

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

INSTITUTO DE PESCA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CAPTAÇÃO DE SEMENTES EM COLETORES ARTIFICIAIS E CULTIVO DA OSTRÁ PERLÍFERA *Pinctada imbricata* (MOLLUSCA: PTERIIDAE), SÃO PAULO, BRASIL

LIGIA COLETTI BERNADOCHI

Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques

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
Outubro de 2012

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

INSTITUTO DE PESCA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CAPTAÇÃO DE SEMENTES EM COLETORES ARTIFICIAIS E CULTIVO DA OSTRÁ PERLÍFERA *Pinctada imbricata* (MOLLUSCA: PTERIIDAE), SÃO PAULO, BRASIL

LIGIA COLETTI BERNADOCHI

Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques

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
Outubro de 2012

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

B517c

Bernadochi, Lígia Coletti

Captação de sementes em coletores artificiais e cultivo da ostra perliífera
Pinctada imbricata (MOLLUSCA: PTERIIDAE), São Paulo, Brasil / Lígia Coletti
Bernadochi -- São Paulo, 2012.
vii, 75f. ; il. ; graf. ; 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. Coletores artificiais. 2. Cultivo. 3. Densidade de estocagem. 4. Estruturas
de cultivo. 5. Juvenis. 6. *Pinctada imbricata*. I. Marques, Hécio Luis de Almeida.
II. Título.

CDD 639.8

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

**“CAPTAÇÃO DE SEMENTES EM COLETORES ARTIFICIAIS
E CULTIVO DA OSTRA PERLÍFERA *Pinctada imbricata*
(MOLLUSCA: PTERIDAE), SÃO PAULO, BRASIL”**

AUTOR: LIGIA COLETTI BERNADOCHI

ORIENTADOR: Prof. Dr. HELCIO LUIS DE ALMEIDA MARQUES

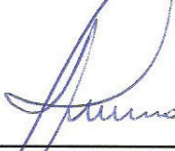
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques



Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques



Prof. Dr. Alexander Turra

Data da realização: 29 de outubro de 2012



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

Dedico à vida!

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me permitir vivenciar momentos únicos nesta vida, cercado de pessoas com sabedoria e amor.

Aos meus pais queridos, Wagner e Darcy, por todo o apoio, incentivo, compreensão, amor e amizade, sempre. A minha irmã Larissa por sua eterna amizade, sinceridade e força.

Ao Fausto Silvestri e sua linda família por todo apoio e carinho.

Em especial ao meu orientador Dr. Helcio Luis de Almeida Marques, pela oportunidade, confiança, paciência, entusiasmo e principalmente pela amizade durante esses anos de convivência. Grande satisfação em trabalhar ao seu lado.

Agradeço a todos os docentes do Instituto de Pesca pelo valioso conhecimento passado durante as disciplinas de mestrado.

A todos os técnicos do Laboratório de Qualidade de Água do Instituto de Pesca pela ajuda nas análises realizadas.

Agradecimentos especiais ao José Luis Alves - membro da Associação dos Maricultores e Pescadores da Praia da Cocanha – MAPEC, pela parceria nos experimentos e pela amizade. Ao Pedro e Doni pela valiosa ajuda nos trabalhos de campo.

Aos amigos da pós, Juliana, Fábio Japinha, Soninha, Renan, Manuel, Fernanda, Leina, Leandro, Guilherme, Pedro, Ludmila, André, Priscila, Janaína e Bernardo pelos momentos alegres compartilhados.

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Finalmente agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de estudos e à FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto.

Sumário

Índice de Tabelas e Figuras.....	III
Resumo.....	VI
Abstract.....	VII
1. Introdução geral.....	1
2. Objetivos.....	7
2.1 Objetivos específicos	
3. Apresentação dos artigos.....	7
4. Referências.....	8
Capítulo 1	
Captção de sementes da ostra perlífera <i>Pinctada imbricata</i> em coletores artificiais em São Paulo, Brasil.....	12
Resumo.....	12
Introdução.....	13
Material e métodos.....	15
1. Área de estudo	
2. Variáveis oceanográficas	
3. Época mais favorável à captação de sementes	
4. Profundidade preferencial de captação	
5. Análise estatística	
Resultados.....	19
1. Variáveis oceanográficas	
2. Época mais favorável à captação de sementes	
3. Profundidade preferencial de captação	
Discussão.....	22
1. Variáveis oceanográficas	
2. Época e profundidade de captação	
Agradecimentos.....	26
Referências.....	26

Capítulo 2	
Crescimento e sobrevivência da ostra perlífera <i>Pinctada imbricata</i> em diferentes densidades e estruturas de cultivo em São Paulo, Brasil.....	31
Resumo.....	31
Introdução.....	32
Material e métodos.....	33
1. Área de estudo	
2. Variáveis oceanográficas	
3. Coleta de sementes	
4. Estruturas de cultivo	
5. Densidades de estocagem	
6. Análise estatística	
Resultados.....	38
1. Variáveis oceanográficas	
2. Estruturas de cultivo	
3. Densidades de estocagem	
Discussão.....	46
1. Variáveis oceanográficas	
2. Estruturas de cultivo	
3. Densidades de estocagem	
Conclusão.....	53
Agradecimentos.....	53
Referências.....	54
5. Considerações Finais.....	59

Índice de Tabelas e Figuras

Introdução

Tabela I. Moluscos bivalves comercialmente e experimentalmente criados na costa brasileira.....2

Figura 1. Superfície interna e externa das valvas da ostra perlífera *Pinctada imbricata* (a barra representa 1 cm).....4

Figura 2. Coletor artificial utilizado para a captação de juvenis de *Pinctada imbricata* (a), Juvenis capturados em coletores artificiais na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP (b).....5

Figura 3. Estruturas utilizadas para o cultivo da ostra perlífera *Pinctada imbricata* na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, São Paulo. a) lanterna de engorda; b) lanterna berçário; c) rede de mexilhão.....6

Capítulo 1

Tabela I. Número de sementes e pré-sementes de *Pinctada imbricata* captada por 1000 cm² em diferentes profundidades (superfície, 1 e 2 m). Diferentes letras sobrescritas às médias indicam diferenças significativas pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis seguido pelo teste SNK (P<0,05).....21

Figura 1. Localização da área de estudo. Praia da Cocanha, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil.....15

Figura 2. Esquema da estrutura de coletores horizontais dispostos na superfície do mar na área de estudo.....17

Figura 3. Variação mensal da temperatura e salinidade da água durante o período de estudo na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP, Brasil.....19

Figura 4. Variação do número de sementes e pré-sementes de <i>Pinctada imbricata</i> captadas na superfície (coletores horizontais) durante o período de estudo.....	20
--	----

Capítulo 2

Tabela I. Sobrevivência, comprimento médio final, peso médio final e biomassa (média \pm DP) registrados para <i>Pinctada imbricata</i> em diferentes tipos de estruturas em cultivo suspenso.....	40
--	----

Tabela II. Sobrevivência, comprimento, peso médio e biomassa (média \pm DP) registrada em fase intermediária de cultivo de <i>Pinctada imbricata</i> (79 dias). Valores médios na mesma linha seguidos de diferentes letras são significativamente diferentes ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey.....	43
---	----

Tabela III. Sobrevivência, comprimento, peso médio e biomassa (média \pm DP) registrada em fase de engorda de <i>Pinctada imbricata</i> (208 dias). Valores médios na mesma linha seguidos de diferentes letras são significativamente diferentes ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey.....	44
---	----

Tabela IV. Crescimento em cultivo suspenso registrado para <i>Pinctada imbricata</i> por diferentes autores em diferentes localidades.....	52
--	----

Figura 1. Localização da área de estudo. Praia da Cocanha, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil.....	34
--	----

Figura 2. Variáveis oceanográficas na Praia da Cocanha durante o período de cultivo de <i>Pinctada imbricata</i> . A. Temperatura e salinidade. B. Concentração de material orgânico particulado (POM) e inorgânico particulado (PIM). C. Transparência e clorofila <i>a</i>	39
--	----

Figura 3. Variação mensal (média \pm EP) no crescimento em comprimento (A) e peso médio (B) de <i>Pinctada imbricata</i> durante o período de cultivo.....	41
Figura 4. Índice de Condição (%) por classe de comprimento (mm) de indivíduos de <i>Pinctada imbricata</i> em lanternas berçário e de engorda.....	42
Figura 5. Crescimento em comprimento (mm) de <i>Pinctada imbricata</i> durante o período de estudo em três diferentes densidades (baixa, média e alta) na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP.....	44
Figura 6. Crescimento em comprimento (mm) de <i>Pinctada imbricata</i> nas fases intermediária (A) e de engorda (B) em três diferentes densidades na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP.....	45

Resumo

O cultivo de ostras perliíferas ainda é realizado apenas experimentalmente no Brasil. Entretanto, algumas espécies como *Pinctada imbricata* apresentam um bom potencial para a produção comercial. A ocorrência constante de jovens dessa espécie associados a coletores e redes de mexilhões pode tornar viável a obtenção de sementes para cultivo diretamente do ambiente natural, no entanto, são necessários estudos sobre a forma dessa coleta e o cultivo da espécie. Neste sentido, este estudo procurou determinar a melhor época e a profundidade preferencial de fixação (superfície, 1 e 2 m) de juvenis de *P. imbricata* em coletores artificiais, avaliar o seu desempenho em diferentes estruturas de cultivo e definir as melhores densidades de estocagem para as fases de cultivo (intermediária e de engorda) na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, São Paulo, contribuindo assim para a definição de uma tecnologia de cultivo para essa espécie no Brasil. Para isso, avaliou-se a captação de sementes em coletores artificiais em três profundidades (superfície, 1 e 2 metros) e o desempenho da espécie em diferentes estruturas de cultivo (rede de mexilhão, lanternas berçário e engorda) e densidades de estocagem durante as fases intermediária (80, 119 e 159 ostras por 1000 cm²) e de engorda (25, 51 e 76 ostras por 1000 cm²). Os resultados mostraram que a melhor captação de juvenis de *P. imbricata* através de coletores artificiais se deu na superfície (média de 116 sementes por 1000 cm²) e parece ser suficiente para iniciar e manter cultivos comerciais dessa espécie na região de estudo. A época mais favorável para o lançamento de coletores na região de estudo é de novembro a março. A estrutura de cultivo que mostrou ser mais adequada para o cultivo da espécie foi a lanterna de engorda, que apresentou menor variabilidade na sobrevivência e maior resistência ao manejo e assim deve ser recomendada. O crescimento e a sobrevivência não diferiram significativamente para as três densidades de estocagem testadas, sugerindo que maiores densidades podem ser utilizadas. O crescimento na fase de engorda mostrou-se menor do que o registrado para a mesma espécie em outros países onde é cultivada. Mais estudos são necessários para fins de produção comercial da espécie no Litoral Norte de São Paulo.

Palavras-chave: coletores artificiais, cultivo, densidade de estocagem, estruturas de cultivo, juvenis, *Pinctada imbricata*

Abstract

The pearl oyster culture is still performed experimentally in Brazil. However, some species such as *Pinctada imbricata* have a good potential for commercial production. The constant occurrence of juveniles of this species associated with mussel seed collectors and mussel nets may become feasible to obtain seed from the natural environment, however studies are needed on collection procedures and cultivation of the species. Therefore, this study aimed to determine the most favorable season to capture the juveniles of *P. imbricata* in artificial collectors and evaluate its growth performance in different structures of cultivation in Cocanha Beach, Caraguatatuba, São Paulo State, thus contributing to the development of a technology for growing this species in Brazil. For this, we evaluated the capture of seeds in artificial collectors at three depths (surface, 1 and 2 meters) and the performance of growth in three culture structures (mussel nets, nursery and growth lantern) and three stocking densities during the intermediate phase (80, 119 and 159 oysters/1000 cm²) and the growing phase (25, 51 and 76 oysters/1000 cm²). The results showed that better capture of juvenile *P. imbricata* through artificial collectors occurred on the surface (average of 116 seeds per 1000 cm²) and seems to be sufficient to initiate and maintain commercial cultivation of this species in the study area. The most favorable time for the launch of collectors in the study area is from November to March. The structure of farming that was more appropriate for the cultivation of the species was the growth lantern, which showed less variability in survival and greater resistance to management and thus should be recommended. Growth and survival did not differ significantly for the three stocking densities tested, suggesting that higher densities can be used. The growth of oyster was lower than that recorded for the same species in other countries. More studies are needed for production of commercial species in the North Coast of São Paulo.

Keywords: artificial collectors, cultivation, stocking density, farming structures, juvenile, *Pinctada imbricata*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção aquícola mundial chegou a 60 milhões de toneladas em 2010, com um valor estimado em 119 bilhões de dólares. Neste mesmo ano, somente o cultivo de moluscos contribuiu com aproximadamente 23,6% da produção mundial com 14,2 milhões de toneladas produzidos. Mais de 100 espécies de moluscos são cultivadas em todo o mundo, dentre os quais estão os berbigões ou vôngoles em primeiro lugar, seguido pelas ostras, mexilhões e vieiras (FAO 2012).

No Brasil, existe uma linha costeira com cerca de 8.500 km de extensão, com condições oceanográficas favoráveis para o desenvolvimento da malacocultura, o que representa um amplo potencial para esta atividade no país. A malacocultura também desempenha uma função socioeconômica muito importante na costa brasileira, promovendo empregos, geração de renda e fixação das comunidades tradicionais em seus locais de origem (VINATEA 1999).

Em 2010, a produção total de moluscos no Brasil, que possui a maior parte oriunda do Estado de Santa Catarina, foi de 15.636 toneladas. Esta produção é baseada principalmente no cultivo de três espécies: o mexilhão *Perna perna*, as ostras *Cassostrea gigas* e *Cassostrea spp.* e a vieira *Nodipecten nodosus*. Neste mesmo ano, apenas a produção oriunda da mitilicultura apresentou um incremento, passando de 11.067 t em 2009 para 13.723 t em 2010, o que representou um acréscimo de 24% na produção neste período. Em contrapartida, a produção de ostras passou de 2.025 t em 2009 para 1.908 t em 2010 e a produção de vieiras passou de 14 t em 2009 para 5,2 t em 2010, apresentando um decréscimo de 5,8% e 62,9% respectivamente (MPA 2010).

A produção comercial de moluscos no Brasil se limita a poucas espécies (Tabela I) e o desenvolvimento desta atividade ainda pode ser considerado lento devido a fatores como dificuldade na regularização das áreas de cultivo, falta de tradição de consumo de mariscos pela população, falta de órgãos de extensão e a escassez de recursos disponíveis para pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias (SILVESTRI et al. 2011).

Tabela I. Moluscos bivalves comercialmente e experimentalmente criados na costa brasileira.

Nome científico	Nome comum	Origem	Região	Produção
<i>Perna perna</i>	Mexilhão, marisco	Nativa	S, SE	Comercial
<i>Mytella falcata</i>	Sururu, bacucu, mexilhão de estuário	Nativa	SE, NE	Experimental
<i>Mytella guyanensis</i>	Marisco do mangue, bico de ouro, sururu	Nativa	SE, NE, N	Experimental
<i>Crassostrea gigas</i>	Ostra do pacífico	Introduzida	S, SE	Comercial
<i>Crassostrea gasar</i>	Ostra nativa	Nativa	S, SE, NE	Comercial
<i>Crassostrea rizhophora</i>	Ostra do mangue	Nativa	S, SE, NE, N	Comercial
<i>Nodipecten nodosus</i>	Vieira, pata-de-leão	Nativa	SE, S	Comercial
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	Berbigão, vôngole, maçunim, chumbinho	Nativa	S	Experimental
<i>Pteria hirundo</i>	Ostra alada, leripeba	Nativa	S	Experimental
<i>Pinctada imbricata</i>	Ostra pérola do Atlântico	Nativa	S, SE	Experimental

Adaptado de SILVESTRI e BERNADOCHI 2011.

Outras espécies de bivalves marinhos com potencial econômico podem contribuir para a diversificação de espécies cultivadas no país e ainda diminuir a pressão sobre as populações naturais, elevando a produtividade das áreas costeiras. É o caso da família Pteriidae Gray 1847 que abrange principalmente dois gêneros: *Pteria* Scopoli 1777 e *Pinctada* Roding 1798 (ABBOTT 1974; DOMANESCHI e LOPES 1986a, 1986b; RIOS 1994, 2009). Estes gêneros são distribuídos em águas rasas de regiões tropicais e subtropicais e no Brasil são representados pelas espécies *Pteria hirundo* Linnaeus 1758 e *Pinctada imbricata* Roding 1798 (RIOS 2009).

O cultivo de bivalves Pterídeos é realizado com sucesso em várias partes do mundo pelo seu valor comercial na indústria de extração de pérolas e madrepérolas, bem como pela carne usada para o consumo humano (NOVOA et al. 1998; POUTIERS 1998; VILLALOBOS e ELGUEZABAL 2001; HAWNG 2007). Estes organismos possuem alto valor nutritivo devido ao teor de proteínas, elementos essenciais e baixa quantidade de gorduras (GOKOGLU et al. 2006). Além disso, suas conchas são popularmente utilizadas para decoração e usadas como base nas indústrias de cosméticos (MONTEFORTE 1996; O'CONNOR 2003).

SOUTHGATE (2007) denomina *P. imbricata*, juntamente com as espécies *Pinctada fucata* e *Pinctada martensii* com o nome comum de “Akoya pearl oysters”, assim chamadas por produzirem pérolas da categoria “Akoya”, muito apreciadas no Japão. Esse mesmo autor informa que *P. imbricata*, juntamente com *P. martensii*, foi introduzida no Japão no final do século XX, para repor estoques de *P. fucata* que estavam sendo prejudicadas por diversas doenças. A partir daí a distinção taxonômica entre essas espécies passou a ser impossível, levando alguns autores a crerem que se tratavam da mesma espécie *P. fucata*. No entanto, MASAOKA e KOBAYASHI (2005) comprovaram, através de identificação molecular, que são espécies distintas.

A espécie *Pinctada imbricata* (Roding 1798), encontra-se amplamente distribuída no Oceano Atlântico, abrangendo Bermuda, Carolina do Norte (EUA) a Flórida, Texas, Índias Ocidentais, Venezuela e Brasil (Pará a Santa Catarina) (RIOS 2009), habitando em águas rasas (5 a 30 metros de profundidade) e permanecendo aderida pelo bisso a substratos consolidados como rochas, corais e também associada à algas costeiras (MARTINEZ et al. 2012). Esta espécie é bastante comum no Litoral Norte do Estado de São Paulo (ARRUDA et al. 2011), ocorrendo frequentemente sobre coletores de sementes e redes de cultivo de mexilhões, sendo atualmente descartada pelos maricultores juntamente com os demais organismos incrustantes (Figura 1).

Classificação da espécie *Pinctada imbricata* Roding 1798, segundo ABBOTT e DANCE (1986) e RIOS (2009).

Filo: Mollusca

Classe: BIVALVIA Linnaeus 1758

Subclasse: PTERIOMORPHIA Beurlen 1944

Ordem: PTERIOIDA Newell 1965

Subordem: PTERIINA Newell 1965

Superfamília: PTERIOIDEA Gray 1947

Família: PTERIIDAE Gray 1947

Gênero: *Pinctada* Roding 1798

Espécie: *Pinctada imbricata* Roding 1798



Figura 1. Superfície interna e externa das valvas da ostra perlífera *Pinctada imbricata* (a barra representa 1 cm).

As ostras perlíferas são tipicamente hermafroditas sequenciais, com grande tendência a serem protrândricas (POUVREAU et al. 2000; ARNAUD-HAOND et al. 2003). Desenvolvem primeiro macho e retêm esta condição no primeiro ou por vários ciclos reprodutivos até mudar de sexo (GERVIS e SIMS 1992).

A fecundação ocorre aleatoriamente quando há liberação de ovos e de esperma na água (desova). A desova é conhecida por estar relacionada às flutuações na temperatura da água, com pico ocorrendo quando as temperaturas são mais elevadas. Após a fecundação, os ovos se desenvolvem em larvas de vida livre, podendo deslocar-se através da natação ou serem levadas pelas correntes marítimas até locais muito distantes daquele onde ocorreu a fecundação. Durante a metamorfose, as larvas sofrem grandes mudanças físicas e comportamentais. Uma das principais mudanças é a que o animal perde a capacidade de nadar e se fixa pelo bisco a um substrato consolidado qualquer. Picos de atividade reprodutiva em *Pinctada imbricata* variam conforme a localização (O'CONNOR e LAWLER 2004), ocorrendo com mais frequência no verão e menos frequentemente na primavera, porém perto do equador, a reprodução ocorre durante todo o ano (URBAN 2000).

Apenas recentemente surgiram trabalhos relacionados ao estudo de *P. imbricata* em outros países, como na Venezuela (JIMENEZ et al. 2000; LODIROS et al. 2002), Colômbia (BARRERO 1994; PICO et al. 1999; URBAN 2000; CASTELLANOS e NEWMARK 2004; CASTELLANOS e CAMPOS 2007;

VELASCO e BARROS 2010) e Austrália (O'CONNOR e LAWLER 2004), demonstrando grande potencial de cultivo. Outros autores estudaram a influência da densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de ostras perliíferas em condições de cultivo (TAYLOR et al. 1997b; SOUTHGATE e BEER 1997; O'CONNOR et al. 2003; MONTEFORTE et al. 2005; SEMIDEY et al. 2010). No Brasil, algumas pesquisas têm sido realizadas principalmente no Estado de Santa Catarina com os gêneros *Pteria* (SALVADOR et al. 2011; ALBUQUERQUE et al. 2012a; ALBUQUERQUE et al. 2012b) e *Pinctada* (POLLI 2004), no entanto, aspectos biológicos dessa família ainda são pouco conhecidos.

Um dos estudos básicos que permite determinar a possibilidade de cultivo de bivalves marinhos é a avaliação da disponibilidade de juvenis no ambiente natural, que pode ser realizada através de coletores artificiais dispostos na superfície do mar (Figura 2). Estes coletores fornecem substrato artificial para as larvas se fixarem e se desenvolverem (URBAN 2000) e podem ser instalados junto ao próprio sistema de cultivo ou em locais onde ocorram larvas da espécie alvo em abundância.



Figura 2. Coletor artificial utilizado para a captação de juvenis de *Pinctada imbricata* (a), Juvenis capturados em coletores artificiais na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP (b).

Existem diversos métodos empregados para o cultivo de ostras perliíferas no mundo. A escolha de um método depende da espécie a ser cultivada, das características do local e ambiente de cultivo (GAYTAN-MONDRAGON et al. 1993). Diferentes estruturas também são utilizadas, com

destaque para as “pearl-nets”, “panel-nets”, lanternas e caixas (SOUTHGATE 2008).

As estruturas “pearl-nets” e lanternas são largamente usadas para o cultivo berçário de ostras perlíferas (GAYTAN-MONDRAGON et al. 1993), como pode ser visto nas Ilhas Cook para a espécie *Pinctada margaritifera*. As estruturas “panel-nets” conhecidas também como “pocket-nets”, são compostas por uma estrutura coberta com malha de rede de polietileno em forma de bolsos que seguram as ostras. O tamanho do bolso e da malha de rede é alterado de acordo com a espécie e fase de cultivo. Este tipo de estrutura é utilizada para o cultivo de *Pinctada maxima* na Indonésia. As caixas são estruturas construídas de plástico perfurado coberto por malha de rede de polietileno e são muito utilizadas para o cultivo berçário de *Pinctada margaritifera* na Austrália (SOUTHGATE e BEER 2000).

Para o presente estudo foram testadas três diferentes estruturas de cultivo: lanterna berçário, lanterna de engorda e rede de mexilhão (Figura 3).



Figura 3. Estruturas utilizadas para o cultivo da ostra perlífera *Pinctada imbricata* na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP. a) lanterna berçário; b) lanterna de engorda; c) rede de mexilhão.

Desta maneira, o presente trabalho representa uma iniciativa para compreender alguns aspectos do comportamento da espécie *P. imbricata* e contribuir para o desenvolvimento de uma tecnologia de cultivo na região de estudo.

2. OBJETIVOS

Avaliar a captação de sementes em coletores artificiais e o desempenho em condições de cultivo suspenso da ostra perlífera *Pinctada imbricata* na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP.

2.1 Objetivos específicos

- a) Determinar a melhor época de captação de juvenis de *Pinctada imbricata* em coletores artificiais;
- b) Determinar a profundidade preferencial de captação de juvenis de *Pinctada imbricata* através de coletores artificiais;
- c) Avaliar o crescimento e sobrevivência de *P. imbricata* em diferentes estruturas de cultivo (rede de mexilhão, lanterna berçário e lanterna de engorda);
- d) Determinar a melhor densidade de estocagem nas fases intermediária e de engorda para o cultivo de *Pinctada imbricata*.

3. APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS

Visando facilitar a publicação dos resultados obtidos foram elaborados dois artigos científicos seguindo as normas de publicação das revistas a que serão submetidos, sendo aqui apresentados na forma de capítulos.

Capítulo 1 – Captação de sementes da ostra perlífera *Pinctada imbricata* em coletores artificiais em São Paulo, Brasil.

Artigo a ser submetido ao periódico “Aquaculture Research”

Capítulo 2 – Crescimento e sobrevivência da ostra perlífera *Pinctada imbricata* em diferentes densidades e estruturas de cultivo em São Paulo, Brasil.

Artigo a ser submetido ao periódico “Journal of the World Aquaculture Society”

4. REFERÊNCIAS

- ABBOTT, R.T. 1974. *American seashells: the marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America*. 2^a ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 663p.
- ABBOTT, R.T. e DANCE, S.P. 1986. *Compendium of seashells*. American Malacologists, Melbourn. 410p.
- ALBUQUERQUE, M.C.P.; ALVES, R.; ZANANDREA, A.C.V.; FERREIRA, J.F.; MELO, C.M.R.; MAGALHÃES, A.R.M. 2012a. Growth and survival of the pearl oyster *Pteria hirundo* (L.,1758) in an intermediate stage of culture in Santa Catarina. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, 72 (1): 175-180.
- ALBUQUERQUE, M.C.P.; FERREIRA, J.F.; SALVADOR, G.C.; TURINI, C. 2012b. Influência da temperatura e da salinidade na sobrevivência e crescimento de larvas da ostra perliífera *Pteria hirundo*. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 38 (3): 189 – 197.
- ARNAUD-HAOND, S.; MONTEFORTE, M.; BLANC, F.; BONHOMME, F. 2003. Evidence for male-biased effective sex ratio and recent step-by-step colonization in the bivalve *Pinctada mazatlanica*. *Journal of Evolutionary Biology*, Basel, 16 (5): 790-796.
- ARRUDA, E.P.; DENADAI, M.R.; QUAST, M.P.; AMARAL, A.C.Z. 2011. *Bivalvia*. In: AMARAL, A.C.Z. e NALLIN, S.A.H. Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Publicação digital disponível em: www.ib.unicamp.br/biblioteca/pubdigitais. 574p.
- BORRERO, J. 1994. Potential for pearl culture in Colombia. Abstracts, Pearls International Conference, Honolulu, USA. *Journal Shellfish Research*, Hanover, 1 (13): 331-332.
- CASTELLANOS, C. e NEWMARK, F. 2004. Cultivo piloto de La madreperla *Pinctada imbricata* y la vieira *Nodipecten nodosus* em la region norte Del Caribe Colombiano. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*, Colômbia, 1 (1): 1-8.
- CASTELLANOS, C. e CAMPOS, N.H. 2007. Variación espacial y temporal de juveniles de *Pinctada imbricata* (Roding 1778) y *Argopecten Nucleus* (Born, 1778) em La región Norte del Caribe Colombiano. *Boletín Invemar*, Santa Marta, 36 (1): 209-227.
- DOMANESCHI, O. e LOPES, S.G.B.C. 1986a. Pteriídeos Brasileiros – Família Pteriidae Gray, 1847. Parte I. *Informativo Sbma* 57: 9-12.
- DOMANESCHI, O. e LOPES, S.G.B.C. 1986b. Pteriídeos Brasileiros – Família Pteriidae Gray, 1847. Parte II. *Informativo Sbma* 57: 9-12.

- FAO – *Food and Agriculture Organizations of the United Nations*. 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. 230p.
- GAYTAN-MONDRAGON, I.; CÁCERES, C.M.; TOBÍAS, M.S. 1993. Growth of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in different culture structures at La Paz Bay, México. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 24: 541-546.
- GERVIS, M. e SIMS, N. 1992. The *biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae)*. ICLARM Studies and Reviews 21. 49p.
- GOKOGLU, N.; GOKOGLU, M.; YERLIKAYA, P. 2006. Seasonal variations in proximate and elemental composition of pearl oyster (*Pinctada radiata*, Leach, 1814). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Oxford, 86: 2161-2165.
- HWANG, J.J.; YAMAKAWA, T.; AOKI, I. 2007. Growth of wild pearl oyster *Pinctada fucata*, *Pinctada margaritifera* and *Pinctada sugillata* (Bivalvia: Pteriidae) in Taiwan. *Fisheries Science*, Istanbul, 73: 132-141.
- JIMÉNEZ, M.; LODEIROS, C.; MARQUEZ, B. 2000. Captación de juveniles de madre perla *Pinctada imbricata* (Roding 1798) com coletores artificiales em el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Caribbean Journal of Science*, Mayaguez, 36 (3-4): 221-226.
- LODEIROS, C.; PICO, D.; PIETRO, A.; NARVAÉZ, N.; GUERRA, A. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Roding 1798) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture International*, London, 10: 327-338.
- MARTINEZ, A.S.; MENDES, L.F.; LEITE, T.S. 2012. Spatial distribution of epibenthic mollusks on a sandstone reef in the Northeast of Brazil. *Brazilian Journal Biology*, São Paulo, 72 (2): 287-298.
- MASAOKA, T. e KOBAYASHI, T. 2005. Species identification of *Pinctada imbricata* using intergenic spacer of nuclear ribosomal RNA genes and mitochondrial 16s ribosomal RNA genes regions. *Fisheries Science*, Istanbul, 71 (4): 837-846.
- MONTEFORTE, M. 1996. *Cultivo de ostras perleras y perlicultura*. In: M. Casas-Valdez & G. Ponce-Diaz, editors. Estudio del potencial pesquero y acuicola de Baja California Sur. Mexico: FAO. p. 571-613.
- MONTEFORTE, M.; BERVERA, H.; RAMÍREZ, J.J.; SAUCEDO, P.; LÓPEZ, C. 2005. Effect os stocking density on growth and survival of the raibow pearl oyster *Pteria sterna* (Gould 1852) during nursey and late culture in Bahía de La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Aquaculture International*, London, 13: 391-407.

- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura, 2010. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2010*. Ministério da Pesca e Aquicultura. 129p.
- NOVOA, D.; MENDOZA, J.; MARCANO, L.; CÁRDENAS, J. 1998. *El Atlas Pesquero Marítimo de Venezuela*. Caracas. 197p.
- O'CONNOR, W.A.; LAWLER, N.F.; HEASMAN, M.P. 2003. *Trial farming the akoya pearl oyster, Pinctada imbricata*, in Port Stephens, NSW. Fisheries. Australia. 174p.
- O'CONNOR, W.A. e LAWLER, N.F. 2004. Reproductive condition of the pearl oyster, *Pinctada imbricata*, Roding, in Port Stephens, New South Wales, Australia. *Aquaculture Research*, Oxford, 35: 385-396.
- PICO, D.; NUÑEZ, M.; NARVÁEZ, N.; LODEIROS, C. 1999. Crecimiento de la ostra perlyfera *Pintada imbricata* Roding, 1798 em condiciones de cultivo suspendido y de fondo en el Golfo de Cariaco, Venezuela. In: II Congreso Suramericano de Acuicultura. La Cruz, p. 115.
- POLLI, F.J. 2004. *Obtenção de sementes da ostra perlífera Pinctada imbricata (Roding, 1798), em ambiente natural, através de coletores artificiais e indução à desova em laboratório*. Itajaí (SC), 40p. (Monografia de Graduação, Universidade do Vale do Itajaí).
- POUTIERS, J.M. 1998. Bivalves (Acephala, Lamellibranchia, Pelecypoda). In: K.E. Carpenter e V.H. Niem (Editors). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Seaweeds, corals, bivalves and gastropods*. FAO, Rome, 1: 123-362.
- POUVREAU, S.; GANGNERY, A.; TIAPARI, J.; LAGARDE, F.; GARNIER, M.; BODOY, A. 2000. Gametogenic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteriidae), cultivated in Takapoto Atoll (French Polynesia). *Aquatic Living Resources*, Cambridge, 13 (1): 37-48.
- RIOS, E. C. 1994. *Seashells of Brazil*. 2 ed. editora da FURG, Rio Grande. 368p.
- RIOS, E. C. 2009. *Compendium of Brazilian Sea Shells*. 1st ed. Evangraf, Porto Alegre, Brasil. 668p.
- SALVADOR, G.C.; ALBUQUERQUE, M.C.P.; FERREIRA, J.F. 2011. Influence of the collector type and at-sea cultivation period on seeds recovery rate and growth out of *Pteria hirundo* in southern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 37 (4): 327-340.
- SEMIDEY, D.; MARQUEZ, A. e LODEIROS, C. 2010. Crecimiento y supervivencia de la madre perla *Pinctada imbricata* (Roding 1798), bajo

- condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas perleras. *Zootecnia Tropical*, Maracay, 28 (4): 521-533.
- SILVESTRI, F.; BERNADOCHI, L.C.; TURRA, A. 2011. Os maricultores e o poder público: um estudo de caso no Litoral Norte de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 37 (1): 103-114.
- SILVESTRI, F. e BERNADOCHI, L.C. 2011. Bivalve shellfish cultivation along the brazilian coast: production status, problems and perspectives. In: *Aquaculture Europe 2011*, Rhodes. Abstracts Mediterranean Aquaculture, p. 1018-1019.
- SOUTHGATE, P.C. 2007. Overview of the cultured maryne pearl industry. p.7-17. In: M.G. Bondad-Reantaso, S.E McGladdery and F.C.J. Berthe. *Pearl Oyster health management: a manual*. FAO Fishery Technical Paper. n. 503. Rome, 120p.
- SOUTHGATE, P.C. 2008. *Pearl Oyster Culture*. In: Southgate, P.C. e Lucas, J. S. (ed.). *The Pearl Oyster*, ed. Elsevier, Oxford. p.231-272.
- SOUTHGATE, P.C. e BEER, A.C. 1997. Hatchery and early nursery culture of the blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera* L.). *Journal Shellfish Research*, Hanover, 16: 561-567.
- SOUTHGATE, P.C. e BEER, A.C. 2000. Growth of blacklip pearl oyster *Pinctada margaritifera* juveniles using different nursery culture techniques. *Aquaculture*, Amsterdam, 187: 97-104.
- TAYLOR, J.J.; ROSE, R.A.; SOUTHGATE, P.C.; TAYLOR, C.E. 1997b. Effects of stocking density on growth and survival of early juvenile silver-lip pearl oysters, *Pinctada maxima* (Jameson), held in suspended nursery culture. *Aquaculture*, Amsterdam, 153: 41-49.
- URBAN, H.J. 2000. Culture potencial of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, Amsterdam, 189: 361-373.
- VELASCO, L.A. e BARROS, J. 2010. Spat collection and experimental culture of the Atlantic pearl oyster *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae), under suspended conditions in the Caribbean. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 41(3): 281-297.
- VILLALOBOS, B.L.B. e ELGUEZABAL, A.L. 2001. Microbiological quality of the bivalve *Pinctada imbricata* commercialized in Cumaná, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, Caracas, 52 (1): 55-61.
- VINATEA, L. 1999. *Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira*. Florianópolis. Ed. UFSC. 276p.

Capítulo 1

CAPTAÇÃO DE SEMENTES DA OSTRÁ PERLÍFERA *Pinctada imbricata* EM COLETORES ARTIFICIAIS EM SÃO PAULO, BRASIL

Captação de sementes da ostra perlífera *Pinctada imbricata* em coletores artificiais em São Paulo, Brasil

Captação de *Pinctada imbricata* em coletores artificiais

Ligia Coletti Bernadochi¹; José Luiz Alves²; Helcio Luis de Almeida Marques³

¹ Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca – APTA – SAA – SP, Caixa Postal 61070, 05001-970 São Paulo, SP, Brasil.

² Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha - MAPEC, Av. João Gonçalves Santana, 500, 11677-550, Caraguatatuba, SP, Brasil.

³ Centro de Aquicultura, Instituto de Pesca – APTA – SAA – SP, Caixa Postal 61070, 05001-970 São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: LC Bernadochi, Instituto de Pesca – APTA – SAA – SP, Caixa Postal 61070, 05001-970 São Paulo, SP, Brasil. E-mail: ligiabernadochi@gmail.com

Resumo

A espécie *Pinctada imbricata* apresenta um bom potencial para cultivo no Brasil, sendo frequentemente encontrada sobre coletores de juvenis e redes de cultivo de mexilhões no Litoral Norte de São Paulo. Existem poucos estudos sobre a biologia dessa espécie no Brasil, assim, neste trabalho procurou-se avaliar a melhor época e a profundidade preferencial de fixação (superfície, 1 e 2 m) de juvenis de *P. imbricata* em coletores artificiais na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP utilizando-se como coletores cordas feitas com descartes

de redes de polietileno trançadas. Mensalmente foram lançados ao mar dois coletores com 1 m de comprimento cada, mantidos horizontalmente sobre a superfície da água presos a uma estrutura flutuante, e outros dois coletores com 2 m de comprimento cada, que foram suspensos verticalmente da mesma estrutura. Após 5 meses de imersão, os coletores foram retirados e os juvenis foram destacados, medidos e pesados. A fixação de juvenis foi significativamente maior na superfície do que nas profundidades de 1 e 2 m e os meses de novembro a março foram os mais favoráveis para o lançamento de coletores. Os resultados indicam que na região de estudo e nas condições deste experimento é viável a captação de juvenis de *P. imbricata* em coletores artificiais para o cultivo comercial dessa espécie.

Palavras-chave: assentamento, fixação de sementes, juvenis, Pteriidae.

Introdução

No Brasil existem condições ambientais favoráveis para o cultivo de moluscos marinhos, sendo que o mexilhão *Perna perna*, as ostras *Crassostrea gigas* e do mangue *Crassostrea spp.* e a vieira *Nodipecten nodosus* são as únicas cultivadas comercialmente. No entanto, outras espécies de moluscos bivalves também apresentam características atrativas para aquicultura e importância socioeconômica. É o caso da ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Roding 1798), espécie pertencente à família Pteriidae (Rios 2009), que se encontra amplamente distribuída no Oceano Atlântico, desde a Carolina do Norte (EUA)

até o Brasil, habitando em águas rasas e permanecendo aderida pelo bisso a substratos consolidados como rochas, corais e recifes (Martinez, Mendes e Leite 2012). Esta espécie apresenta valor econômico não só pela boa qualidade da carne para consumo humano (Villalobos & Elguezabal 2001), mas também pela sua capacidade de produzir pérolas (Urban 2000b).

A espécie *Pinctada imbricata* é bastante comum no Litoral Norte do Estado de São Paulo, ocorrendo frequentemente sobre coletores de sementes e redes de cultivo de mexilhões, sendo atualmente descartada pelos maricultores juntamente com os demais organismos incrustantes. Essa ocorrência abundante sobre estruturas artificiais é um ponto altamente favorável para a produção comercial, uma vez que a independência de laboratórios de larvicultura aumenta a viabilidade de cultivo da espécie, pois os maricultores passam a controlar completamente o ciclo de cultivo, além de reduzir os custos com a aquisição de sementes.

Apesar dos gêneros *Pteria* e *Pinctada* serem bem estudados em outros países onde ocorrem, pesquisas sobre os mesmos no Brasil são escassas e os aspectos biológicos dessa família ainda são pouco conhecidos. Trabalhos relacionados à captação de sementes e cultivo de *P. imbricata* na Venezuela foram realizados por Jiménez, Lodeiros, Marquez (2000) e Lodeiros, Pico, Prieta, Narvaez, Guerra (2002). Na Colômbia foram realizadas pesquisas por Urban (2000b), Castellanos & Newmark (2004), Castellanos & Campos (2007) e Velasco & Barros (2010). No Brasil são registrados os trabalhos de Salvador, Albuquerque e Ferreira (2011) e Albuquerque, Zanandrea, Ferreira, Melo e Magalhães (2012) com o gênero *Pteria* e Polli (2004) com o gênero *Pinctada*.

Com o objetivo de otimizar a captação de juvenis de *Pinctada imbricata* no ambiente natural, o presente estudo buscou avaliar a época mais favorável e a profundidade preferencial de fixação de sementes em coletores artificiais, contribuindo assim para a definição de uma tecnologia de cultivo para essa espécie no Brasil bem como para a elaboração de estratégias de manejo que visem a otimização da produção.

Material e métodos

Área de estudo

O trabalho foi realizado de janeiro de 2009 a novembro de 2010 em um dos dois parques aquícolas da MAPEC – Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha, município de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo (23°33'45"S e 45°26'15"W) (Figura 1).

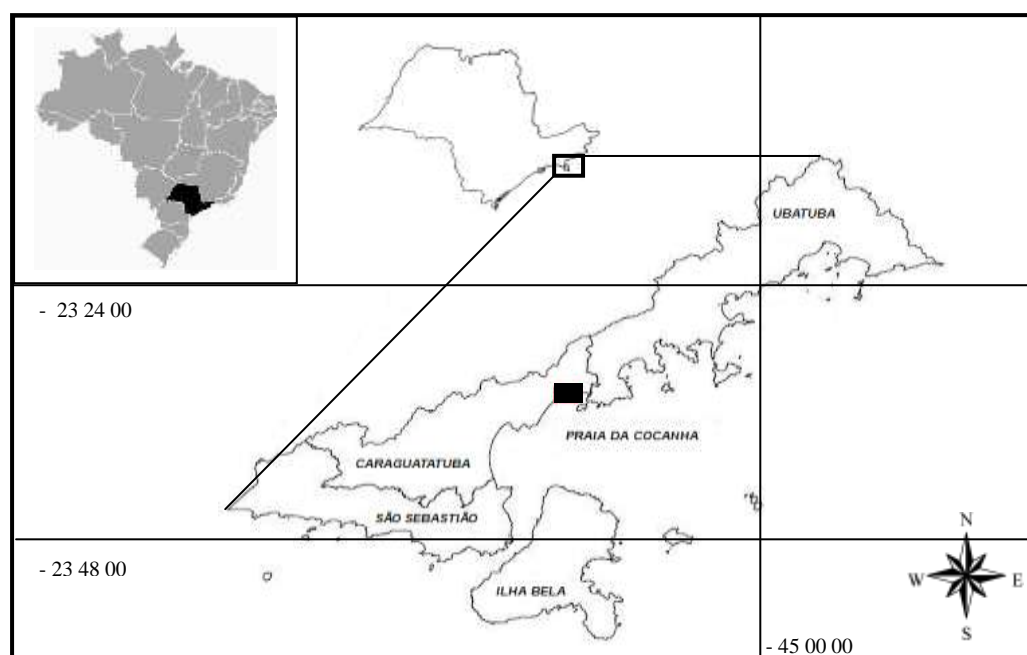


Fig. 1 Localização da área de estudo. Praia da Cocanha, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil.

A área de estudo situa-se em local com profundidade em torno de 5 a 8 m, abrigada contra a penetração de ondulações e ventos fortes de sul e sudeste, devido à barreira geográfica formada pela Ilha de São Sebastião e, mais localmente, pela presença da Ilha e da Ilhota da Cocanha. O fundo é composto por sedimentos arenosos e lodosos, com pouca ou nenhuma presença de rochas. Nesses parques aquícolas são realizados cultivos de mexilhões da espécie *Perna perna*.

Variáveis oceanográficas

Ao longo do período experimental, semanalmente foram coletados dados de temperatura da água (termômetro de coluna de mercúrio com legibilidade de 1 °C), salinidade (refratômetro-salinômetro Bernauer) e transparência (disco de Secchi). As amostras foram coletadas na superfície da água, sempre no início da manhã, junto às estruturas onde se situavam os coletores.

Época mais favorável à captação de sementes

Mensalmente, de janeiro de 2009 a junho de 2010, foram lançados ao mar dois coletores com 1 m de comprimento (coletores horizontais), confeccionados com descartes de redes de polietileno, trançadas formando cordas. Esses coletores são similares aos utilizados na captação de sementes do mexilhão *Perna perna* (Bordon, Marques, Alves, Medeiros 2011). Em cada coletor foram colocadas boias de isopor espaçadas entre si por 20 cm, para garantir a flutuabilidade do

mesmo na interface ar-água. Os coletores foram presos por suas extremidades a uma estrutura composta por dois cabos paralelos fundeados próximos a longlines de cultivos de mexilhões (Figura 2).

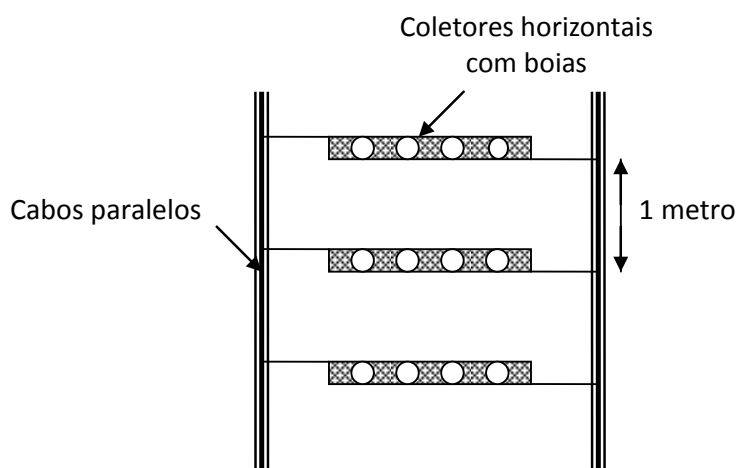


Fig. 2 Esquema da estrutura de coletores horizontais dispostos na superfície do mar na área de estudo.

Profundidade preferencial de captação

Mensalmente, de agosto de 2009 a abril de 2010, além dos coletores horizontais descritos acima, foram lançados outros dois coletores similares, mas com 2 m de comprimento e sem boias, os quais foram suspensos verticalmente da mesma estrutura, sendo sempre mantidos a uma distância de 1 metro um do outro (coletores verticais). O período de agosto a abril foi escolhido para realizar esse experimento, por serem meses em que sempre

ocorrem sementes de *P. imbricata* no ambiente de estudo, de acordo com observações preliminares.

Os coletores horizontais e os verticais foram retirados após 5 meses de imersão (período semelhante ao utilizado para a captação de juvenis do mexilhão *Perna perna*). As sementes de *P. imbricata*, medindo de 15 a 30 mm de comprimento, bem como as pré-sementes (entre 5 e 14,9 mm de comprimento) foram destacadas dos coletores artificiais, sendo contadas, medidas e pesadas. Como comprimento foi considerada a maior dimensão do animal, desde a charneira (ponto de ligamento das valvas) até a extremidade oposta das valvas (Lodeiros *et al.* 2002).

Os dados de número e biomassa de juvenis coletados para cada período de 5 meses foram obtidos a partir do número médio observado nos dois coletores lançados simultaneamente tanto para horizontais como para verticais, sendo efetuada a transformação para a área de 1000 cm². Para essa transformação, considerou-se que um coletor tem o formato aproximadamente cilíndrico, utilizando-se dessa forma a fórmula geométrica para cálculo da área lateral de um cilindro ($AL = 2\pi Rh$), onde R é o raio do coletor e h o seu comprimento.

Análise estatística

O número e a biomassa dos juvenis captados nas três profundidades foram testados inicialmente quanto à homogeneidade das variâncias e normalidade pelos testes de Bartlett e Shapiro-Wilks respectivamente (Zar 1999).

Posteriormente foram utilizados o teste não paramétrico Kruskal-Wallis e o teste SNK (Student Newman Keuls) para comparação das médias (Underwood 1997). Para as análises estatísticas utilizou-se o software livre BIOESTAT 5.0 (Ayres, Ayres Jr., Ayres, Santos 2007).

Resultados

Variáveis oceanográficas

No período experimental a temperatura da água oscilou de 28 °C (fevereiro de 2009 e 2010) a 21 °C (agosto de 2010) com média de $24,2 \pm 2,4$ °C. A salinidade variou pouco, situando-se entre 32 gL^{-1} (janeiro e junho de 2010) e 36 gL^{-1} (agosto de 2010), com média de $34,1 \pm 1,0 \text{ gL}^{-1}$. Não se observou um decréscimo importante da salinidade na estação das chuvas (dezembro a fevereiro) (Figura 3). A transparência variou de 0,3 m (junho de 2010) a 4,0 m (fevereiro de 2009), com média de $2,2 \pm 0,9$ m.

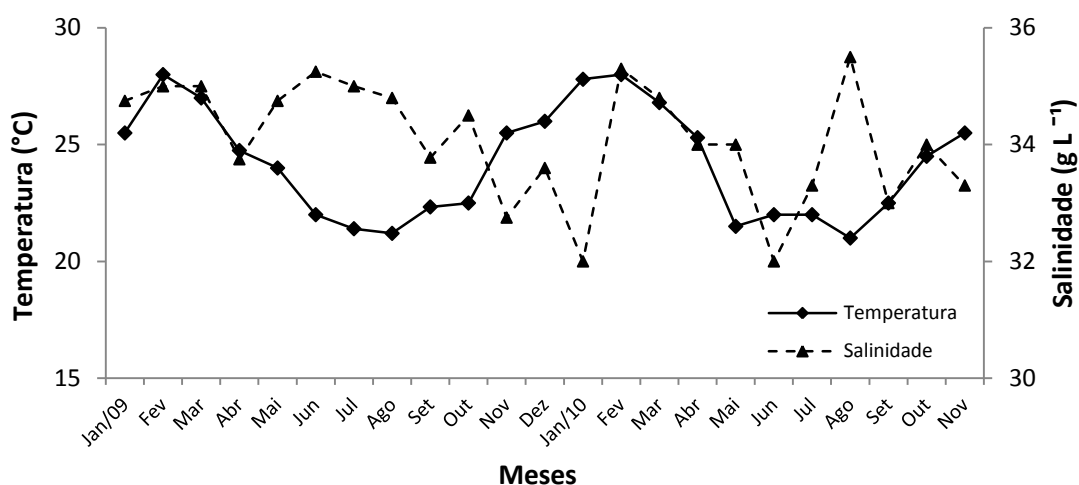


Fig. 3 Variação mensal da temperatura e salinidade da água durante o período de estudo na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP, Brasil.

Época mais favorável à captação de sementes

A captação tanto de sementes como de pré-sementes apresentou uma forte variação sazonal ao longo do período de estudo (Figura 4). A maior captação de sementes ocorreu nos coletores lançados nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro de 2009 e janeiro, fevereiro e março de 2010, correspondendo ao período de final de primavera ao final do verão.

Os coletores lançados nos meses de setembro e outubro de 2009 apresentaram maior captação de pré-sementes do que de sementes. Já a partir do mês de novembro de 2009 passou a haver predominância da captação de sementes, devido ao crescimento e ao menor recrutamento das pré-sementes. A máxima captação de sementes (344 / 1000 cm²) se deu no coletor lançado no mês de março de 2010, e a máxima captação de pré-sementes (74 / 1000 cm²) foi verificada no coletor lançado em janeiro de 2009.

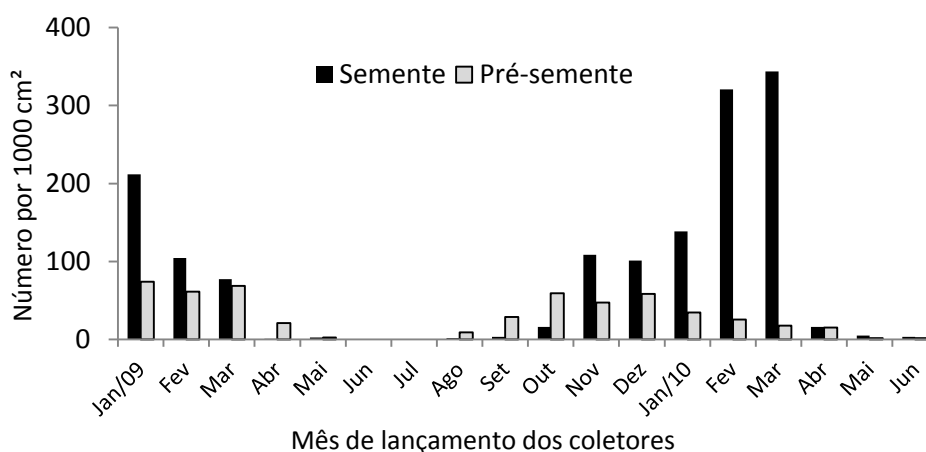


Fig. 4 Variação do número de sementes e pré-sementes de *Pinctada imbricata* captadas na superfície (coletores horizontais) durante o período de estudo.

Profundidade preferencial de captação

O assentamento de sementes e pré-sementes (Tabela 1) nas três profundidades testadas (superfície, 1 e 2 m) foi significativamente diferente ao longo do experimento. Os coletores horizontais apresentaram captação significativamente maior do que os coletores verticais ($P= 0,0103$; $F= 9,1592$), sendo que a fixação de sementes e pré-sementes foi semelhante para o primeiro e segundo metros dos coletores verticais ($P= 0,7906$; $F= 0,0697$). O número máximo de sementes captada nos coletores de superfície foi cerca de 13 vezes maior do que o número máximo captado nos coletores verticais.

Tabela 1. Número de sementes e pré-sementes de *Pinctada imbricata* captadas por 1000 cm² em diferentes profundidades (superfície, 1 e 2 m). Diferentes letras sobrescritas às médias indicam diferenças significativas pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis seguido pelo teste SNK ($P<0,05$).

Período de imersão	Horizontal (superfície)		Vertical (1 m)		Vertical (2 m)	
	Sementes	Pré - sementes	Sementes	Pré - sementes	Sementes	Pré - sementes
Ago 09 – Jan 10	2	9	0	1	2	2
Set 09 – Fev 10	3	29	0	3	0	0
Out 09 – Mar 10	16	59	6	10	3	9
Nov 09 – Abr 10	108	47	26	11	24	11
Dez 09 – Mai 10	100	59	2	4	2	3
Jan 10 – Jun 10	139	34	0	0	0	0
Fev 10 – Jul 10	321	26	10	2	7	3
Mar 10 – Ago 10	344	18	3	0	18	0
Abr 10 – Set 10	16	15	0	0	0	0
Média ± DP	116,6 ± 132,6 ^a	32,9 ± 18,5 ^a	5,2 ± 8,5 ^b	3,4 ± 4,2 ^b	6,2 ± 8,8 ^b	3,1 ± 4,1 ^b

Variáveis oceanográficas

Aparentemente a temperatura da água influenciou no padrão de captação de sementes. Os períodos de maior captação corresponderam aos meses em que a temperatura da água permaneceu mais alta, nos dois anos de observação. Mas provavelmente a época de reprodução tenha ocorrido alguns meses antes da captação, quando a temperatura da água se mantinha baixa e a salinidade alta (período de maio a agosto). Segundo Urban (2000b), picos na abundância de larvas na Colômbia estão associados a fenômenos sazonais de ressurgência, quando há um aumento nos valores de salinidade e uma diminuição na temperatura da água, fatores que parecem ajudar na sobrevivência das larvas de *P. imbricata* em regiões tropicais.

Devido à ampla distribuição geográfica da espécie, as faixas ótimas de temperatura e salinidade para *P. imbricata* variam com o local de origem da população. Juvenis de *Pinctada fucata* (Gould), considerada como sinonímia de *P. imbricata* (Shirai 1994), mostraram ótimo desenvolvimento nas temperaturas entre 17 e 29 °C (Numaguchi & Tanaka 1986; Wada 1991). Na Índia, Alagarswami & Victor (1987) citam como valores-limite de tolerância salinidades de 24 e 50 gL⁻¹. Na Austrália, O'Connor & Lawer (2003) citam as temperaturas de 14 e 26 °C como sendo críticas para o desenvolvimento de juvenis e a salinidade entre 29 e 32 gL⁻¹ como sendo a melhor para a formação do bisso e fixação. Lodeiros *et al.* (2002) observaram na Venezuela um ótimo crescimento e sobrevivência da espécie sob temperaturas entre 23,9 e 30,8 °C e salinidades entre 30 e 35 gL⁻¹. Na Colômbia, Velasco & Barros (2010)

registraram valores de temperatura de 24 a 31 °C e de salinidade de 35 a 37 gL⁻¹. Não há registro de observações semelhantes no Brasil para a espécie.

Os baixos valores de transparência da água registrados na área de estudo podem indicar a existência de aporte de sedimentos provenientes de terra, os quais geralmente carregam consigo significativa quantidade de matéria orgânica particulada. A região da Praia da Cocanha foi classificada como sendo oligotrófica por Castro-Filho & Miranda (1998), devido à baixa concentração de clorofila-a, dados esses confirmados por Bordon *et al.* (2011). Desta forma, esse carreamento de matéria orgânica pode em parte compensar a baixa concentração de fitoplâncton na água, garantindo aporte de alimento para as larvas, pré-sementes e sementes da espécie.

Época e profundidade de captação

Jimenez *et al.* (2000) observaram no Golfo de Cariaco (Venezuela), melhor captação de juvenis de *P. imbricata* a 8 m de profundidade do que a 21 m. Esses autores registraram ainda uma captação máxima de 326 juvenis por 1000 cm² de coletor, número bastante semelhante ao registrado no presente experimento, apesar de contabilizarem indivíduos já a partir de 2 mm de comprimento. Em Santa Catarina (Brasil) Polli (2004) captou uma quantidade máxima de 53 sementes de *P. imbricata* em um coletor de superfície medindo 600 cm², mas não comparou essa captação com as de outras profundidades.

Bordon *et al.* (2011) relataram que a captação de sementes de mexilhões *Perna perna* também foi mais intensa em coletores horizontais

mantidos na interface ar-água com o auxílio de boias do que em coletores que não levavam boias. Os autores associaram esse fato ao comportamento das larvas dessa espécie, que em ambiente natural se fixam na região meso litoral dos costões rochosos. Ao que parece, as larvas de *P. imbricata* apresentam preferência semelhante, no entanto ainda devem ser investigadas as causas ecológicas desse comportamento.

A maior capturação de sementes do que de pré-sementes observada neste trabalho, se deve muito provavelmente à delimitação da classe de pré-sementes entre 5 e 14,9 mm. Os coletores certamente apresentaram uma grande capturação de indivíduos menores que 5 mm que não foram contabilizados nas amostragens.

Comparando-se os três primeiros meses dos dois anos de experimentação, verificou-se que em 2009 a maior capturação se deu nos coletores lançados no mês de janeiro e em 2010 a maior capturação ocorreu nos coletores lançados nos meses de fevereiro e março, fazendo supor que, a exemplo do que foi verificado por Marques (1998) na capturação de sementes de mexilhões *Perna perna*, as variações ambientais existentes entre um ano e outro influenciam também a época e a intensidade de capturação de sementes de *P. imbricata* em coletores artificiais.

A presença de sementes e pré-sementes na superfície ao longo de praticamente todo o ano permite supor que o ciclo reprodutivo de *P. imbricata* no Brasil, assemelha-se ao de outros pterídeos tropicais que apresentam reprodução contínua ao longo do ano com um prolongado período de eliminação de gametas, como foi observado por Urban (2000a). No México,

Gaytan-Mondragon, Cáceres, Tobías (1993) observaram picos reprodutivos de *Pinctada mazatlanica* de julho a agosto e de *Pteria sterna* de dezembro a fevereiro, embora sementes dessas duas espécies fossem encontradas durante todo o ano. Jimenez *et al.* (2000) verificaram que na Venezuela, *P. imbricata* é captada em coletores ao longo de todo o ano, com predomínio no mês de agosto. Do mesmo modo, Marquez, Lodeiros, Jimenez, Himmelman (2000) na Venezuela, coletaram a espécie *Pteria colymbus* durante todo o ano, indicando que esta espécie também possui um ciclo reprodutivo contínuo.

Como a reprodução está ligada a fatores ambientais e climáticos, é normal observarem-se variações entre os picos reprodutivos nas diferentes regiões. Na Austrália, O'Connor & Lawer (2004) encontraram maior atividade reprodutiva de *P. imbricata* nos meses de final de primavera a início de outono (dezembro a março). Já Marcano, Prieto, Lareéz, Alió, Sanabria (2005) encontraram, também na Venezuela, uma maior fixação de juvenis em bancos naturais durante o mês de março. Velasco & Barros (2010) encontraram na Colômbia uma maior captação nos meses de seca (maio a novembro) do que nos de chuva (novembro a maio).

Os resultados deste estudo mostraram um intenso número de juvenis de *Pinctada imbricata* capturados em coletores artificiais. Como a disponibilidade de sementes é um ponto fundamental no cultivo de qualquer espécie, a boa captação de sementes aqui verificada justifica o prosseguimento de estudos para determinar o potencial de crescimento dessa espécie na região. Experimentos futuros também devem ser realizados para verificar a redução do tempo de permanência dos coletores na água, a fim de evitar mortalidade das

sementes por predação e competição entre espécies associadas, como verificado para as espécies *Pinctada mazatlantica* e *Pteria sterna* (Monteforte & Garcia-Gasca 1994; Monteforte & Wright 1994; Monteforte, Kappelman, Spinoza 1995; Wright 1997). Essa redução do tempo de permanência dos coletores na água também possibilitaria a captação de indivíduos menores que poderiam ser precocemente transferidos para as estruturas de engorda, otimizando assim o seu crescimento.

Agradecimentos

A Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha (Caraguatatuba – SP) pela cessão dos longlines, instalações e da infraestrutura necessária à realização deste trabalho; à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão do auxílio à pesquisa para este experimento (Processo 2010/51744-1) e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Referências

- ALAGARSWAMI, K. e VICTOR, A.C.C. 1987. Salinity tolerance and rate of filtration of the pearl oyster *Pinctada fucata*. *Journal of the Marine Biological Association of India*, Cochin, 18: 149-158.
- ALBUQUERQUE, M.C.P.; ALVES, R.; ZANANDREA, A.C.V.; FERREIRA, J.F.; MELO, C.M.R.; MAGALHÃES, A.R.M. 2012. Growth and survival of the pearl oyster *Pteria hirundo* (L.,1758) in an intermediate stage of culture in Santa Catarina. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, 72 (1): 175-180.
- AYRES, M.; AYRES, J.R.M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A. 2007. Bioestat 5.0. Sociedade Civil Mamirauá, MCT - CNPq, Belém, Pará, Brasil. 364p.

- BORDON, I.C.A.C.; MARQUES, H.L.A.; ALVES, J.L.; MEDEIROS, A.M.Z. 2011. Settlement of mussel *Perna perna* seed on artificial collectors deployed on sea surface. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 42: 558-563.
- CASTELLANOS, C. e NEWMARK, F. 2004. Cultivo piloto de la madreperla *Pinctada imbricata* y la vieira *Nodipecten nodosus* em la region norte Del Caribe Colombiano. Colombia. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*, Colômbia, 1 (1): 1-8.
- CASTELLANOS, C. e CAMPOS, N.H. 2007. Variación espacial y temporal de juveniles de *Pinctada imbricata* (Roding, 1778) y *Argopecten Nucleus* (Born, 1778) em La región Norte del Caribe Colombiano. Colombia. *Boletín Invemar*, Santa Marta, 36 (1): 209-227.
- CASTRO FILHO, B.M. e MIRANDA, L.B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S costal segment (4°W). In: Robinson, A. R. e Brink, K. H. *The Sea*. Oxford. 209-251p.
- GAYTAN-MONDRAGON, I.; CÁCERES, C.M.; TOBÍAS, M.S. 1993. Growth of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in different culture structures at La Paz Bay, BCS, México. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 24: 541-546.
- JIMÉNEZ, M.; LODEIROS, C.; MARQUEZ, B. 2000. Captación de juveniles de madre perla *Pinctada imbricata* (Roding 1798) com coletores artificiales em el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Caribbean Journal of Science*, Mayaguez, 36: 221-226.
- LODEIROS, C.; PICO, D.; PRIETA, A.; NARVAEZ, N.; GUERRA, A. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Roding 1758) in supended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture International*, London, 10: 327-338.
- MARCANO, J.S.; PRIETO, A.; LAREÉZ, A.; ALIÓ, J.J.; SANABRIA, H. 2005. Crecimiento e mortalidad de *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteridae) em Guamachito, Península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Ciencias Marinas, Baja California*, 31: 387-397.
- MARQUES, H.L.A. 1998. Criação comercial de mexilhões. São Paulo. Ed. Nobel, 111p.
- MARQUEZ, B.; LODEIROS, C.; JIMENEZ, M.; HIMMELMAN, J.H. 2000. Disponibilidad de juveniles por captacion natural de la ostra *Pteria colymbus* (Bivalvia: Pteriidae) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Review Biological Tropics*, Costa Rica, 48: 151-158.

- MARTINEZ, A.S.; MENDES, L.F.; LEITE, T.S. 2012. Spatial distribution of epibenthic mollusks on a sandstone reef in the Northeast of Brazil. *Brazilian Journal Biology*, São Paulo, 72 (2): 287-298.
- MONTEFORTE, M. e GARCIA-GASCA, A. 1994. Spat collection studies of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae) in Bay of La Paz, South Baja California, Mexico. *Hydrobiologia*, London, 291 (3): 21-34.
- MONTEFORTE, M. e WRIGHT, H. 1994. Ecology of pearl oyster spat collection in Bahía de La Paz, South Baja California, México: temporal and vertical distribution, substrate selection, associated species. *Journal of Shellfish Research*, Hanover, 13 (1): 342-343.
- MONTEFORTE, M.E.; KAPPELMAN, E.; ESPINOZA, B.E. 1995. Spatfall annual survey of pearl oyster *Pteria sterna* (Gould) on experimental collectors at Bahía de La Paz, South Baja California, Mexico. *Aquaculture and Fisheries Management*, Philadelphia, 26: 497-511.
- NUMAGUCHI, K. e TANAKA, Y. 1986. Effects of salinity on mortality and growth of the spat of the pearl oyster *Pinctada fucata martensii*. *Bulletin of National Research Institute of Aquaculture*, Japan, 9: 41-44.
- O'CONNOR, J. e LAWLER, N.F. 2003. Salinity and temperature tolerance in the pearl oyster, *Pinctada imbricata*. In: O'Connor, J.; Lawler, N.F.; Heasman, M.P. 2003. Trial farming the akoya pearl oyster, *Pinctada imbricata*, in Port Stephens, NSW. *NSW Fisheries Report Series* 42: 41-51.
- O'CONNOR, W.A. e LAWLER, N.F. 2004. Reproductive condition of the pearl oyster, *Pinctada imbricata*, Röding, in Port Stephens, New South Wales, Australia. *Aquaculture Research*, Oxford, 35: 385-396.
- POLLI, F.J. 2004. *Obtenção de sementes da ostra perliífera Pinctada imbricata (Röding, 1798), em ambiente natural, através de coletores artificiais e indução à desova em laboratório*. Itajaí (SC), 40p. (Monografia de Graduação, Universidade do Vale do Itajaí).
- RIOS, E.C. 2009. *Compendium of Brazilian Sea Shells*. 1st ed. Evangraf, Porto Alegre, Brasil. 668p.
- SALVADOR, G.C.; ALBUQUERQUE, M.C.P.; FERREIRA, J.F. 2011. Influence of the collector type and at-sea cultivation period on seeds recovery rate and growth out of *Pteria hirundo* in southern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 37 (4): 327-340.
- SHIRAI, S. 1994. *Pearls and Pearl Oysters of the World*. Marine Planning Company, Okinawa, Japan. 108p.

- UNDERWOOD, A.J. 1997. *Experiments in Ecology: their logical design and interpretation using analyses of variance*. Cambridge: University Press, p. 522.
- URBAN, J.H. 2000a. Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, Amsterdam, 189: 361-373.
- URBAN, J.H. 2000b. Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. II. Spat collection, and growth and mortality in culture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, 189: 375-388.
- VELASCO, L.A. e BARROS, J. 2010. Spat collection and experimental culture of the Atlantic pearl oyster *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae), under suspended conditions in the Caribbean. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 41: 281-297.
- VILLALOBOS, B.L.B. e ELGUEZABAL, A.L. 2001. Microbiological quality of the bivalve *Pinctada imbricata* commercialized in Cumaná, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, Caracas, 52 (1): 55-61.
- WADA, K.T. 1991. The pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) (Family Pteriidae). In: *Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture* (Ed. By W. Menzel). CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p.245-260.
- WRIGHT, H. 1997. Ecología de la captación de semilla de madreperla *Pinctada mazatlanica* y concha nacar *Pteria Sterna* (Bivalvia: Pteriidae), en la Isla Gaviota, Bahía de La Paz, B.C.S., Mexico. 139p. (*Dissertação de Mestrado*. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional).
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 663p.

Capítulo 2

CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DA OSTRÁ PERLÍFERA *Pinctada imbricata* EM DIFERENTES DENSIDADES E ESTRUTURAS DE CULTIVO EM SÃO PAULO, BRASIL

**Crescimento e Sobrevivência da Ostra Perlífera *Pinctada imbricata* em
Diferentes Densidades e Estruturas de Cultivo em São Paulo, Brasil**

LIGIA COLETTI BERNADOCHI¹

Aluna de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Pesca e Aquicultura,
Instituto de Pesca – APTA – SAA, Caixa Postal 61070, 0501-979 São Paulo,
SP, Brasil

JOSÉ LUIZ ALVES

Biólogo, Associação de Maricultores e Pescadores da Praia da Cocanha – MAPEC,
Av. João Gonçalves Santana, 500, 11677-550 Caraguatatuba, SP, Brasil

HELICIO LUIS DE ALMEIDA MARQUES

Instituto de Pesca – APTA – SAA, Caixa Postal 61070, 0501-979 São Paulo, SP,
Brasil

Resumo

A ostra perlífera *Pinctada imbricata* é facilmente coletada em coletores artificiais no Estado de São Paulo e apresenta bom potencial econômico tanto para a produção de pérolas quanto para consumo como alimento. No Brasil, há pouquíssimos estudos sobre essa espécie, principalmente sobre tecnologia de criação. Assim este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a sobrevivência da ostra perlífera *P. imbricata* em diferentes estruturas de cultivo (rede de mexilhão, lanterna berçário e lanterna de engorda) e em três densidades de estocagem nas fases intermediária (densidades de 80, 119 e 159 ostras por 1000 cm²) e de engorda (densidades de 25, 51 e 76 ostras por 1000 cm²). O crescimento e a sobrevivência de *P. imbricata* não foram afetados pelos sistemas de cultivo e densidades de estocagem. A estrutura rede de mexilhão não se mostrou eficiente devido ao grande desprendimento das ostras. Os melhores resultados foram atingidos em lanternas de engorda que apresentaram melhor sobrevivência e maior resistência ao manejo e à ação do fouling, devendo, portanto serem recomendadas. O crescimento na fase de engorda mostrou-se menor do que o registrado para a mesma espécie em outros países onde é cultivada.

No Brasil, existem condições ambientais favoráveis para o cultivo de bivalves marinhos, no entanto, sua produção comercial se limita a poucas espécies, sendo interessante a diversificação com a produção de outros bivalves de valor comercial. É o caso da espécie *Pinctada imbricata* Roding 1798, que se distribui no Oceano Atlântico, desde a Carolina do Norte (EUA) até o Brasil (Pará a Santa Catarina), habitando em águas rasas e permanecendo aderida pelo bisco a substratos consolidados como rochas e conchas de outros bivalves, ocorrendo em profundidades de 5 a 30 metros (Abbott 1974; Lodeiros et al. 1999; Rios 2009).

Esta espécie pertence à família Pteriidae, sendo facilmente encontrada em coletores artificiais e redes de cultivo de mexilhões no Litoral Norte de São Paulo. Apesar dos gêneros *Pteria* e *Pinctada* serem bem estudados em outros países onde ocorrem, poucos estudos têm sido conduzidos com essa família no Brasil, podendo-se destacar as pesquisas realizadas no Estado de Santa Catarina (sul do Brasil) com o gênero *Pteria* (Salvador et al. 2011; Albuquerque et al. 2012) e *Pinctada* (Polli 2004), mas nenhum desses estudos aborda o crescimento da espécie em todo o ciclo de cultivo.

Em diversos países a espécie *P. imbricata* é utilizada tanto para o consumo como alimento (Villalobos e Elguezabal 2001), quanto para a produção de pérolas (Urban 2000). Adapta-se bem ao cultivo suspenso, apresentando boa sobrevivência, além disso, suas sementes podem ser facilmente captadas com coletores artificiais em determinadas épocas do ano (Lodeiros 1999).

Existem muitas estruturas utilizadas no cultivo de Pterídeos em todo o mundo. A escolha de uma estrutura depende da espécie a ser cultivada, das características do local e ambiente de cultivo (Gaytan-Mondragon et al. 1993). Trabalhos sobre o cultivo de Pterídeos em diferentes estruturas de cultivo foram realizados por Gaytan-

Mondragon et al. 1993, Southgate e Beer 2000, Urban 2000, Velasco e Barros 2010 e Semidey et al. 2010, não havendo, porém, resultados conclusivos sobre quais seriam as mais adequadas. Também não há trabalhos que determinem quais as melhores densidades de cultivo nas diferentes estruturas.

Neste sentido, este estudo teve por finalidade avaliar o desempenho, em termos de sobrevivência e crescimento, de ostras cultivadas em diferentes estruturas de cultivo, além de determinar as densidades mais indicadas para a espécie nas fases intermediária e de engorda, contribuindo assim para a definição de uma tecnologia de cultivo para essa espécie no Brasil.

Material e métodos

Área de estudo

Os experimentos foram realizados na Praia da Cocanha, município de Caraguatatuba (23°33'45"S e 45°26'15"W), Litoral Norte do Estado de São Paulo (Figura 1), em um longline utilizado para o cultivo de mexilhões, fundeado em local com cerca de 6 m de profundidade medidos durante a maré baixa. A área de estudo situa-se em um parque aquícola de cultivo de mexilhões pertencente à MAPEC – Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha, hoje o maior pólo de maricultura do Estado de São Paulo.

Nesta área, sazonalmente, ocorre a introdução de águas com temperaturas mais baixas e ricas em nutrientes, promovendo o desenvolvimento abundante de fitoplâncton e originando um período de elevada produtividade primária na região (Miranda 1982; Aidair 1993; Castro-Filho e Miranda 1998). No verão o local sofre influência de sistemas de correntes longitudinais rumo nordeste, com correntes e

ventos fracos. Fortes correntes rumo a sudoeste ocorrem no outono / inverno (Tessler 1988) e fornecem uma ampla variabilidade na composição da água.



Figura 1. Localização da área de estudo. Praia da Cocanha, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil.

Variáveis oceanográficas

Durante o período de estudo foram coletados semanalmente, dados de temperatura da água (termômetro de coluna de mercúrio com legibilidade de 1° C), salinidade (refratômetro-salinômetro Bernauer) e transparência (disco de Secchi). Mensalmente no mesmo local, foram coletadas em duplicata, amostras de água a 20 cm de profundidade que foram imediatamente filtradas em filtros Millipore de 47 mm com o auxílio de uma bomba a vácuo, congeladas e transportadas em recipiente térmico para o laboratório do Instituto de Pesca em São Paulo, onde foram

determinados os teores de clorofila *a* e sólidos totais em suspensão (fração orgânica e inorgânica) através da metodologia descrita em APHA (2005).

Coleta de sementes

Os juvenis de *P. imbricata* foram coletados usando coletores artificiais (com 1 metro de comprimento) confeccionados com descartes de redes de polietileno trançadas em forma de cordas e dispostos horizontalmente na superfície do mar (método já utilizado para a captação de sementes de mexilhões *Perna perna* na área de estudo por Bordon et al. 2011). Os coletores foram retirados após 5 meses de imersão e os juvenis foram manualmente removidos dos coletores, contados e medidos. Juvenis com tamanhos similares foram selecionados para dar início aos experimentos.

Estruturas de cultivo

Foram testadas três estruturas de cultivo: a) lanternas de engorda (pisos com 50 cm de diâmetro e 15 mm de rede de malha), b) lanternas berçário (pisos com 40 cm de diâmetro e 4 mm de rede de malha) e c) redes de mexilhões. Nestas redes, os animais foram inicialmente colocados no interior de uma malha tubular de algodão com 1 m de comprimento, a qual foi posteriormente inserida em uma rede também tubular de polietileno. Nos primeiros dias a malha de algodão se degrada e os animais permanecem no interior da rede de polietileno aderidos entre si e à rede pelo bisso. A rede foi dividida em 5 partes de 20 cm cada, através de uma amarra formando “gomos” com a finalidade de manter uma mesma densidade de sementes em cada gomo.

Juvenis de *P. imbricata* com comprimento inicial de $32 \pm 3,7$ mm foram cultivados nas estruturas testadas no período de fevereiro a dezembro de 2011, (tempo total de 301 dias). Nas lanternas utilizou-se a densidade de 13 juvenis por 1000 cm^2 de piso e nas redes foram colocados 20 juvenis por gomo de 20 cm de comprimento. Quatro unidades de cada uma dessas estruturas (lanternas e redes) foram suspensas do longline, configurando um delineamento experimental com três tratamentos e 20 repetições, com cada piso das lanternas e gomo da rede correspondendo a uma parcela experimental.

Mensalmente, todas as ostras de uma parcela de cada tratamento foram medidas em comprimento com o auxílio de um paquímetro com 0,1 mm de precisão, considerando para isto a altura dorso-ventral em mm (Lodeiros et al. 2002). A cada mês mediu-se uma parcela diferente, para evitar interferência de sucessivas biometrias no crescimento dos animais. Obteve-se também o peso médio dos animais com o auxílio de uma balança digital eletrônica com legibilidade de 0,01 g. A sobrevivência também foi avaliada e registrada como porcentagem, retirando-se os animais mortos das lanternas. Os eventuais predadores encontrados no interior das estruturas durante todo o período de cultivo foram retirados, quantificados e identificados no menor nível taxonômico possível.

Ao final do período de cultivo, todos os animais de todas as parcelas foram contados, medidos e pesados. Nessa ocasião também se determinou o Índice de Condição (IC) dos animais, separados em classes de comprimento com 5 mm de amplitude. Determinou-se o IC através da expressão $\text{peso da carne cozida (g)} / \text{peso total (g)} \times 100$, a mesma recomendada para a determinação do índice de condição de mexilhões por Marques (1998).

Densidades de estocagem

Para o cultivo intermediário realizou-se de julho a setembro de 2011 um experimento com 79 dias de duração, utilizando-se juvenis com $18,4 \pm 3,2$ mm de comprimento inicial, que foram estocados em três lanternas berçário, testando-se três diferentes densidades 80, 119 e 159 ostras por 1000 cm^2 . Para a fase de engorda foi realizado um experimento de setembro de 2011 a abril de 2012 (208 dias de duração), utilizando-se juvenis com $27,0 \pm 3,0$ mm de comprimento inicial, que foram estocados em três lanternas de engorda. Foram testadas as densidades 25, 51 e 76 ostras por 1000 cm^2 .

Nas duas fases de cultivo, utilizou-se um delineamento experimental com três tratamentos e cinco repetições. O crescimento (em comprimento e em peso) e a sobrevivência (%) foram avaliados em biometrias mensais realizadas em pisos distintos de cada tratamento.

Análise estatística

Os dados de sobrevivência, comprimento e biomassa registrados nas diferentes estruturas e nas densidades estudadas, foram inicialmente testados quanto à normalidade e homocedasticidade através dos testes de Shapiro-Wilks e Bartlett respectivamente (Zar 1996) e posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificação de diferenças significativas entre as densidades e entre as estruturas de cultivo. Os dados de sobrevivência em porcentagem foram transformados antes da análise (transformação arco seno da raiz quadrada), porém foram apresentados como não transformados para melhor visualização. Para as análises estatísticas utilizou-se o software livre BIOESTAT 5.0 (Ayres et al. 2007).

Resultados

Variáveis oceanográficas

A temperatura oscilou de 22 °C (julho e agosto de 2011) a 29 °C (fevereiro de 2011) com média de $24,6 \pm 2,0$ °C. Houve uma queda acentuada entre os meses de abril e junho, com um período de recuperação lenta entre junho e novembro. A salinidade variou pouco, não sendo registradas reduções importantes durante os meses de verão, mantendo-se entre 31 gL⁻¹ (março e dezembro de 2011) e 38 gL⁻¹ (agosto de 2011) com média de $35,3 \pm 2,3$ gL⁻¹. A transparência variou de 0,6 (junho de 2011) a 4,9 m (fevereiro de 2011) com média de $2,4 \pm 1,1$ m. Em geral os valores mais baixos de transparência foram registrados no inverno e os mais elevados no verão.

A clorofila *a* variou de 1,4 µg/L (setembro de 2011) a 0,5 µg/L (fevereiro e outubro de 2011) com média de $0,9 \pm 0,2$ µg/L. A concentração de matéria orgânica particulada (POM) oscilou entre 24,5 mg/L (maio de 2011) e 7,7 mg/L (janeiro de 2012) com média de $12,8 \pm 4,3$ mg/L e a concentração de matéria inorgânica particulada (PIM) variou de 3,4 mg/L (setembro de 2011) a 1,9 mg/L (abril de 2011) com média de $2,7 \pm 0,5$ mg/L (Figura 2).

Estruturas de cultivo

Ao longo do experimento, a estrutura rede de mexilhão não se mostrou eficiente devido ao grande desprendimento das ostras da estrutura e assim foi retirada das análises estatísticas. Não foram encontradas diferenças significativas entre o crescimento ($P= 0,2439$; $F= 1,5756$), biomassa ($P= 0,0856$; $F= 3,7787$) e sobrevivência ($P= 0,1844$; $F= 2,0903$) de *P. imbricata* cultivada em lanternas de engorda ou berçário (Tabela I).

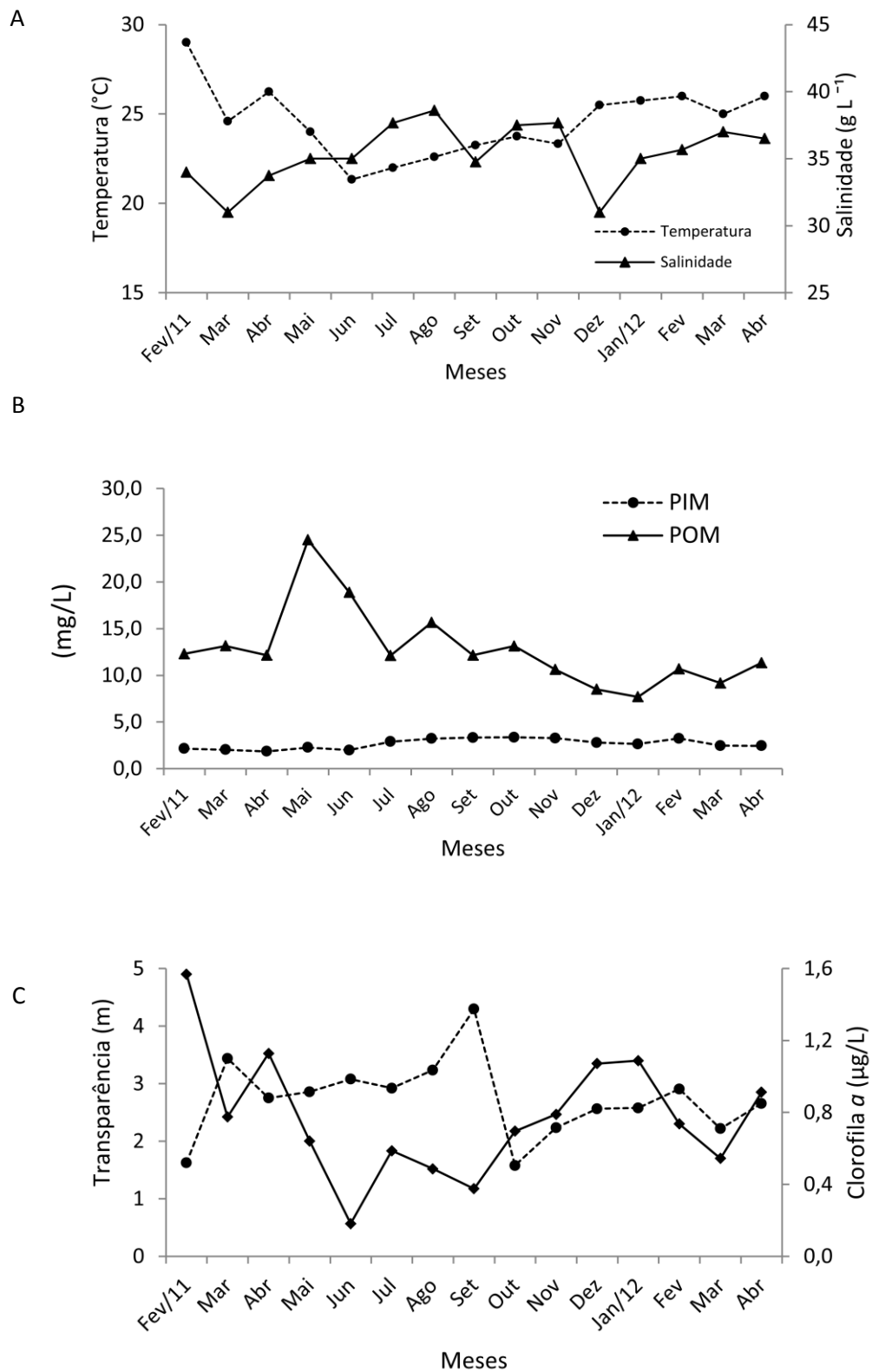


Figura 2. Variáveis oceanográficas da Praia da Cocanha durante o período de cultivo de *Pinctada imbricata*. A. Temperatura e salinidade; B. Concentração de material orgânico particulado (POM) e inorgânico particulado (PIM); C. Transparência e clorofila a.

Tabela I. Sobrevivência, comprimento médio final, peso médio final e biomassa (média \pm DP) registrados para *Pinctada imbricata* em diferentes tipos de estruturas em cultivo suspenso.

Parâmetro	Lanterna de engorda	Lanterna berçário
Sobrevivência (%)	89,0 \pm 9,6	74,0 \pm 20,1
Comprimento médio (cm)	39,0 \pm 0,5	40,0 \pm 0,9
Peso médio (g)	13,2 \pm 0,8	12,1 \pm 1,0
Biomassa (g/piso)	291,6 \pm 25	226,7 \pm 70,4

Na estrutura lanterna berçário, os juvenis de *P. imbricata* apresentaram um aumento de 8 mm em comprimento, resultando em uma taxa de crescimento de 0,03 mm/dia. Na estrutura lanterna de engorda, o aumento foi de 7 mm em comprimento, correspondendo a uma taxa de crescimento de 0,02 mm/dia.

Com relação ao peso médio, as ostras apresentaram um aumento de 5 g na lanterna berçário e de 6 g na lanterna de engorda. Houve uma variabilidade muito grande na sobrevivência da lanterna berçário em relação à lanterna de engorda, demonstrada pelos respectivos desvios-padrão. Esse fato refletiu em uma menor biomassa registrada na lanterna berçário (Tabela I).

Ao longo do período de estudo, as curvas de crescimento em comprimento e peso das estruturas avaliadas descreveram funções exponenciais. O crescimento em comprimento apresentou uma ligeira redução no mês de agosto e o crescimento em peso praticamente cessou entre os meses de maio e julho. Tanto o crescimento em comprimento como em peso apresentaram uma rápida recuperação entre os meses de outubro e novembro (Figura 3).

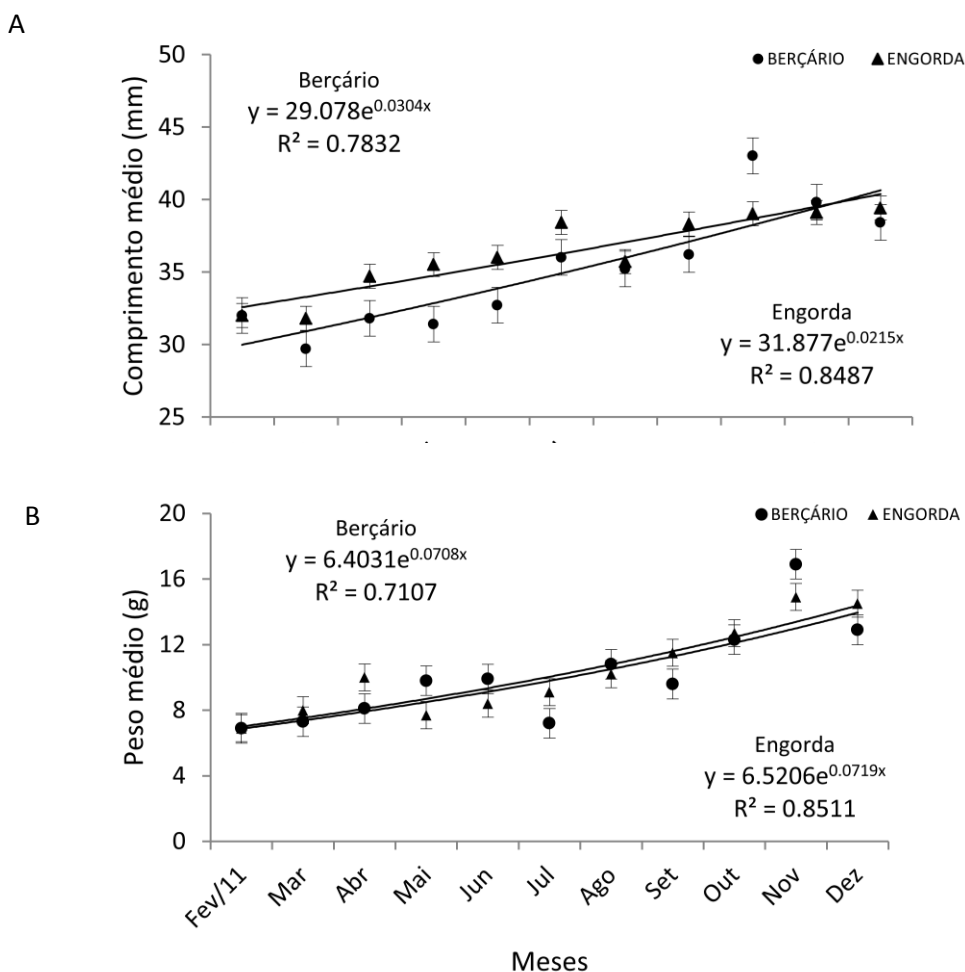


Figura 3. Variação mensal (Média \pm EP) no crescimento em comprimento (A) e peso médio (B) de *Pinctada imbricata* durante o período de cultivo.

Dois principais grupos de predadores foram observados em baixa frequência dentro das lanternas de cultivo ao longo de todo o experimento: Gastropoda e Crustacea. Os gastrópodes identificados foram a espécie *Cymatium parthenopeum* Von Salis 1793 (5 exemplares) pertencente à família Ranellidae e *Stramonita haemastoma* Linnaeus 1767 (2 exemplares) membro da família Muricidae. As espécies de crustáceos identificadas foram *Callinectes* spp. (3 exemplares) e *Charibdis helleri* A. Milne Edwards 1867 (4 exemplares) pertencentes à família Portunidae, *Panopeus* spp. (7 exemplares), membro da família Xanthidae e

Pachygrapsus transversus Gibbes 1850 (5 exemplares), membro da família Grapsidae.

Também não foram encontradas diferenças significativas para o índice de condição de *P. imbricata* cultivada nas duas estruturas. Para a estrutura lanterna berçário, houve uma tendência de maior índice de condição (%) em animais com maior comprimento (mm). Em geral, os melhores índices foram alcançados em ostras acima de 30 mm de comprimento, com exceção da classe entre 35 e 39 mm, que apresentou índice de 14,4%.

Para a estrutura lanterna de engorda, os valores de índice de condição (%) não seguiram uma tendência entre as classes de comprimento. O maior índice (23,7%) foi registrado para a classe entre 25 e 29 mm e o menor (15%) foi registrado para a classe entre 35 e 39 mm.

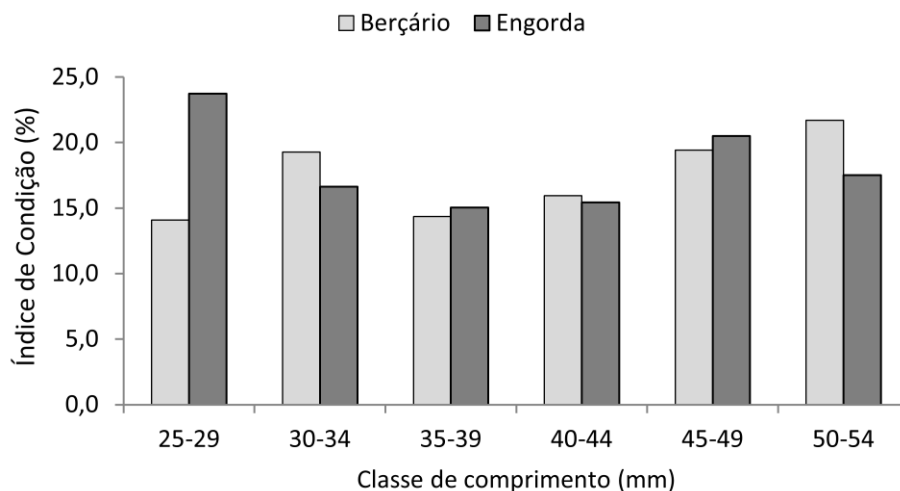


Figura 4. Índice de Condição (%) por classe de comprimento (mm) de indivíduos de *Pinctada imbricata* em lanternas berçário e de engorda.

Densidade de estocagem

Não foram detectadas diferenças significativas para peso, comprimento e sobrevivência nas três densidades observadas para a fase de cultivo intermediário (79 dias). No entanto, a biomassa diferiu significativamente ($P < 0,05$) entre todas as densidades (Tabela II). Os juvenis de *P. imbricata* tiveram um aumento em comprimento de 8,7 mm, 8,6 mm e 8,2 mm para as densidades de 80, 119 e 159 por 1000 cm² respectivamente, com uma taxa de crescimento de aproximadamente 0,1 mm/dia.

Tabela II – Sobrevivência, comprimento, peso médio e biomassa (média \pm DP) registrada na fase intermediária de cultivo de *Pinctada imbricata* (79 dias). Valores médios na mesma linha seguidos de diferentes letras sobrescritas são significativamente diferentes ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

Parâmetros	Densidade	Densidade	Densidade
	80 / 1000 cm ²	119 / 1000 cm ²	159 / 1000 cm ²
Sobrevivência (%)	98,0 \pm 1,2	96,7 \pm 2,3	92,8 \pm 5,8
Comprimento (mm)	27,1 \pm 1,1	27,0 \pm 0,9	26,6 \pm 1,1
Peso médio (g)	3,19 \pm 0,2	3,04 \pm 0,1	3,07 \pm 0,4
Biomassa (g)	332,3 \pm 36,0 ^a	441,9 \pm 21,8 ^b	570,2 \pm 73,1 ^c

Também não foram detectadas diferenças significativas para peso, comprimento e sobrevivência nas três densidades observadas para a fase de engorda (208 dias). No entanto, a biomassa foi significativamente diferente ($P < 0,05$) para todas as densidades (Tabela III). Para esta fase de cultivo, os juvenis tiveram um aumento em comprimento de 7,9 mm, 7,2 mm e 7,4 mm para as densidades de 25, 51 e 76 por 1000 cm² respectivamente, com uma taxa de crescimento de aproximadamente 0,04 mm/dia.

Tabela III – Sobrevivência, comprimento, peso médio e biomassa (média ± DP) registrada na fase de engorda de *Pinctada imbricata* (208 dias). Valores médios na mesma linha seguidos de diferentes letras sobrescritas são significativamente diferentes ($P<0,05$) pelo Teste de Tukey.

Parâmetros	Densidade	Densidade	Densidade
	25 / 1000 cm ²	51 / 1000 cm ²	76 / 1000 cm ²
Sobrevivência (%)	70,0 ± 11,7	59,0 ± 12,4	68,0 ± 8
Comprimento (mm)	34,9 ± 0,8	34,2 ± 2,7	34,4 ± 1
Peso médio (g)	7,5 ± 0,4	7,8 ± 1,2	6,7 ± 0,6
Biomassa (g)	262,9 ± 31,6 ^a	447,3 ± 74 ^b	692,7 ± 115,6 ^c

Pela Figura 5 observa-se que o crescimento em comprimento foi mais rápido na fase intermediária de cultivo e até atingir o comprimento de 28 mm. A partir daí o crescimento praticamente se estabilizou.

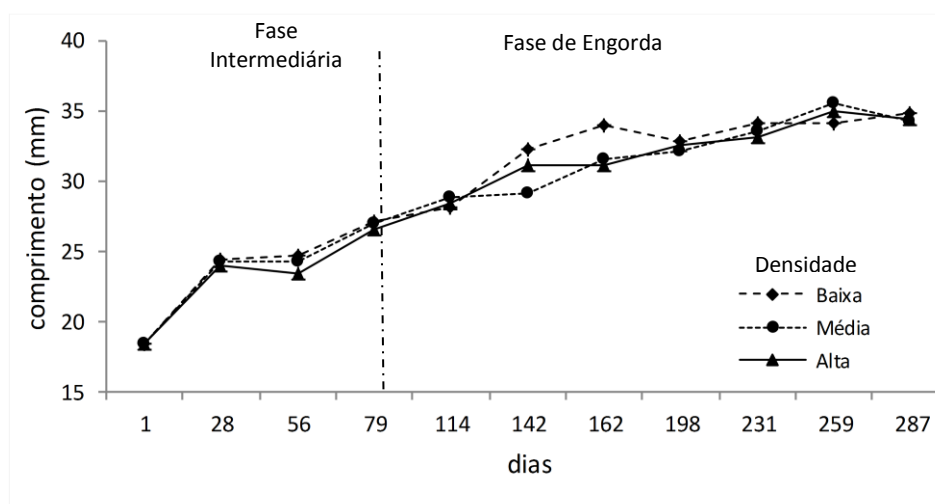


Figura 5. Crescimento em comprimento (mm) de *Pinctada imbricata* durante o período de estudo em três diferentes densidades (baixa, média e alta) na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP.

Pela Figura 6 verifica-se que as curvas de crescimento em comprimento, descreveram funções exponenciais para as três densidades testadas tanto na fase de berçário (80, 119 e 159 por 1000 cm²) como de engorda (25, 51 e 76 por 1000 cm²).

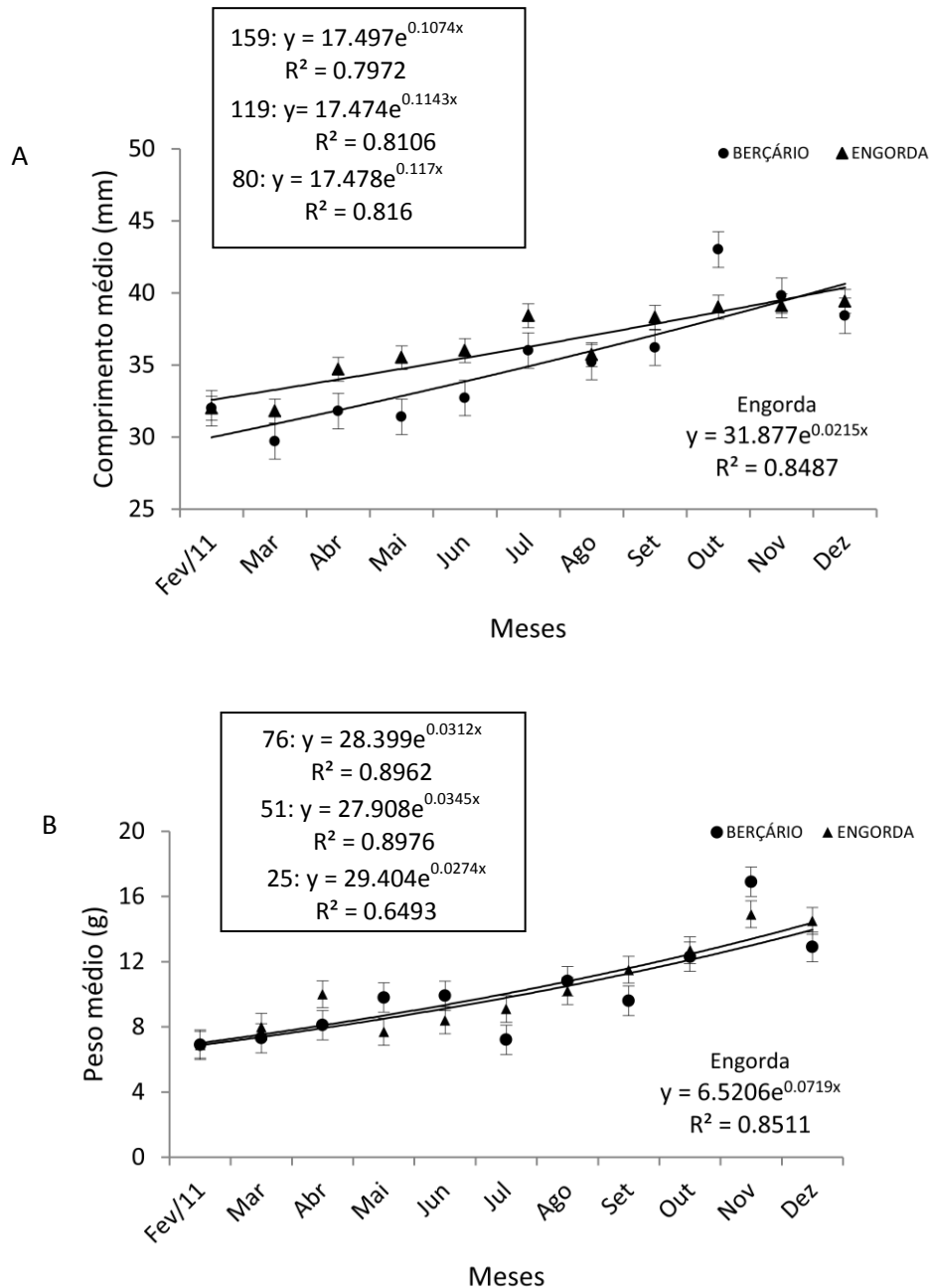


Figura 6. Crescimento em comprimento (mm) de *Pinctada imbricata* nas fases intermediária (A) e de engorda (B) em três diferentes densidades na Praia da Cocanha, Caraguatatuba, SP.

Discussão

Variáveis oceanográficas

Devido à sua ampla distribuição geográfica, as faixas ótimas de temperatura e salinidade para *P. imbricata* podem variar de acordo com o local de origem da população. Neste trabalho, os dados de temperatura e salinidade registrados mostraram-se dentro da faixa de tolerância para um ótimo desenvolvimento da espécie, corroborando com os dados observados por Bordon et al. 2011 (23,6°C) e Marques 1998 (19-28°C) na mesma região de estudo. Altas temperaturas (maiores que 28 °C) e baixas salinidades (menores que 27 gL⁻¹) foram citadas na literatura como sendo prejudiciais ao desenvolvimento e crescimento de *Pinctada fucata* (Numaguchi e Tanaka 1986; Wada 1991; Tomaru et al. 2002) e *Pinctada margaritifera* (Pouvreau et al. 2000a). Lodeiros et al. (2002) observaram na Venezuela um ótimo crescimento e sobrevivência de *P. imbricata* sob temperaturas entre 23,9 e 30,8 °C e salinidades entre 30 e 35 gL⁻¹. Na Colômbia, Velasco e Barros (2010) registraram bom desempenho da mesma espécie com valores de temperatura de 24 a 31°C e salinidades de 35 a 37 gL⁻¹.

A concentração de clorofila a, que é indicadora da biomassa fitoplanctônica, foi baixa na maior parte do período de estudo, semelhante aos valores obtidos na costa de São Paulo por Aidair et al. (1993) com concentrações variando entre 0,53 e 1,07 µg/L. Apesar disso, foram superiores aos observados por Lodeiros et al. (2002) na Venezuela. Esses teores costumam variar de região para região e mesmo de um ano para outro dentro da mesma região, mas estão em conformidade com as características oligotróficas das águas da região do Litoral Norte de São Paulo. Segundo Teixeira (1979), essa característica não significa necessariamente indisponibilidade de alimento para os organismos marinhos, devido à grande

atividade reprodutora dos componentes do plâncton, principalmente nos meses mais quentes do ano.

A Praia da Cocanha está situada em local exposto a grandes ondulações e fortes correntes (Tessler et al. 2006), o que favorece a ressuspensão e remobilização do sedimento, além de sofrer influência do aporte fluvial do rio Cocanha que também contribui para a concentração de material em suspensão. O teor de matéria orgânica em suspensão aqui registrado foi superior ao verificado em outras regiões de cultivo dessa espécie por Lodeiros et al. (2002) e Velasco e Barros (2010), sendo semelhantes ao encontrado na mesma região por Silvestri (2009) ($28,58 \pm 17,5$ mg/L) e por Bueno et al. (2010) em Ubatuba ($18,08 \pm 10,0$ mg/L). A porcentagem de matéria orgânica em relação ao teor total de sólidos em suspensão permaneceu sempre acima dos 80%, indicando que o séston da região é rico em matéria orgânica, o que pode significar uma boa disponibilidade de alimento para organismos filtradores, compensando em parte a baixa concentração de fitoplâncton.

Estruturas de cultivo

Esperava-se que *P. imbricata* por secretar bisso de forma similar a dos mitilídeos, poderia se adaptar bem ao sistema de cultivo em redes utilizadas no cultivo de mexilhões. Porém, as redes não foram eficientes, devido ao grande desprendimento das ostras da estrutura. Contrariamente, Semidey et al. 2010 na Venezuela, avaliaram o crescimento e sobrevivência de *P. imbricata* em cordas e cestas suspensas e relataram maior crescimento em tecido para as cordas. Estes autores recomendam o cultivo em cordas uma vez que o número de predadores e o custo com a implantação deste sistema é menor. Talvez uma readequação do sistema de sementeira nas redes possa vir a tornar esse sistema eficiente.

A influência não significativa das outras estruturas de cultivo no crescimento e sobrevivência de *P. imbricata* neste estudo sugere que ambas (lanterna de engorda e lanterna berçário) podem ser utilizadas para o cultivo. No entanto, a lanterna de engorda apresentou menor variabilidade na sobrevivência e na biomassa final, além de maior durabilidade e maior resistência ao manejo e, portanto deve ser recomendada. Gaytan-Mondragon et al. (1993) no México, também não observaram diferença entre as estruturas testadas (“pearl nets”, lanternas, “pocket nets” e caixas de fundo) no crescimento de *Pinctada mazatlanica*, no entanto, a sobrevivência obtida em caixas de fundo foi significativamente maior que a obtida nas outras estruturas. Friedman e Southgate (1999) nas Ilhas Salomão e Southgate e Beer (2000) na Austrália (*Pinctada margaritifera*) e Velasco e Barros (2010) na Colômbia (*P. imbricata*), registraram melhores resultados em “pocket nets” do que em “pearl nets”, devido possivelmente à distribuição mais uniforme dos animais na primeira estrutura. Urban (2000) na Colômbia registrou maior crescimento de *P. imbricata* em caixas suspensas e de fundo do que em bolsas na fase intermediária de cultivo.

Devido à baixa frequência de ocorrência de predadores nos sistemas de cultivo, provavelmente esse não foi um fator determinante na mortalidade observada neste experimento. Entretanto, outros autores (Urban 2000; Lodeiros et al. 2002; Semidey et al. 2010) relacionaram a presença do gastrópode *Cymatium* spp. à mortalidade de *P. imbricata* e de outras espécies como *P. fucata* (Chellam et al. 1983). Alguns estudos indicam a existência de caranguejos e siris em cultivo de diferentes tipos de bivalves (Taylor et al. 1997a; Freitas et al. 2000; Velasco e Barros 2010; Bernadochi et al. 2012). Isto indica a importância da limpeza frequente das estruturas, principalmente nos primeiros meses, a fim de eliminar os possíveis predadores.

O “fouling” é outro fator que pode causar estresse e interferir na taxa de crescimento e mortalidade dos bivalves cultivados (Kripa et al. 2012). Neste estudo foi observada maior incidência de fouling nas redes e lanternas de cultivo tipo berçário, principalmente devido ao menor diâmetro da malha da mesma, fato que pode ter influenciado na maior variabilidade da sobrevivência das ostras nestas estruturas. Segundo Taylor et al. (1997b) a sobrevivência de juvenis de *Pinctada maxima*, pode ser afetada por fatores de estresse tais como destacamento do bisso, limpeza das conchas e exposição ao ar. A realização mensal da biometria, onde os animais ficavam expostos ao ar por algumas horas e o destacamento dos animais levando à subsequente formação de novos filamentos de bisso, provavelmente, interferiu também no crescimento e sobrevivência das ostras das duas estruturas testadas.

P. imbricata neste estudo, apresentou um índice de condição superior aos observados para o berbigão *Anomalocardia brasiliana* (6 a 12%) (Freitas et al. 2010) e para a ostra *Cassostrea brasiliana* (6 a 10%) (Galvão et al. 2000; Portella 2005). Por outro lado, na Venezuela a comercialização de *P. imbricata* é feita com comprimento menor que 40 mm, devido à elevada proporção de carne que possui este organismo (40% em peso fresco) mesmo em tamanhos pequenos (Semidey et al. 2010). Esse fato é indicativo da viabilidade do consumo na região de estudo da carne de exemplares de *P. imbricata* com comprimento ao redor de 30 a 40 mm, o que possibilitaria um rápido ciclo de produção. Verificou-se ainda que o volume dos tecidos dessa espécie é semelhante ao dos berbigões *Anomalocardia brasiliana* e *Tivela mactroides*, espécies que são exploradas de forma extrativa e para as quais não existe ainda uma tecnologia de cultivo definida. O consumo de *P. imbricata* como alimento poderia ser uma alternativa ao consumo de berbigões, todavia são

ainda necessários estudos sobre as características organolépticas e nutricionais de *P. imbricata* para confirmar essa suposição.

Densidades de estocagem

Durante os primeiros meses de vida, as ostras possuem maior vulnerabilidade a fatores como competição por espaço e alimento, presença de predadores e fouling, manuseio e densidade de estocagem (Taylor et al. 1997a). Neste estudo, a sobrevivência para *P. imbricata* foi alta na fase intermediária de cultivo, sugerindo que a mesma não foi afetada pela densidade de estocagem, corroborando com os resultados de Velasco e Barros (2010) para a mesma espécie, de Taylor et al. (1997b) para juvenis de *P. maxima* e de Albuquerque et al. (2012) para *Pteria hirundo*. Southgate e Beer (1997) registraram sobrevivência entre 68 e 88% e Friedman e Southgate (1999) relataram uma sobrevivência de 87% para juvenis de *P. margaritifera* cultivados em lanterna berçário.

O crescimento em comprimento de *P. imbricata* parece não ter sido também afetado pela densidade, uma vez que os organismos não apresentaram deformações na concha e mostraram um alto comportamento gregário. Tal comportamento é bastante comum entre as ostras perlíferas de menor tamanho, como é relatado também para *P. imbricata* (Borrero 1994), *P. martensi* e *P. fucata* (Wada 1991 e Gervis e Sims 1992), *Pteria colymbus* (Lodeiros et al. 1999) e *Pteria hirundo* (Albuquerque et al. 2012). Urban (2000) também não registrou efeito da densidade sobre o crescimento de *P. imbricata* em cultivo intermediário, assim como Monteforte et al. (2005) para *Pteria sterna*. No entanto, estes autores sugerem iniciar os cultivos intermediários com mais de 100 ostras por piso e reduzir para 50 ostras por piso no quarto mês de cultivo, a fim de melhorar os resultados nesta fase.

À medida que as sementes crescem, a densidade de estocagem deve ser reduzida e o tamanho da malha da estrutura aumentada (Gervis e Sims 1992). Isto reduz incrustações e aumenta o fluxo de água através da estrutura, assegurando assim um adequado fornecimento de alimentos para todas as ostras.

A influência não significativa da densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de *P. imbricata* também na fase de engorda, sugere que esta espécie tolera altas densidades em condições de cultivo. Porém, a sobrevivência para esta fase foi menor que na fase intermediária provavelmente devido ao maior período de cultivo (208 dias). Ao contrário, Velasco e Barros (2010) na Colômbia e O'Connor et al. (2003) na Austrália, observaram para *P. imbricata* uma diminuição no crescimento quando cultivada em maiores densidades. Igualmente Taylor et al. (1997b) e Southgate e Beer (1997) registraram para *P. maxima* e *P. margaritifera* respectivamente, um aumento de deformidades nas conchas de ostras cultivadas em densidades mais elevadas, sugerindo que estas afetaram ainda a taxa de crescimento. Recomendações de densidades de estocagem para o cultivo de *P. imbricata* são escassas. Chellam et al. (1987) na Índia, variaram suas recomendações de densidade de acordo com o tamanho das ostras. Por outro lado, Honkoop e Bayne (2002), atribuem a diminuição do efeito da densidade no crescimento e sobrevivência ao fato das densidades testadas serem muito baixas para produzirem tal efeito, fato que também pode ter acontecido no presente estudo.

Alves (2010) observou que o início da maturidade sexual em *Pteria hirundo* ocorreu em animais com aproximadamente dois meses de vida e Kimani et al. (2006) relatou que indivíduos de *Pinctada imbricata* entre 30-39 mm já estão sexualmente maduros. O rápido crescimento observado na fase intermediária sugere que nessa fase as ostras estariam ainda sexualmente imaturas,

apresentando crescimento somático preferencial, enquanto que na fase de engorda, as mesmas estariam alocando energia para reprodução reduzindo o ritmo de crescimento somático. Lodeiros et al. (1999) relataram uma taxa de crescimento mais rápido durante os primeiros meses para *Pteria colymbus* seguido por taxas mais baixas durante os meses finais do experimento, o mesmo ocorrendo para *P. imbricata* (Semidey et al. 2010), *Pinctada martensii* (Mohamed et al. 2006; Gu et al. 2009) e *P. margaritifera* (Sims 1994; Pouvreau et al. 2000b).

A Tabela IV mostra que o incremento em comprimento (mm) no Brasil é um pouco mais lento do que em países próximos como acontece na Colômbia e Venezuela. Estes países mostraram ter taxas de crescimento relativamente parecidas, provavelmente pela proximidade geográfica, condições ambientais e traços genéticos das populações semelhantes.

Tabela IV. Crescimento em cultivo suspenso registrado para *Pinctada imbricata* por diferentes autores em diferentes localidades.

Local	Inicial (mm)	Final (mm)	Período (meses)	Crescimento (mm/mês)	Referência
Colômbia	10,6	50	11	3,7	Urban (2000)
Colômbia	12	47	9	3,5	Castellanos e Newmark (2004)
Colômbia	8,8	48	10	7,8	Velasco e Barros (2010)
Venezuela	13	55	9	4,6	Lodeiros et al. (2002)
Venezuela	15	50	6	5,8	Semidey et al. (2010)
Brasil	18	40	10	2,2	Este estudo

Conclusão

O cultivo de *Pinctada imbricata* mostrou-se inviável no sistema de redes tubulares e o crescimento, sobrevivência e biomassa final não diferiram entre as ostras cultivadas nas estruturas lanterna berçário e lanterna de engorda. No entanto, devido à menor variabilidade na sobrevivência e à maior durabilidade, a estrutura lanterna de engorda deve ser recomendada.

As densidades testadas, tanto no cultivo intermediário com na fase de engorda não diferiram quanto ao crescimento em peso e comprimento e à sobrevivência, sugerindo que maiores densidades podem ser testadas.

O crescimento na fase de engorda mostrou-se menor do que o registrado para a mesma espécie em outros países onde é cultivada.

O rápido crescimento até o comprimento de 30 a 35 mm e o bom índice de condição registrado em animais nessa faixa de comprimento pode indicar viabilidade de comercialização de animais com esse porte para o consumo como alimento.

Agradecimentos

À Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha (MAPEC), Caraguatatuba – SP pela cessão dos long-lines, instalações e da infraestrutura necessária à realização deste trabalho. À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão do auxílio à pesquisa para este experimento (Processo 2010/51744-1) e pela concessão da bolsa de Treinamento Técnico (Processo 2011/09118-9). À CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

Referências

- ABBOTT, R.T. 1974. American seashells: the marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 663p.
- AIDAIR, E.; GAETA, S.A.; GIANESELLA-GALVÃO, S.; KUTNER, M.B.B.; Teixeira, C. 1993. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. *Publicação especial do Instituto oceanográfico*, São Paulo, 10: 9-43.
- ALBUQUERQUE, M.C.P.; ALVES, R.; ZANANDREA, A.C.V.; FERREIRA, J.F.; MELO, C.M.R.; MAGALHÃES, A.R.M. 2012. Growth and survival of the pearl oyster *Pteria hirundo* (L.,1758) in an intermediate stage of culture in Santa Catarina. *Brazilian Journal of Biology*, São Paulo, 72 (1): 175-180.
- ALVES, R. 2010. *Biologia de Pteria hirundo, ostra perlífera nativa do Brasil*. Florianópolis, 164p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias). Disponível em: http://projetos.lmm.ufsc.br/data/files/Tese_Rafael_Alves.pdf.
- APHA. 2005. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21^a ed. APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, and WPCF – Water Pollution Control Federation, Washington, DC.
- BERNADOCHI, L.C.; SILVESTRI, F.; TURRA, A. 2012. Composition and Seasonal Variation of Brachyura and Anomura (Crustacea, Decapoda) Associated with Brown Mussel Farms at Praia da Cocanha, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, São Paulo, 55 (4): 549-557.
- BORRERO, J. 1994. Potential for pearl culture in Colombia. Abstracts, Pearls 94 International Conference, Honolulu, USA. *Journal Shellfish Research*, Hanover, 1 (13): 331-332.
- BORDON, I.C.A.C.; MARQUES, H.L.A.; ALVES, J.L.; MEDEIROS, A.M.Z. 2011. Settlement of mussel *Perna perna* seed on artificial collectors deployed on sea surface. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 42: 558-563.
- 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.
- CASTELLANOS, C. e NEWMARK, F. 2004. Cultivo piloto de la madreperla *Pinctada imbricata* y la vieira *Nodipecten nodosus* em la region norte Del Caribe Colombiano. Colombia. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*, Colômbia, 1 (1): 1-8.
- CASTRO FILHO, B.M. e MIRANDA, L.B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S costal segment

- (4'W). In: Robinson, A.R. and Brink, K.H. The Sea. Oxford, John Wiley and Sons. p.209-251.
- CHELLAM, A.; VELAYUDHAN, T.S.; VICTOR, A.C.C. 1987. Pearl oyster farming. In: K. Alagarwami (Ed), Pearl Culture. *Bulletin of the Central Marine Fisheries Research Institute*, Cochin, 39: 72-77.
- CHELLAM, A.; VBLAYUDHAN, T.S.; DHARMARAJ, S.; VICTOR, A.C.C.; GANDHI, A.D. 1983. A note on the predation on pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) by some gastropods. *Indian Journal of Fisheries*, Cochin, 30: 337-339.
- CHELLAM, A. 1987. Biology of pearl oyster. In Alagarwami, K. Pearl Culture. Cochin: *Bulletin of the Central Marine Fisheries Research Institute*, Cochin, p.13-29.
- FREITAS, S.T.; FOGAÇA, F.H.S.; LEGAT, J.F.A.; BARROS, R.F.M.; PAMPLIM, P.A.Z. 2010. *Análise morfométrica das conchas e rendimento da carne de Anomalocardia brasiliana no estuário adjacente a Praia de Barra Grande, Cajueiro da Praia – PI*. In: III Congresso Brasileiro de Oceanografia. Rio Grande (RS).
- FREITES, L.; HIMMELMAM, J.H.; LODEIROS, C.J. 2000. Impact of predation by gastropods and crabs recruiting into culture enclosures on the survival of the scallop *Euvola ziczac* (L.) in suspended culture. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Maryland Heights, 244 (2): 297-303.
- FRIEDMAN, K.J. e SOUTHGATE, P.C. 1999. Growout of blacklip pearl oyster *Pinctada margaritifera* collected as wild spat in Solomon Islands. *Journal Shellfish Research*, Hanover, 181: 159-167.
- GALVÃO, M.S.N.; PEREIRA, O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M.B. 2000. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP (25° S; 48° W). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 26 (2): 147-162.
- GAYTAN-MONDRAGON, I.; CÁCERES, C.M.; TOBÍAS, M.S. 1993. Growth of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in different culture structures at La Paz Bay, México. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 24: 541-546.
- GERVIS, M.H. e SIMS, N.A. 1992. The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae). ICLARM Studies and Reviews, 21 Editorial. Manila, Philippines. 42p.
- HONKOOP, P.J.C. e BAYNE, B.L. 2002. Stocking density and growth of Pacific oyster (*Cassostrea gigas*) and the Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) in Port Stephens, Australia. *Aquaculture*, Amsterdam, 213: 171-186.
- KIMANI, E.N.; MAVUTI, K.M.; MUKIAMA, T. 2006. The reproductive activity of the pearl oyster *Pinctada imbricata* Röding 1798 (Pteriidae) in Gazi Bay, Kenya. *Tropical Zoology*, Firenze, 19: 159-174.

- KRIPA, V.; MOHAMED, K.S. e VALAYUDHAN, T.S. 2012. Seasonal Fouling Stress on the Farmed Pearl Oyster, *Pinctada fucata*, from Southeastern Arabian Sea. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 43: 514-525.
- LODEIROS, C.; RENGEL, J.J.; HIMMELMAN, J.H. 1999. Growth of *Pteria colymbus* (Roding 1798) in suspended culture in Golfo de Cariaco, Venezuela. *Journal of Shellfish Research*, Hanover, 18: 155-158.
- LODEIROS, C.; PICO, D.; PIETRO, A.; NARVAÉZ, N.; GUERRA, A. 2002. Growth and survival of the pearl oyster *Pinctada imbricata* (Roding 1798) in suspended and bottom culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture International*, London, 10: 327-338.
- MIRANDA, L.B. 1982. *Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Thomé (RJ) à Ilha de São Sebastião (SP)*. São Paulo, 194p. (Tese de livre-docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo).
- MARQUES, H.L.A. 1998. Criação comercial de mexilhões. São Paulo. Ed. Nobel, 111p.
- MONTEFORTE, M.; BERVERA, H.; RAMÍREZ, J.J.; SAUCEDO, P. e LÓPEZ, C. 2005. Effect os stocking density on growth and survival of the raibow pearl oyster *Pteria sterna* (Gould 1852) during nursey and late culture in Bahía de La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Aquaculture International*, London, 13: 391-407.
- MOHAMED, K.S.; KRIPA, V.; VELAYUDHAN, T.S.; APPUKUTTAN, K.K. 2006. Growth and biometric relationships of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) on transplanting from the Gulf of Mannar to the Arabian Sea. *Aquaculture Research*, Oxford, 37: 725-741.
- NUMAGUCHI, K. e TANAKA, Y. 1986. Effects of salinity on mortality and growth of the spat of the pearl oyster *Pinctada fucata martensii*. *Bulletin of National Research Institute of Aquaculture*, Japan, 9: 41-44.
- O'CONNOR, W.A.; LAWLER, N.F.; HEASMAN, M.P. 2003. Trial farming the akoya pearl oyster, *Pinctada imbricata*, in Port Stephens, NSW. Fisheries. Australia. 174p.
- POLLI, F.J. 2004. Obtenção de sementes da ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Roding, 1798), em ambiente natural, através de coletores artificiais e indução à desova em laboratório. Itajaí, 40p. (Monografia de Graduação, Universidade do Vale do Itajaí).
- PORTELLA, C. G. 2005. *Avaliação da Qualidade da ostra nativa Crassostrea brasiliiana congelada em concha em função da composição química e análise sensorial*. Jaboticabal, 75p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho). Disponível em:

http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/dissertacoes_teses/dissertacoes/Dissertacao%20Carolina%20De%20Gasperi%20Portella.pdf.

- POUVREAU, S.; BACHER, C.; HERAL, M. 2000a. Ecophysiological model of growth and reproduction of the black pearl oyster, *Pinctada margaritifera*: potential applications for pearl farming in French Polynesia. *Aquaculture*, Amsterdam, 186 (1-2): 117-144.
- POUVREAU, S.; TIAPARI, J.; GANGNERY, A.; LAGARDE, F.; GARNIER, M.; TEISSIER, H.; HAUMANI, G.; BUESTEL, D.; BODOY, A. 2000b. Growth of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, in suspended culture under hydrobiological conditions of Takapoto lagoon French Polynesia. *Aquaculture*, Amsterdam, 184: 133-154.
- RIOS, E.C. 2009. *Compendium of Brazilian Sea Shells*. 1st ed. Evangraf, Porto Alegre, Brasil. 668p.
- SALVADOR, G.C.; ALBUQUERQUE M.C.P.; FERREIRA J.F. 2011. Influence of the collector type and at-sea cultivation period on seeds recovery rate and growth out of *Pteria hirundo* in southern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 37 (4): 327- 340.
- SEMIDEY, D.; MARQUEZ, A. e LODEIROS, C. 2010. Crecimiento y supervivencia de la madre perla *Pinctada imbricata* (Roding 1798), bajo condiciones de cultivo suspendido, en cuerdas y cestas perleras. *Zootecnia Tropical*, Maracay, 28 (4): 521-533.
- SILVESTRI, F. 2009. Determinação da produção de resíduos sólidos provenientes do cultivo de mexilhões na região da Ilha da Cocanha – Caraguatatuba – SP. São Paulo, 115p. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-20012010-144954/>>.
- SIMS, N.A. 1994. Growth of wild and cultured black-lip pearl oysters, *Pinctada margaritifera* (L.) (Pteriidae; Bivalvia), in the Cook Islands. *Aquaculture*, Amsterdam, 122: 181-191.
- SOUTHGATE, P.C. e BEER, A.C. 1997. Hatchery and early nursery culture of the blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera* L.). *Journal Shellfish Research*, Hanover, 16: 561-567.
- SOUTHGATE, P.C. e BEER, A.C. 2000. Growth of blacklip pearl oyster *Pinctada margaritifera* juveniles using different nursery culture techniques. *Aquaculture*, Amsterdam, 187: 97-104.
- TAYLOR, J.J.; SOUTHGATE, P.C.; ROSE, R.A. 1997a. Fouling animals and their effect on the growth of silver-lip pearl oysters *Pinctada maxima* (Jameson) in suspended culture. *Aquaculture*, Amsterdam, 153: 31-40.
- TAYLOR, J.J.; ROSE, R.A.; SOUTHGATE, P.C.; TAYLOR, C.E. 1997b. Effects of stocking density on growth and survival of early juvenile silver-lip pearl oysters,

- Pinctada maxima* (Jameson), held in suspended nursery culture. *Aquaculture*, Amsterdam, 153: 41-49.
- TEIXEIRA, C. 1979. Produção primária e algumas considerações ecológicas da região de Ubatuba (Lat.23°30'S – Long. 45°06'W), Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 28 (2): 23-28.
- TESSLER, M.G. 1988. Dinâmica sedimentar quaternária no Litoral Sul Paulista. São Paulo. (Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).
- TESSLER, M.G.; CAZZOLY Y.; GOIA, S.; YOSHIKAWA, P.S.; HURTADO, S.N. 2006. Erosão e progradação do litoral do estado de São Paulo. In: Dieter Murhe. (Org). Erosão e Progradação do litoral brasileiro. 1 Ed. Brasília. Ministério do Meio Ambiente. p.297-346.
- TOMARU, Y.; KUMATABARA, Y.; KAWABATA, Z.; NAKANO, S. 2002. Effect of water temperature and chlorophyll abundance on shell growth of the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*, in suspended culture at different depths and sites. *Aquaculture Research*, Oxford, 33: 109-116.
- URBAN, H.J. 2000. Culture potencial of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. II. Spat collection, and growth and mortality in culture systems. *Aquaculture*, Amsterdam, 189: 375-388.
- VELASCO, L.A. e BARROS, J. 2010. Spat collection and experimental culture of the Atlantic pearl oyster *Pinctada imbricata* (Bivalvia: Pteriidae), under suspended conditions in the Caribbean. *Journal of the World Aquaculture Society*, Louisiana, 41 (3): 281-297.
- VILLALOBOS, B.L.B. e ELGUEZABAL, A.L. 2001. Microbiological quality of the bivalve *Pinctada imbricata* commercialized in Cumaná, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, Caracas, 52 (1): 55-61.
- WADA, K. 1991. The pearl oyster, *Pinctada fucata* (Gould) (Family Pteriidae). in M. Winston, editors. Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA. p.245-260.

Considerações Finais

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou que é possível explorar o potencial de cultivo de *Pinctada imbricata* no Brasil. Com a captação abundante de juvenis através de coletores artificiais é possível considerar a viabilidade de implantação de cultivos comerciais na região de estudo. Neste trabalho, as observações realizadas devem orientar os maricultores sobre a melhor época de lançamento dos coletores artificiais, estrutura adequada e profundidade ideal para a captação de sementes da espécie.

Os estudos preliminares sobre o cultivo de *P. imbricata* mostrou que a espécie suporta bem o manejo convencional de cultivo, possui bom crescimento na fase intermediária e pode ser cultivada em altas densidades. Além disso, a espécie apresenta um elevado índice de condição e rápido crescimento até os 30 mm, o que pode indicar a viabilidade de comercialização de animais com este porte para o consumo. No entanto, a enorme carência de informações sobre o cultivo de ostras perlíferas no Brasil, dificulta a possibilidade de implantação de um pacote tecnológico para o seu cultivo.

Mais estudos são necessários para melhorar os resultados na fase de engorda de cultivo bem como avaliar formas de agregação de valor ao produto e sua aceitação no mercado, para que *P. imbricata* possa se tornar uma nova opção de organismo comercialmente cultivado no Litoral Norte do Estado de São Paulo.