o tamanho adequado para a comercialização, geralmente entre 60 e 70 mm.

No Brasil a tecnologia de produção de jovens em laboratório está bem estabelecida (RUPP e PARSONS, 2004; RUPP *et al.*, 2004, 2005). Pesquisas sobre a fase de crescimento final em campo têm sido realizadas em diversos países da América, como na Colômbia (VELASCO *et al.*, 2009; LÓPEZ-NAVARRO *et al.*, 2010), México (ARELLANO-MARTINEZ *et al.*, 2011; KOCH *et al.*, 2015) e Venezuela (LODEIROS *et al.*, 1998; FREITES *et al.*, 2010). No entanto há poucas pesquisas a respeito no Brasil, entre as quais se destacam estudos sobre influência da profundidade (ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006; RUPP, 2007); densidade de estocagem e frequência de limpeza dos animais (RUPP, 2007); modelos de estruturas de cultivo (BUENO *et al.*, 2010) e o controle biológico do fouling (ROMA *et al.*, 2009) entre outros. Torna-se necessário assim, estudar as densidades de estocagem e o manejo do cultivo, no sentido de maximizar o crescimento e ao mesmo tempo reduzir o custo de produção. Para tal, uma estratégia interessante seria a verificação da existência do crescimento compensatório na espécie, com vistas a viabilizar a estocagem em altas densidades na fase de cultivo intermediário e a utilização de altas densidades também durante parte da etapa de crescimento final.

O crescimento compensatório (CC) pode ser definido como uma fase de rápido crescimento de uma espécie quando as condições ambientais tornam-se favoráveis após um período de depressão de crescimento (ALI *et al.*, 2003), ocasionado por condições inadequadas de cultivo como a privação de alimento (TURANO *et al.*, 2007), baixa temperatura (NICIEZA e METCALFE,

1997), condições hipóxicas (FOSS e IMSLAND, 2002) e a exposição a compostos tóxicos (EL GHAZALI *et al.*, 2009). A existência de CC tem sido relatada em diversos organismos aquáticos, como truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (NIKKI *et al.*, 2004), salmão do Atlântico (*Salmo salar*) (NICIEZA e METCALFE, 1997) e camarões *Fenneropenaeus chinensis* (WEI *et al.*, 2008). O CC em camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, após um período de cultivo em altas densidades, foi registrada por MARQUES e LOMBARDI (2011). Para moluscos existem poucas informações a respeito, destacando-se o trabalho de FERMIN (2002) com abalones (*Haliotis asinina*). O CC foi detectado também em vieiras *Argopecten irradians* nos EUA, através da comparação entre períodos de crescimento pré e pós-desova (AUSTER e STEWART, 1984).

Alguns autores estudaram as densidades de estocagem mais adequadas para o cultivo de vieiras em termos de crescimento e, para *Nodipecten nodosus* no Brasil, RUPP (2007) recomenda a densidade de 1576 animais / m<sup>2</sup> na fase intermediária (até a altura de 50 mm), e 635 / m<sup>2</sup> na fase de crescimento final, com redução dessa densidade após no máximo três meses de cultivo. Já ACOSTA *et al.* (2000) para a mesma espécie na Venezuela, preconizam uma densidade inicial de 2040 animais / m<sup>2</sup> na fase intermediária, com reduções mensais de densidade até a altura de 50 mm, a partir da qual se inicia a fase de crescimento final com 122 a 54 animais / m<sup>2</sup>. Os dois autores observaram efeito direto da densidade de cultivo sobre o crescimento, mas não registraram efeito significativo sobre a sobrevivência. Dessa forma, caso comprovada, a existência de CC em vieiras possibilitaria a utilização de altas densidades nas fases iniciais do cultivo, reduzindo os custos de produção nessa fase.

## **Métodos**

### *Área de Estudo*

Os experimentos foram conduzidos em long-lines de cultivo de mexilhão situados em uma das áreas aquícolas da MAPEC – Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha, situadas no município de Caraguatatuba (litoral norte de SP), sob as coordenadas 23°33'45"S e



45°26'15"W. Essas áreas constituem o maior polo produtor de mexilhões *Perna perna* no Estado de São Paulo.

A área aquícola utilizada neste experimento situa-se em local abrigado contra a penetração de ondulações e ventos fortes de sul e sudeste, devido à barreira geográfica formada pela Ilha de São Sebastião (município de Ilhabela (SP)) e localmente pela presença da Ilha da Cocanha e do Ilhote de Fora (Figura 1). A profundidade do local, medida durante a maré baixa de sizígia é de cerca de 5 metros.



Figura 1 – Imagem da Ilha da Cocanha e do Ilhote de Fora, com a localização da fazenda de mexilhões onde foi desenvolvido o presente trabalho. Fonte: Google Maps (2015).

Para as coletas de dados junto ao local de cultivo, foram utilizados uma embarcação de fibra de vidro pertencente à MAPEC e um motor de popa de 3,3 HP.

#### *Variáveis oceanográficas*

Semanalmente foram monitorados, junto ao local dos experimentos, os principais parâmetros ambientais como: a) temperatura da água (por meio de termômetro de coluna de mercúrio), b) salinidade (refratômetro-salinômetro de campo Bernauer), c) transparência (disco de Secchi). A temperatura e a salinidade foram medidas em água coletada a 1 metro de profundidade, por meio de uma garrafa adaptada para tal.

Mensalmente foi determinado o teor de clorofila-a, para estimar a

produtividade primária da água da região de cultivo, bem como sólidos totais em suspensão (STS) e matéria orgânica (MOS) e matéria inorgânica em suspensão (MIS) na água. A água para a determinação da clorofila-*a* e STS também foi coletada a 1 metro de profundidade e filtrada em filtros Millipore AP-20 (clorofila-*a*) e AP-40 (STS, MOS, MIS) pré-pesados com o auxílio de uma bomba a vácuo Prismatec. Os filtros já identificados, foram envoltos em papel alumínio e imediatamente congelados até a realização da análise em laboratório, em um espaço de tempo máximo de 3 dias. A filtração da água utilizada para análise da clorofila-*a* foi realizada em uma das salas localizadas na sede da Associação dos Maricultores e Pescadores da Praia da Cocanha. As análises em laboratório para a determinação da clorofila-*a*, STS, MOS e MIS foram feitas na Unidade Laboratorial de Referência em Limnologia, do Instituto de Pesca em São Paulo, através dos métodos descritos em APHA (2005).

#### *Delineamento experimental*

O tempo da realização do experimento totalizou 282 dias, entre os meses de outubro/2016 e julho/2017, incluindo o período de aclimação.

Foram utilizados juvenis de *Nodipecten nodosus* com altura inicial entre 10 e 20 mm, adquiridas junto ao Laboratório de Malacocultura do Instituto de Eco Desenvolvimento da Baía da Ilha Grande (IED-BIG), situado em Angra dos Reis (RJ), a 230 km da Praia da Cocanha.

Inicialmente, os juvenis ficaram aclimatados por 30 dias em uma lanterna tipo japonesa (Figura 2) de cultivo intermediário, fabricada pela Engepesca S.A. (Santa Catarina), com cinco pisos de 40 cm de diâmetro cada e malha de rede de 4 mm, na densidade de estocagem de 4.000 juvenis / m<sup>2</sup> (503 juvenis/piso). A conversão da densidade a partir do metro quadrado leva em conta a área de cada piso (1.257 cm<sup>2</sup>), estimada pela equação

$$S = \pi R^2$$

Onde: *S* = Área do piso, *R* = Raio do piso da lanterna e  $\pi$  = constante matemática de valor 3,1416.

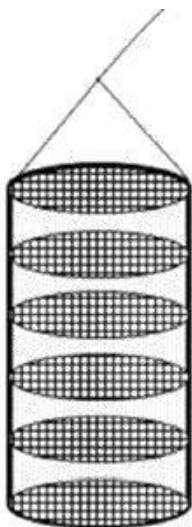


Figura 2 – Desenho, sem escala, de lanterna de cultivo (desenhado pelos autores).

Em novembro de 2016, após o período de aclimatação, as vieiras foram distribuídas em 4 lanternas de cultivo intermediário idênticas às utilizadas na aclimatação, em densidades de estocagem definidas de acordo com o seguinte delineamento:

T3200 = 3200 juvenis / m<sup>2</sup> ou 402 / piso

T1600 = 1600 juvenis / m<sup>2</sup> ou 201 / piso

T800 = 800 juvenis / m<sup>2</sup> ou 101 / piso

T50 = 50 juvenis / m<sup>2</sup> ou 6 / piso

Os três primeiros tratamentos são as densidades de estocagem efetivamente testadas no experimento e a densidade T50 consistiu em uma densidade testemunha, já que segundo ACOSTA *et al.* (2000) as densidades menores que 54 / m<sup>2</sup> não produzem efeito negativo significativo sobre o crescimento somático, das gônadas ou do músculo adutor (MA) de adultos de *Nodipecten nodosus*.

Cada tratamento teve 5 réplicas, sendo utilizados os quatro primeiros pisos de cada lanterna, de forma a evitar interferência da profundidade de cultivo sobre os resultados do experimento. Isso deu-se como uma forma de precaução, embora ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006) não tenham detectado diferenças significativas entre o crescimento e a sobrevivência de vieiras *N. nodosus* cultivadas a 4 e 9 m de profundidade. A distribuição dos tratamentos nos pisos foi feita de forma aleatória, bem como a distribuição das lanternas no long-line de cultivo.

As lanternas foram mantidas em suspensão no meio da coluna d'água, em long-line (Figura 3), de forma a ficar a aproximadamente 1 metro abaixo da superfície e dois metros acima do fundo.

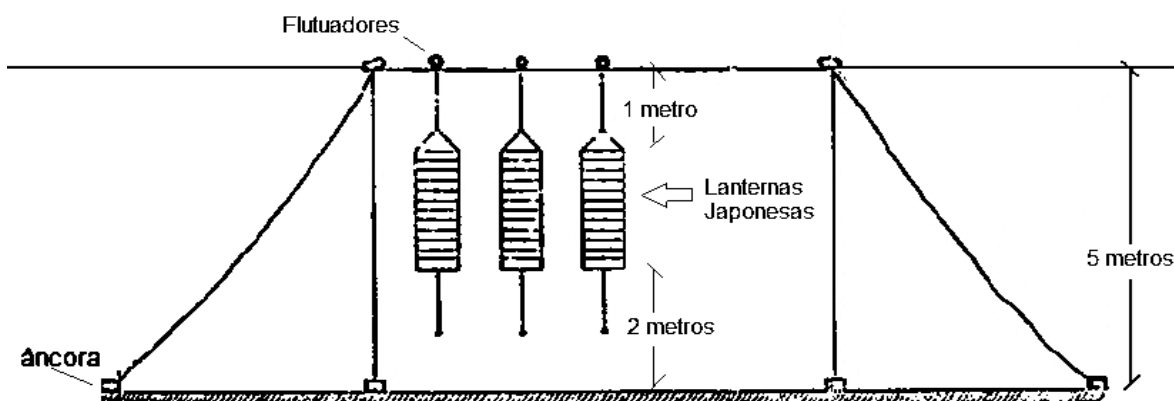


Figura 3 – Esquema (sem escala) da distribuição das lanternas do experimento em sistema de long-line. Fonte da imagem: ROMA (2007), adaptado.

Mensalmente foram medidas as alturas nos animais de todas as parcelas. No tratamento controle, T50, todos os animais foram medidos e nos tratamentos com densidades com 101 indivíduos/piso ou mais, foi feita uma amostragem de 10% do número de animais estocados. As alturas, determinadas de acordo com RUPP (2007), corresponderam à maior dimensão do eixo que vai da charneira (ligamento) da valva até a margem oposta da mesma, sendo medidas com um paquímetro manual com legibilidade de 0,1 mm. Com o objetivo de manter as densidades de estocagem do experimento, em cada biometria os animais mortos eram repostos por outros de altura igual à altura média registrada na biometria, com uma variação máxima de  $\pm 2$  mm. Esses animais de reposição eram provenientes de lanternas-reserva, estocadas nas mesmas densidades das vieiras repostas.

A fase de cultivo intermediário foi encerrada 104 dias após a estocagem. Todos os animais foram contados e medidos para a obtenção das alturas médias em cada tratamento. As sobrevivências foram calculadas pela média das sobrevivências mês a mês. Os animais foram então reservados para a continuação do experimento.

Na fase de crescimento final, as vieiras ficaram estocadas em 5 lanternas definitivas, produzidas pelo mesmo fabricante, com cinco pisos de 50 cm de diâmetro cada e malha de rede de 20 mm, em uma única densidade (45 animais / m<sup>2</sup>, ou 9 / piso). Com essa densidade, procurou-se restabelecer

nessa fase, as condições ótimas de desenvolvimento para os animais sem a influência negativa da densidade (ACOSTA, 2000). Os tratamentos adotados nessa fase foram:

T3200 = 9 vieiras oriundas do tratamento de 3200 juvenis  $m^{-2}$  na fase intermediária, com altura média igual à da média registrada para essa densidade naquela fase, com variação máxima de  $\pm 1$  mm.

T1600 = 9 vieiras oriundas do tratamento de 1600 juvenis  $m^{-2}$  na fase intermediária, com altura média igual à da média registrada para essa densidade naquela fase, com variação máxima de  $\pm 1$  mm.

T800 = 9 vieiras oriundas do tratamento de 800 juvenis  $m^{-2}$  na fase intermediária, com altura média igual à da média registrada para essa densidade naquela fase, com variação máxima de  $\pm 1$  mm.

T50 = 9 vieiras oriundas do tratamento de 50 juvenis  $m^{-2}$  na fase intermediária, com altura média igual à da média registrada para essa densidade naquela fase, com variação máxima de  $\pm 1$  mm.

Cada tratamento foi realizado em 5 réplicas e, da mesma forma que na fase intermediária, utilizou-se somente os quatro primeiros pisos de cada lanterna. A distribuição dos tratamentos nos pisos igualmente foi feita de forma aleatória.

Mensalmente foram medidas as alturas de todos os animais de todas as parcelas, mas nesta fase não houve a reposição dos animais mortos, para uma reprodução mais fiel das condições de cultivo. Essa fase foi encerrada 148 dias após a estocagem, quando aproximadamente 70% dos animais atingiram a altura de 65 mm indicada por RUPP (2007) como adequada para a comercialização no Brasil. Todas as vieiras foram contadas e medidas, para obtenção das sobrevivências, alturas médias e incremento em altura (diferença entre a altura final e a inicial em cada tratamento). Para 5 animais, retirados aleatoriamente de cada parcela, foram ainda determinados: a) Peso seco do músculo adutor; b) Peso seco total; e c) Índice de condição, segundo a relação abaixo:

$$IC = Pt / Pto$$

onde  $IC$  = Índice de condição;  $Pt$  = Peso dos tecidos desidratados;  $Pto$  = Peso total do animal, com as conchas, desidratado (RUPP, 2007).

Os pesos secos total e do músculo adutor foram igualmente determinados após a secagem dos tecidos e do músculo em estufa a 60°C por 24 horas. Para a pesagem dos animais e dos tecidos foi utilizada uma balança eletrônica com legibilidade de 0,01g.

### *Análises estatísticas*

As análises estatísticas foram feitas pelo pacote estatístico “Statistica 7”. Os dados obtidos para os tratamentos foram tabulados e submetidos aos testes de Bartlett e Shapiro-Wilks, para a verificação da homocedasticidade e da normalidade respectivamente (ZAR, 2010). Como essas condições foram satisfeitas, os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), seguidas do teste de Tukey-HSD (Honest Significant Difference) para determinar as diferenças significativas entre os tratamentos ( $P < 0.05$ ). Dados em porcentagem foram previamente submetidos à transformação arco seno  $x^{1/2}$ .

## **Resultados**

### *Variáveis oceanográficas*

A Tabela 1 mostra as médias mensais de temperatura, salinidade e transparência da água do mar no local do experimento. Os valores médios mensais da temperatura da água durante o período experimental variaram entre  $20,5 \pm 0,6$  °C e  $28,0 \pm 0,8$  °C, com média de  $24,3 \pm 2,7$  °C. A máxima temperatura absoluta foi de 29 °C, registrada na primeira semana do mês de janeiro e a mínima de 20 °C registrada no início de junho. Os valores mais altos foram registrados entre os meses de dezembro de 2016 e abril de 2017 e os mais baixos durante os meses de novembro de 2016, e de maio a julho de 2017. Os valores médios mensais da salinidade mostraram pouca variação, entre  $34,0 \pm 0,8$  gL<sup>-1</sup> e  $35,8 \pm 0,5$  gL<sup>-1</sup>, com média de  $35,1 \pm 0,6$  gL<sup>-1</sup>. Os valores máximos e mínimos absolutos foram de 36 gL<sup>-1</sup> (dezembro, março, abril, maio e julho) e 33 gL<sup>-1</sup> (outubro e novembro). Já a transparência média mensal da água variou entre  $2,1 \pm 0,8$  m e  $3,2 \pm 1,3$  m, com valor máximo absoluto de 4,9 m em dezembro e mínimo de 0,7 m em novembro, com média de  $2,9 \pm 0,7$  m (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de temperatura, salinidade e transparência registrados na região de estudo durante o período experimental.

Mês	Temperatura (°C)	Salinidade (g/L)	Transparência (m)
Nov/16	22,8 ± 2,1	34,0 ± 0,8	2,7 ± 1,5
Dez/16	25,8 ± 1,3	35,2 ± 0,4	2,9 ± 1,6
Jan/17	28,0 ± 0,8	34,5 ± 0,6	4,5 ± 0,5
Fev/17	27,3 ± 1,0	35,0 ± 0,0	3,2 ± 1,3
Mar/17	26,0 ± 0,7	35,4 ± 0,5	3,2 ± 1,0
Abr/17	25,3 ± 0,5	35,3 ± 0,5	2,7 ± 1,3
Mai/17	22,8 ± 1,3	35,8 ± 0,5	2,2 ± 0,8
Jun/17	20,8 ± 0,4	35,0 ± 0,0	2,9 ± 0,5
Jul/17	20,5 ± 0,6	35,8 ± 0,5	2,1 ± 0,8
Média	24,3 ± 2,7	35,1 ± 0,6	2,9 ± 0,7

Estão relacionadas na Tabela 2 as médias mensais dos teores de clorofila-a, sólidos totais em suspensão (STS), matéria orgânica (MOS) e matéria inorgânica em suspensão (MIS) na água do mar no local do experimento. Os teores de clorofila-a, durante o período experimental, variaram de 0,78 a 1,05  $\mu\text{g L}^{-1}$ , com média de  $0,92 \pm 0,11 \mu\text{g L}^{-1}$ . A variação dos valores de sólidos totais em suspensão ficou entre 18,77 e 21,18  $\text{mg L}^{-1}$ , com média de  $20,02 \pm 1,29 \text{mg L}^{-1}$ . Os valores da matéria orgânica, durante o período experimental, variaram de 16,3 e 19,5  $\text{mg L}^{-1}$  com média de  $17,7 \pm 1,1 \text{mg L}^{-1}$  e os valores da matéria inorgânica variaram entre de 3,61 e 5,40  $\text{mg L}^{-1}$  com média de  $3,93 \pm 0,73 \text{mg L}^{-1}$ .

Tabela 2 – Valores de clorofila-a, sólidos totais em suspensão, matéria orgânica e matéria inorgânica em suspensão, registrados na região de estudo durante o período experimental.

Mês	Clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ )	STS ( $\text{mg/L}$ )	MOS ( $\text{mg/L}$ )	MIS ( $\text{mg/L}$ )
Nov/16	0,81	22,76	17,36	5,40
Dez/16	0,78	21,18	16,51	4,67
Jan/17	0,87	18,77	15,05	3,72
Fev/17	0,88	19,54	16,25	3,29
Mar/17	0,96	20,17	16,99	3,18
Abr/17	0,87	19,38	15,81	3,57
Mai/17	0,98	20,04	15,68	4,36
Jun/17	1,05	19,73	16,12	3,61
Jul 17	1,10	18,57	14,98	3,59
Média	$0,92 \pm 0,11$	$20,02 \pm 1,29$	$16,08 \pm 0,81$	$3,93 \pm 0,73$

### *Fase de cultivo intermediário*

As taxas médias de sobrevivência e altura, registradas ao final da fase intermediária de cultivo, são apresentadas na Tabela 3, sendo que ambas decrescem com o aumento da densidade. Houve diferença significativa entre os tratamentos T800, T1600 e T3200 ( $P < 0.05$ ) em relação aos valores médios de altura e porcentagem de sobrevivência registrados no tratamento T50. Os valores de altura média e taxa de sobrevivência ficaram bem próximos nos tratamentos T800 e T1600, porém os indivíduos do tratamento T800 atingiram maior altura média ao final da dessa fase.

Tabela 3 – Taxa de sobrevivência (%) e alturas médias (médias  $\pm$  DP), em relação às densidades testadas, ao final da fase intermediária. Letras diferentes superescritas às médias indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0.05$ ).

Parâmetro / Densidade	d = 50	d = 800	d = 1600	d = 3200
Médias das sobrevivências (%)	98,9 $\pm$ 2,5 <sup>a</sup>	87,3 $\pm$ 5,1 <sup>b</sup>	85,6 $\pm$ 4,3 <sup>b,c</sup>	74,4 $\pm$ 6,5 <sup>c</sup>
Altura média (mm)	46,4 $\pm$ 2,9 <sup>a</sup>	31,6 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>	28,3 $\pm$ 1,2 <sup>b,c</sup>	26,8 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>

### *Fase de crescimento final*

Na fase de crescimento final, apesar de o tratamento testemunha (T50) resultar em maior crescimento em altura, as vieiras cultivadas nas demais densidades aproximaram-se desse valor e não diferiram significativamente entre si (Tabela 4 e Figura 4), sugerindo a ocorrência de um crescimento compensatório parcial. Essa hipótese é reforçada pela diferença significativa entre os tratamentos com relação ao incremento em altura (Tabela 4 e Figura 5), que foi significativamente menor para o tratamento T50 em relação aos demais. Com relação aos demais indicadores (sobrevivência, peso seco do músculo adutor (MA), peso seco total e índice de condição com relação aos tecidos secos), não houve diferença significativa entre os tratamentos, sugerindo que a estocagem em alta densidade na fase intermediária não afetou esses indicadores após o restabelecimento das densidades ótimas de cultivo (Tabela 4).



Tabela 4 – Sobrevivência (%), Altura (mm), Peso seco MA(g), Incremento em altura, Peso seco total (g) e IC seco (%) ao final da fase de crescimento final. Letras diferentes superescritas às médias indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P < 0.05).

Parâmetro / Tratamento	T50	T800	T1600	T3200
Sobrevivência (%)	84,4 ± 12,3	68,9 ± 5,0	80,0 ± 9,3	77,8 ± 11,1
Altura (mm)	74,5 ± 2,5 <sup>a</sup>	70,3 ± 2,5 <sup>b,c</sup>	69,2 ± 1,4 <sup>b,c</sup>	69,1 ± 2,0 <sup>b,c</sup>
Incremento em altura (mm)	28,1 ± 2,5 <sup>b</sup>	38,7 ± 2,5 <sup>a</sup>	40,9 ± 1,4 <sup>a</sup>	42,3 ± 2,0 <sup>a</sup>
Peso seco MA (g)	2,0 ± 0,5	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,5 ± 0,3
Peso seco total (g)	36,2 ± 5,4	32,8 ± 3,4	31,6 ± 0,8	30,3 ± 3,4
IC seco (%)	10,43 ± 2,15	10,69 ± 0,91	10,29 ± 1,42	10,52 ± 0,42

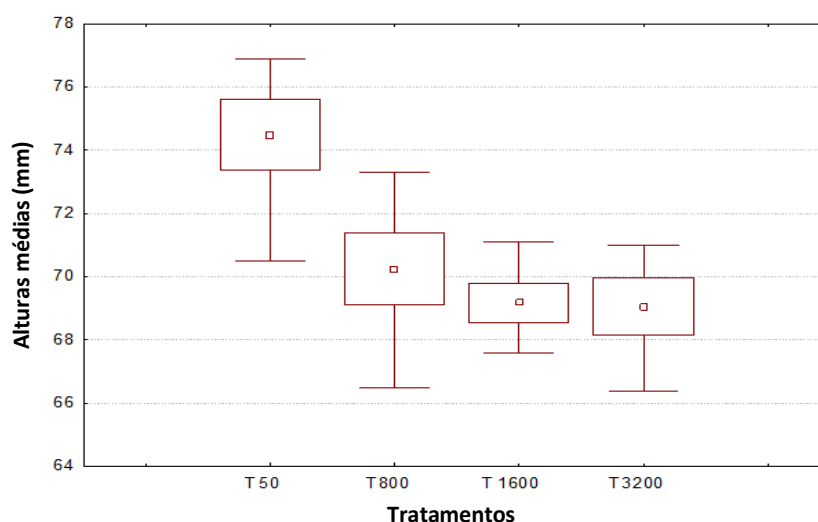


Figura 4 – Gráfico de box plot que demonstra o crescimento em altura, durante a fase de crescimento final (148 dias) do cultivo de *N. nodosus*.

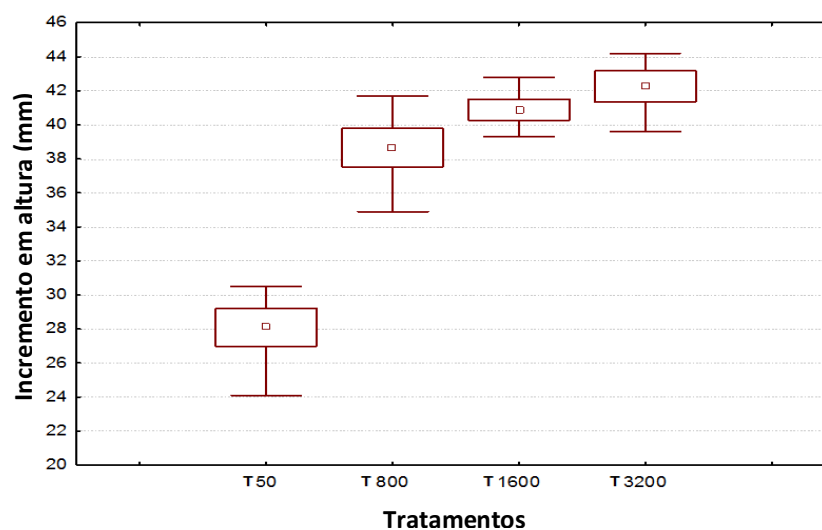


Figura 5 – Gráfico de box plot que demonstra o incremento no crescimento em altura durante a fase de crescimento final (148 dias) no cultivo de *N. nodosus*.

A evolução dos valores médios de alturas das vieiras em todas as densidades, ao longo da fase de crescimento final, está representada na Figura 6. Por essa figura é possível perceber que no início da fase de crescimento final, no mês de fevereiro, as vieiras provenientes dos tratamentos T800, T1600 e T3200 estavam com tamanhos entre 57,7 e 68,1% inferiores aos tamanhos das vieiras provenientes do tratamento T50. Ao longo da fase de crescimento final, a diferença foi reduzida para valores entre 92,7 e 94,3% do tamanho das vieiras do tratamento de controle, também sugerindo a existência do crescimento compensatório. Verificou-se ainda uma tendência das alturas a se igualarem caso o experimento tivesse prosseguido por mais algum tempo.

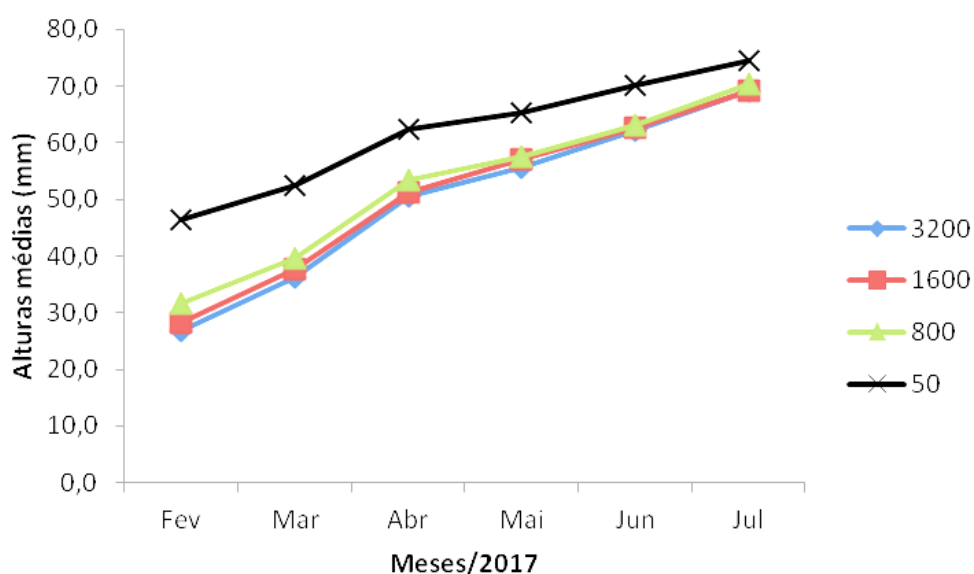


Figura 6 – Evolução das alturas médias, em todos os tratamentos, ao longo da fase de crescimento final (148 dias) no cultivo de *N. nodosus*.

Utilizando-se os dados obtidos no cálculo do incremento do crescimento em altura, foi elaborado um gráfico (Figura 7) com a projeção de mais 30 dias de cultivo, totalizando o tempo total de 178 dias de cultivo de *N. nodosus*, na fase de crescimento final. Os valores alcançados pela simulação (T50 = 80,1 mm; T800 = 78,2 mm; T1600 = 77,4 mm e T3200 = 77,6 mm) não indicaram, entre os tratamentos realizados, diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $P < 0.05$ ), sugerindo que o CC poderia ser total, estendendo-se o ciclo de cultivo normal da espécie até um ano. Ressalta-se que a situação é hipotética, visto que a taxa de crescimento diário altera-se ao longo do experimento, podendo até diminuir na fase final do cultivo.

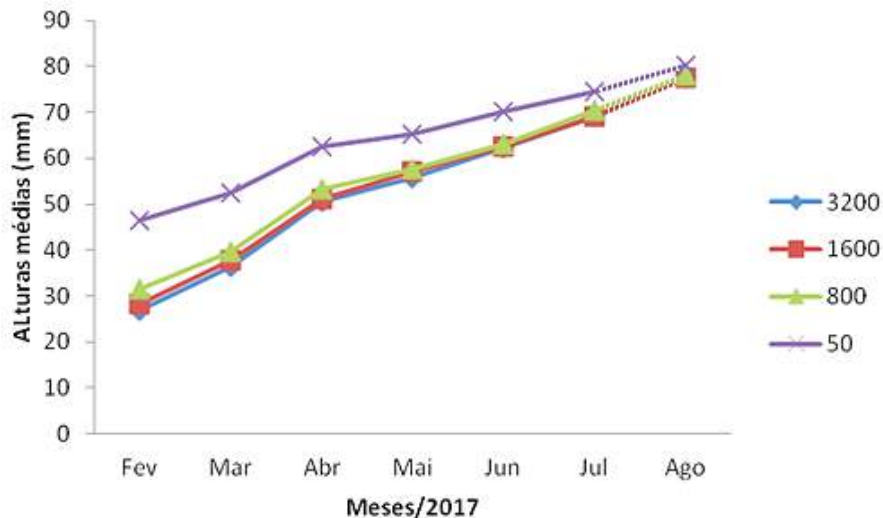


Figura 7 – Gráfico com a projeção (pontilhado) das alturas médias, em todos os tratamentos, caso o ciclo de cultivo da fase de crescimento final fosse estendido para 178 dias no cultivo de *N. nodosus*.

## Discussão

A variação média dos valores de temperatura e a salinidade verificada durante o experimento apresentaram-se adequadas ao bom desempenho de *N. nodosus*. As temperaturas baixas (entre 13,7 e 22,7°C) limitam o crescimento (ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006) e temperaturas excessivamente altas, acima de 28°C (RUPP e PARSONS, 2004) comprometem a sobrevivência de *N. nodosus* (FREITES *et al.*, 1999; ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006). Porém, de acordo com ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006) as temperaturas moderadamente altas, maiores que 20°C e menores que 28°C, tendem a aumentar a taxa de crescimento em *N. nodosus*, registrando crescimento menor com temperaturas inferiores a 17,6°C e maior com temperaturas médias acima de 20°C. No estado de Santa Catarina, RUPP e PARSONS (2004) relatam que para *N. nodosus* na fase adulta a temperatura de 29,8 °C foi letal após 48 horas de exposição, assim como as salinidades abaixo de 23,2 gL<sup>-1</sup> causaram estresse fisiológico nos organismos. Ainda de acordo com esses autores, as vieiras juvenis têm maior tolerância às temperaturas altas, sendo que nesse caso a temperatura letal é de 31,8°C.

Os valores de clorofila-*a* apresentaram-se baixos, em relação a outros estudos. Para *Nodipecten nodosus*, ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006) observaram crescimento significativamente maior com taxas mais altas de clorofila-*a* (1,85 µg/L<sup>-1</sup>) e menor concentração de matéria orgânica. ACOSTA *et*

*al.* (2000) registraram na Venezuela teores de clorofila-a geralmente maiores que  $0,5 \mu\text{g/L}^{-1}$ , que alcançaram valores máximos entre 7 e  $10 \mu\text{g/L}$  e valores de matéria orgânica superiores a  $3 \text{ mg/L}$  com picos máximos entre 8 e  $13 \text{ mg/L}$ ; também observaram que o crescimento exponencial dos tecidos somáticos das vieiras coincidiu com o período de maior abundância de fitoplâncton. ARELLANO-MARTINEZ *et al.* (2011), em sistema de cultivo suspenso no México, consideraram como boa disponibilidade de alimento para *N. subnodosus* valores de Clorofila-a entre 1,6 e  $1,93 \mu\text{g L}^{-1}$ . Entretanto, PROENÇA (2002) explica que a produção bem sucedida de moluscos bivalves está ligada à disponibilidade de alimento na água, já que os mesmos são organismos filtradores; no caso deste estudo, os valores baixos de Clorofila-a podem ter sido supridos pela presença de altos teores de matéria orgânica em suspensão (entre 70 e 80% do teor de STS), disponibilizando alimento para as vieiras.

As taxas médias de sobrevivência e altura, registradas ao final da fase intermediária de cultivo decresceram com o aumento da densidade. Em experimento de ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006) em profundidade de 4m, as vieiras atingiram média de altura de  $46,24 \pm 5,98 \text{ mm}$  e sobrevivência de 93,66%, estocadas em densidade de  $800 \text{ animais m}^{-2}$ , resultados ligeiramente melhores que os registrados neste trabalho. Os mesmos autores não registraram diferenças significativas testando, nas mesmas condições, densidades de  $400$  e  $800 \text{ m}^{-2}$ .

Em Santa Catarina, altas taxas de densidade populacionais na fase de berçário levaram a um baixo índice de crescimento, porém sem diferenças significativas na sobrevivência (RUPP *et al.* 2004). ACOSTA *et al.* (2000) também verificaram um padrão similar de crescimento inversamente proporcional às densidades de cultivo, sem efeitos em relação à sobrevivência. Também VELASCO *et al.* (2009) corroboram com estes autores, em pesquisas com vieiras juvenis em Santa Marta, Colômbia. Entretanto, KOCH *et al.* (2005), apesar de observarem rápido crescimento de juvenis da espécie *N. subnodosus* em baixas densidades, relataram a ocorrência de mortalidade em altas densidades na Baía Magdalena, México. OSUNA-GARCÍA *et al.* (2008) analisaram a densidade em relação ao crescimento de juvenis de *N. subnodosus*, na Reserva da Biosfera de El Vizcaíno, México, concluindo que a densidade influencia a produtividade do cultivo, sendo inversamente

proporcional à mesma. Efeitos similares foram observados em pesquisas sobre o cultivo de *N. nodosus* na fase de crescimento final (ALBUQUERQUE e FERREIRA, 2006; LÓPEZ-NAVARRO *et al.*, 2010).

De forma geral, o experimento apresentou uma taxa de sobrevivência e alturas aceitáveis para o mercado consumidor brasileiro. Segundo RUPP (2001) em experimentos realizados na região de Armação do Itapocoroy (SC), as vieiras, após 10 meses de cultivo, apresentaram tamanho médio de 66 mm e taxa de sobrevivência de 40%, considerada baixa pelo autor, possivelmente por quantidade excessiva de fouling nas lanternas e conchas. Ainda segundo esse autor, *N. nodosus* também apresentou alta mortalidade e baixo crescimento nos municípios catarinenses de Penha, Enseada da Pinheira e Porto Belo com taxas de sobrevivência em torno de 60% e alturas das conchas entre 6 e 7 cm após um ano de cultivo, valores inferiores aos observados neste experimento.

Em estudo de ACOSTA *et al.* 2000 sobre a espécie *N. nodosus*, na Venezuela, a sobrevivência acumulativa foi maior entre as vieiras mantidas em densidade de 50 m<sup>-2</sup>, sendo que a massa destes foi o dobro da massa dos animais estocados na densidade de 1750 m<sup>-2</sup>. Ao final de quatro meses do experimento realizado por ALBUQUERQUE e FERREIRA (2006), na fase final do cultivo intermediário, a taxa de sobrevivência alcançou entre 90 e 96%, sem diferenciação estatística em relação às densidades ou profundidades.

Segundo a definição de ALI *et al.* (2003), crescimento compensatório (CC) é a resposta que tende a restaurar a trajetória de crescimento original. O CC é identificado por ser significativamente mais rápido que a taxa de crescimento dos animais de controle, que não experimentaram depressão do crescimento, quando voltam a ser mantidos em condições comparáveis. Seria o momento em que os indivíduos que passaram por condições ambientais desfavoráveis e com depressão do crescimento poderiam alcançar a trajetória de crescimento dos indivíduos mantidos em condições normais. O termo crescimento compensatório, além de ser usado no sentido de descrever o crescimento acelerado de um indivíduo após um período de depressão do crescimento ou correlação negativa entre taxas de crescimento em períodos de tempo sucessivos, pode ser usado ainda para descrever a resposta do aumento das taxas de crescimento individual em uma população após uma

redução na densidade populacional decorrente do aumento no suprimento de alimentos. Ainda de acordo com ALI *et al.* (2003), existem “graus de compensação”, quando um indivíduo que passe por alguma restrição, com conseqüente depressão em sua taxa de crescimento, pode recuperar seu tamanho parcial, total ou em excesso e ainda não se recuperar; tudo em relação à idade/tamanho de um indivíduo “controle”, que não passou por qualquer fase de comprometimento de seu crescimento. A compensação total ocorre quando os animais desfavorecidos alcançam o mesmo tamanho de um indivíduo de mesma idade, que foi mantido em condições favoráveis para crescimento. A compensação parcial ocorre quando os animais desfavorecidos não alcançam o mesmo tamanho de um indivíduo de mesma idade mantido em condições favoráveis, mas mostram taxas de crescimento relativamente rápidas.

AUSTER e STEWART (1984) estudaram o CC em vieiras, da espécie *Argopecten irradians*, e verificaram que geralmente os animais na sua segunda estação de crescimento (isto é, aqueles com um anel de crescimento elevado nas suas válvulas) exibiram um crescimento lento antes da desova, que aumentou acentuadamente após a desova.

De acordo as definições anteriores, neste experimento verificou-se que os tratamentos T800, T1600 e T3200, durante a fase de cultivo intermediário, mostraram crescimento compensatório parcial quando comparadas com os animais provenientes do tratamento de controle (T50).

Na avaliação do incremento no crescimento em altura na fase de crescimento final, percebe-se que as vieiras dos tratamentos T800, T 1600 e T 3200 apresentaram uma taxa de crescimento semelhante, com diferença significativa do controle (T50), confirmando a ocorrência de CC. Todavia, devido ao período de cultivo determinado no estudo, não houve tempo suficiente para a verificação do crescimento compensatório total. Provavelmente, se o cultivo se estendesse por mais algum tempo isso ocorreria, pelas tendências verificadas nas curvas de crescimento dos quatro tratamentos testados. Outro motivo para o encerramento do experimento foi a consideração dos riscos de mortalidade em conseqüência de possíveis alterações ambientais como ressacas, variações de temperatura e salinidade da água. Em todo caso, em situações específicas, como por exemplo, o

atendimento a nichos de mercado que pedem animais de maior porte, o cultivo poderia ser estendido por mais dois ou três meses, nesse caso sim apresentando uma tendência à observação de um crescimento compensatório total.

Pelo conjunto de variáveis avaliadas, principalmente a taxa de sobrevivência, foi possível perceber a possibilidade realizar-se o cultivo de vieiras em densidades altas na fase intermediária, sendo que os tratamentos que poderiam ser recomendados seriam as estocagens de 1600 ou 3200 juvenis / m<sup>2</sup>, para maximizar a produção, já que as sobrevivências não diferiram significativamente. Quanto a usar a menor densidade (50) por ter proporcionado uma sobrevivência significativamente maior, haveria necessidade de realizar uma análise econômica para verificar essa possibilidade.

## **Conclusão**

Os resultados deste experimento mostram a ocorrência de crescimento compensatório parcial em vieiras *N. nodosus*, estocadas em altas densidades durante a fase intermediária de cultivo quando transferidas para uma densidade ótima na fase de crescimento final. No entanto, o CC foi insuficiente para permitir que as vieiras atingissem, no ciclo de cultivo normal da espécie, a mesma altura dos moluscos criados em uma densidade ótima desde o início da experiência.

Novos estudos poderão ser realizados para testar o uso das diferentes densidades na fase de cultivo intermediário e a viabilidade econômica de alongar-se o ciclo de cultivo em demandas específicas, por haver uma tendência à ocorrência de CC total caso o período de cultivo fosse estendido.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo - FAPESP pela concessão do auxílio individual à pesquisa (Pr. 2016/11122-8).

À MAPEC – Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha, pela cessão do espaço físico e facilidades na condução deste experimento.

## Referências

- ACOSTA, V.; FREITES, L.; LODEIROS, C. 2000 Densidad, crecimiento y supervivencia de juveniles de *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* (Pteroida: Pectinidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 48(4): 799-806.
- ALBUQUERQUE, M.C.; FERREIRA, J.F. 2006 Eficiência comparada do cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) em diferentes densidades e profundidades. *Biotemas*, Florianópolis, 19(2): 37-45.
- ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R.J. 2003 Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4(2): 147-190.
- APHA. 2005 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation, Washington*, 1325p.
- ARELLANO-MARTINEZ, M.; CEBALLOS-VÁZQUEZ, B.P.; RUIZ-VERDUGO, C.; LEÓN, E.P.; CERVANTES-DUARTE, R.; DOMÍNGUEZ-VALDÉZ, P.M. 2011 Growth and reproduction of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* in a suspended culture system at Guerrero Negro lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Aquaculture Research*, 42: 571-582.
- AUSTER, P.J.; STEWART, L.L. 1984 Compensatory growth in the Bay scallop, *Argopecten irradians* (L.). *Journal of the Northwest Atlantic Fisheries Science*, 5: 103-104.
- BUENO, R.S.; MARQUES, H.L.A., ROMA, R.P.C.R. 2010 Crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), (Mollusca: Pectinidae) em diferentes estruturas de cultivo na Praia Grande do Bonete, Ubatuba, Estado de São Paulo. *Biotemas*, Florianópolis, 23(1): 121-130.
- EL GHAZALI, I.; SAQRANE, S.; CARVALHO, A.P. 2009 Compensatory growth induced in zebrafish larvae after preexposure to a *Microcystis aeruginosa* natural bloom extract containing microcystins. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(1): 133-146.
- EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. 2016 Síntese Informativa da Maricultura 2015. *Epagri*. Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Sintese-informativa-da-maricultura-2015.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2017.
- FAO - Food and Agriculture Organization. 2017 FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2015. *FAO, Rome/Italy*: 52p.
- FERMIN, A.C. 2002 Effects of alternate starvation and refeeding cycles on food consumption and compensatory growth of abalone, *Haliotis asinine*. *Aquaculture Research*, 33(3): 197-202.



FOSS, A.; IMSLAND, A.K. 2002 Compensatory growth in the spotted wolffish *Anarrhichas minor* (Olafsen) after a period of limited oxygen supply. *Aquaculture Research*, 33(13): 1097-1101.

FREITES, L., CÔTÉ, J., HIMMELMAN, J.H., LODEIROS, C.J., 1999. Effects of wave action on the growth and survival of the scallops *Euvola ziczac* and *Lyropecten nodosus* in suspended culture. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 239 (1), 47-59.

FREITES, L.; GARCÍA, N.; TROCCOLI, L.; MAEDA-MARTÍNEZ, A.N.; FERNÁNDEZ-REIRIZ, M.J. 2010 Influence of environmental variables and reproduction on the gonadal fatty acid profile of tropical scallop *Nodipecten nodosus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 157: 408-414.

KOCH, V.; MAZÓN-SUÁTEGUI, J.M.; SINSEL, F.; MUNGARAY, M. R.; DUNN, D. 2005 Lion's paw scallop (*Nodipecten subnodosus*, Sowerby 1835) aquaculture in Bahía Magdalena, Mexico: effects of population density and season on juvenile growth and mortality. *Aquaculture Research* 36(5): 505-512.

KOCH, V.; RENGSTORF, A.; TAYLOR, M.; MAZÓN-SUÁTEGUI, J.M.; SINSEL, F.; WOLFF, M. 2015 Comparative growth and mortality of cultured Lion's Paw scallops (*Nodipecten subnodosus*) from Gulf of California and Pacific populations and their reciprocal transplants. *Aquaculture Research*, 46: 185-201.

LODEIROS, C.; RENGEL, J.; FREITES, L.; MORALES, F.; HIMMELMAN, J.H. 1998 Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. *Aquaculture*, 165: 41-50.

LÓPEZ-NAVARRO, J.; GÓMEZ-LEÓN, J.; ROMERO, C.C.; ORTIZ, E.A. 2010 Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de *Nodipecten nodosus* (Bivalvia: Pectinidae) en un nuevo arte de cultivo. *Boletín de Investigaciones Marinas e Costeras*, 39(1): 177-189.

MARQUES, H.L.A.; LOMBARDI, J.V. 2011 Compensatory growth in Malaysian prawns reared at high densities during the nursery phase. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(4): 701-707.

NICIEZA, A.G.; METCALFE, N.B. 1997 Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability. *Ecology*, 78(8): 2385-2400.

NIKKI, J.; PIRHONEN, J.; JOBLING, M. 2004 Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture*, 235(1-4): 285-296.

OSUNA-GARCÍA M.; HERNANDEZ-LLAMAS A.; MAZÓN-SUÁSTEGUI, J.M. 2008 Production dynamics of the giant lions-paw scallop *Nodipecten subnodosus* cultivated off-bottom. *Aquaculture*, 274: 260-267.

PROENÇA, L. A. O. 2002. Clorofila a do fitoplâncton em seis enseadas utilizadas para o cultivo de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina. *Notas Tec. Facimar*, 6:33-44.

ROMA, R.P.C.R. 2007 Uso de biocontroladores na redução do “fouling” em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil. São Paulo. 56f. (Dissertação de Mestrado. Instituto de pesca, APTA). Disponível em: <<https://www.pesca.sp.gov.br/pos-graduacao/dissertacoes-defendidas/category/6-ano-2007?download=48:uso-de-biocontroladores-na-reducao-do-fouling-em-um-cultivo-de-vieiras-nodipecten-nodosus-linnaeus-1758-em-ubatuba-sp-brasil>> Acesso em: 16 nov. 2017.

ROMA, R.P.C.R.; MARQUES, H.L.A.; BUENO, R.S. 2009 Controle biológico de organismos incrustantes em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, 22(4): 107-115.

RUPP, G.S. 2001 Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* no Brasil: Subsídios para o desenvolvimento sustentado. *Revista Panorama da Aquicultura* 66. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/66/vieira66.asp>> Acesso em 16 nov. 2017.

RUPP, G.S. 2007 Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* em Santa Catarina: influência da profundidade, densidade e frequência de limpeza. *Boletim Técnico da EPAGRI* 135: 83p.

RUPP, G.S.; BEM, M.M. 2004 Cultivo de vieiras. In: Poli, C.R.; Poli, A.T.B.; Andreatta, E.R.; Beltrame, E. (Orgs), *Aquicultura: experiências brasileiras*, Ed. Multimídia, Florianópolis: 289-308.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J. 2004 Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limit. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309: 173:198.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.J.; BEM, M.M. 2004 Effect of depth and stocking density on growth and retrieval of the postlarval lion's paw scallop. *Journal of Shellfish Research*, 23: 473-482.

RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.J.; BEM, M.M. 2005 Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. *Aquaculture*, 243: 195-216.

TURANO, M.J.; BORSKI, R.J.; DANIELS, H.V. 2007 Compensatory growth of pond-reared hybrid striped bass *Morone chrysops* x *Morone saxatilis*, fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38 (2): 250-261.

VELASCO, L.A.; BARROS, J.; GUERRERO, A. 2009 Effect of the density on the growth and survival of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus* in suspended culture. *Aquaculture Research*, 40: 687-695.

WEI, L.Z.; ZHANG, X.M.; LI, J.; HUANG, G.Q. 2008 Compensatory growth of Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis* following hypoxic exposure. *Aquaculture International*, 16: 455-470.

ZAR, J.H. 2010 *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 5<sup>a</sup> ed. New Jersey: 960p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de vieiras (pectinicultura) é uma modalidade de aquicultura bastante sustentável, provocando baixo impacto ao ambiente e que tende ao crescimento, visto que estes moluscos bivalves apresentam alto valor comercial e grande aceitação no mercado consumidor.

A espécie *Nodipecten nodosus* é a maior vieira conhecida no Brasil, porém não pode ser obtida do ambiente natural, visto que não formam bancos, assim a produção de juvenis ocorre em laboratório de forma bem estabelecida, nos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina.

Existem diversos estudos sobre a fase de cultivo de juvenis e fase de cultivo intermediária, mas há necessidade da realização de estudos sobre o manejo do cultivo e fase de cultivo final, principalmente em relação às densidades de estocagem, com a finalidade de reduzir custos de produção e paralelamente obter maior crescimento.

Desta forma, com vistas a viabilizar a estocagem de vieiras em altas densidades na fase de cultivo intermediário, o presente trabalho verificou a existência do crescimento compensatório (CC) na espécie, por meio da transferência dos indivíduos para baixas densidades durante a etapa de crescimento final. Assim, os resultados mostram a ocorrência de crescimento compensatório parcial em vieiras *N. nodosus*. No entanto, o CC foi insuficiente para permitir que as vieiras atingissem, no ciclo de cultivo normal da espécie, a mesma altura dos moluscos criados em uma densidade ótima desde o início da experiência.

Verificou-se que é possível cultivar vieiras em densidades altas na fase intermediária e os tratamentos que poderiam ser recomendados seriam os de 1600 ou 3200 juvenis / m<sup>2</sup>, há necessidade de realizar uma análise econômica para verificar a possibilidade do uso da densidade 800 juvenis / m<sup>2</sup>.

Novos estudos deverão ser realizados para testar o uso das diferentes densidades na fase de cultivo intermediário e a viabilidade econômica de alongar-se o ciclo de cultivo em demandas específicas, por haver uma tendência à ocorrência de CC total caso o período de cultivo fosse estendido.