



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA

Sobrevivência, crescimento e capacidade de reciclagem de matéria orgânica do pepino-do-mar *Holothuria grisea* Selenka, 1867 (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida).

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Luis Alejandro Vinatea Arana

PAULO BERNARDES DA COSTA

**Florianópolis,
Setembro, 2010**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

C837s Costa, Paulo Bernardes da
Sobrevivência, crescimento e capacidade de reciclagem
de matéria orgânica do pepino-do-mar *Holothuria grisea*
Selenka, 1867 (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida)
[dissertação] : Paulo Bernardes da Costa ; orientador,
Luis Alejandro Vinatea Arana. - Florianópolis, SC, 2010.
34 p.: il., grafs., tabs.

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

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Molusco. 3. Equinodermo - Crescimento.
I. Vinatea Arana, Luis Alejandro. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.
III. Título.

CDU 639.3

Sobrevivência, crescimento e capacidade de reciclagem de matéria orgânica do pepino-do-mar *Holothuria grisea* (Selenka, 1867).

Por

PAULO BERNARDES DA COSTA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQÜICULTURA

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

Prof. Evoy Zaniboni Filho, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Luis Alejandro Vinatea Arana – *Orientador*

Dr. Adriano Weidner Cacciatori Marenzi

Dra. Aimê Rachel Magenta Magalhães

“Dedico esta dissertação às pessoas que me fizeram acreditar e seguir em frente nos meus objetivos, apoiando cada passo nesse longo caminhar. Obrigado Vilmar Bernardes da Costa, Maria Aparecida de Matos Bernardes, pela confiança e orientação, e obrigado Ana Lúcia Zonta por todo apoio, carinho e companheirismo despendido a minha pessoa.”

“Nossas cicatrizes nos lembram que o passado foi real”

Thomas Harris, 1981

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Luis Alejandro Vinatea Arana, por acreditar nos pepinos-do-mar, abrir as portas do programa de pós-graduação e confiança.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por fornecer a bolsa de mestrado ao longo de todo o período da dissertação.

Ao Laboratório de Moluscos Marinhos, representado na pessoa do Prof. Dr. Jaime Fernando Ferreira, por suportar a minha constante presença e colaborar com a elaboração e preparação do projeto.

A todos os funcionários do Laboratório de Moluscos Marinhos, especialmente ao amigo Carlos Henrique e ao Duda, pessoas de bom trato sempre dispostas a ajudar.

A Ana Lúcia Zonta, por seu fiel companheirismo incondicional em todas as etapas da dissertação e ajuda em todos os aspectos.

A Artur S. Celini e Ana Gandara Martins, pelo auxílio na edição gráfica e arte final do esquema 3D da lagoa de decantação e imagem da área de coleta.

A Fernando de Pol Mayer, pelo auxílio nas análises estatísticas dos dados e durante dois anos.

A Maikon Di Domenico, incentivador e orientador.

Aos amigos Pedro Filipe Rey e Carlos Melo Junior, pelas dicas e orientação sobre aspectos relacionados ao curso.

A amiga Gisele Mari Sperk, pela grande ajuda em todas as coletas realizadas.

A Martim e Yuri Bovi dos Santos, pela ajuda na preparação e desenvolvimento do experimento.

Aos membros da banca examinadora Dr. Adriano Adriano Weidner Cacciatori Marenzi e Dr^a. Aimê Rachel Magenta Magalhães pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Ao Laboratório Hidroquímica representado na pessoa do Joares da S. Vieira Júnior, pelas análises de lodo e fornecimento dos laudos das análises de matéria orgânica.

RESUMO

O pepino-do-mar *Holothuria grisea* pode atuar no ambiente marinho como agente mitigador aos danos ambientais devido ao seu caráter consumidor de material orgânico. Considerando a escassez de estudos sobre as holotúrias no Brasil, o presente trabalho propõe correlacionar a sobrevivência e o crescimento do pepino-do-mar *Holothuria grisea* com matéria orgânica em diferentes densidades populacionais. Foram coletados do ambiente 86 indivíduos, que foram distribuídos em cinco repetições com quatro tratamentos definidos pelas densidades de pepino-do-mar por unidade experimental: controle, densidade 1, densidade 5 e densidade 10. As unidades experimentais foram colocadas na lagoa de decantação do Laboratório de Moluscos Marinhos situada na Barra da Lagoa, na Ilha de Santa Catarina, região Sul do Brasil. Mensalmente foram aferidos dados biométricos dos organismos e a concentração total de material orgânico do sedimento precipitado. Os resultados foram submetidos a uma ANOVA, seguido do teste de Tukey com $P < 0,05$. Ao final do experimento a sobrevivência total foi de 55,8%. As unidades experimentais com densidade populacional de 5 registraram a melhor sobrevivência e crescimento.

ABSTRACT

The sea-cucumber *Holothuria grisea* may act as a mitigable agent in the marine environment, reducing environmental damage, since it is a natural consumer of organic matter. Considering the scarcity of studies on sea cucumbers in Brazil, this study aims to correlate systematically the survival and growth of sea-cucumber *Holothuria grisea* with the concentration of organic matter at different densities. We collected 86 organisms and they were distributed in five replicates with four treatments defined by the density of sea-cucumber per experimental unit: control, density 1, density 5 and density 10. These organisms were then submerged in the settling pond of the Laboratory of Marine Mollusks located in Barra da Lagoa, on the island of Santa Catarina, southern Brazil. Monthly biometrics in organisms and sediment precipitation in each experimental unit was collected to analyze the concentration of total organic matter. The results were analyzed by ANOVA followed by Tukey test with $P < 0.05$. The final overall survival was 55.8%, and density 5 generated the best results for both survival and growth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Local de coleta, Baía da Armação do Itapocoroy, Estado de Santa Catarina.....	22
Figura 2. Visão panorâmica da área de estudo.....	22
Figura 3. Representação esquemática da área de estudo e suas imediações.....	23
Figura 4. Unidade experimental pronta para o uso.....	24
Figura 5. Procedimento biométrico.....	25
Figura 6. Variação temporal para os parâmetros salinidade e temperatura da lagoa de decantação ao longo do período experimental.....	27
Figura 8. Variação temporal para os parâmetros peso, comprimento, sobrevivência e material orgânico (média \pm EP).....	28
Figura 9. Local de coleta dos pepinos-do-mar. Praia da Paciência, município de Penha – SC.....	46
Figura 10. Estado das unidades experimentais ao final do período de estudo.....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO	19
2.1. Artigo	19
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAIS E MÉTODOS	21
2.1. Material Biológico	21
2.2. Área de Estudo	22
2.3. Caracterização e preparação das unidades experimentais	23
2.4. Metodologia de campo	24
2.5. Biometria e coleta de material	25
2.6. Metodologia Laboratorial	25
2.7. Análise de Dados	26
3. RESULTADOS	26
4. DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÃO	32
6. REFERÊNCIAS	32
3. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO	40
ANEXO A	46
ANEXO B	47

1. INTRODUÇÃO

Alguns dos animais mais comuns do ambiente marinho pertencem ao filo Echinodermata. O filo contém cerca de 7000 espécies atuais, incluindo lírios-do-mar, estrelas-do-mar, serpentes-do-mar, ouriços-do-mar, bolachas-do-mar e pepinos-do-mar (BRUSCA; BRUSCA, 2007). Pepino-do-mar é o nome vulgar designado aos equinodermos da classe dos Holothuroidea. Os holoturóides possuem um táxon de 1200 espécies que se propagou por maior número de habitats marinhos que qualquer outro grupo de equinodermos (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005). Vivem fundo e deslocam-se rastejando (SANTOS, 1987). Possuem a forma de um tubo cilíndrico, com espinhos microscópicos disseminados no tegumento. Variando em tamanho de poucos milímetros até dois metros; a maior parte dos pepinos-do-mar tem mais de 10 cm de comprimento e frequentemente possuem corpos robustos e carnosos (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005). Os holotúrias possuem ampla distribuição geográfica no oceano Atlântico, ocorrendo em águas rasas de substratos rochosos, arenosos, lamosos ou mesmo em bancos de gramíneas marinhas. Tem preferência por habitats relativamente protegidos da ação de ondas (SLOAN; BODUNGEN, 1980) e ocorrem na água salgada ou, excepcionalmente, em água salobra (SANTOS, 1987). Cerca de um terço das espécies vive no mar profundo, onde pode representar até 90% da biomassa bentônica (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

Os pepinos-do-mar *Holothuria grisea* são comumente encontrados na zona entremarés, ficando totalmente descobertos durante as marés baixas. Habita as bases de rochas, onde se encontram fixados por ventosas, geralmente em contato com a areia do fundo, da qual se alimentam durante os períodos de imersão (RIBEIRO-COSTA; ROCHA, 2002). No grupo ocorre a gonocoria com machos e fêmeas na mesma proporção sendo os gametas liberados no ambiente realizando a fertilização externa (HYMAN, 1955). A população de *Holothuria grisea* da região sul do país indica um padrão de maior agregação no verão e outono (BUENO et al., 2008). Em holotúrias tropicais a desova ocorre em épocas mais quentes do ano (primavera ou verão) (CHAO et al., 1995). Tommasi (1969) indica a *Holothuria grisea* como a espécie com maior abundância ao longo do litoral brasileiro, ocorre desde o nordeste até Santa Catarina.

No que tange ao mercado, o termo *bêche-de-mer*, pelo qual as holotúrias são conhecidas comercialmente, é uma tradução francesa do nome em português *bicho-do-mar*, enquanto que *trepang* é uma palavra

malaia que se refere à holotúrias cozidas, secas e defumadas (CONAND, 1990). A China é o maior mercado consumidor de pepino-do-mar. Com tudo, o nível de suprimento anual total neste mercado ainda não é conhecido. Os japoneses o preferem cru e exportam *tre pang* para China há pelo menos 350 anos. Em mercados menores na América do Norte (EUA e Canadá) e Europa ocidental, o consumo de pepino-do-mar é ocasional comparado aos outros frutos-do-mar preferidos pelos povos orientais residentes nestes países (FERDOUSE, 1999; AKAMINE, 2004). O mercado mundial de pepino-do-mar é controlado principalmente por comerciantes chineses. As estatísticas de comércio são muito detalhadas. Os pepinos-do-mar aparecem sob muitas categorias: vivo, fresco, resfriado, congelado, seco, defumado e várias formas de desidratação (FAO, 1990; CONAND, 1989, 1993, 1998, 1999, 2001).

Em anos recentes os equinodermos e as holotúrias em particular, têm sido alvo da indústria pesqueira internacional, chegando a colocar em risco populações inteiras, como no caso de Galápagos, México e Austrália (FERDOUSE, 2004). A exploração e consumo de pepinos-do-mar é associado com o alto valor e qualidade do produto desidratado. O aumento da demanda da China incrementou a evolução do cultivo destes organismos em muitos países (CONAND, 2004; FAO, 2004; MICELI, 2005).

Na China, existem mais de 7000 hectares de lâmina d'água que são utilizados para o cultivo do pepino-do-mar *Apostichopus japonicus*, e 2000 hectares de lâmina d'água são utilizados para policultivo de pepino-do-mar e camarão (YAQING et al., 2004). De acordo com Ferdouse (1999), no final da década de 1990 a China produziu 1023 toneladas de pepino-do-mar desidratado oriundo da aquicultura marinha. As pesquisas sobre o cultivo de pepino-do-mar na China vêm evoluindo desde a década de 70 e no Japão desde a década de 50 (BATTAGLENE, 1999).

Da mesma maneira, a atividade aquícola tem se destacado em todo o mundo devido ao seu potencial de desenvolvimento e ainda, perante as justificativas de oferecer seguridade alimentícia com a produção de proteína animal, além da geração de empregos e divisas para as comunidades, municípios, estados e países (ROCHA; RODRIGUES, 2000; DPA, 2001). Entretanto, Vinatea (2004) indica a aquicultura como um potencial fator de poluição ao ambiente marinho quando os projetos não são corretamente projetados e os cultivos são mal manejados.

Vários estudos, em diferentes países, caracterizam o cultivo de

ostras e mexilhões, em altas densidades, como atividade impactante ao ambiente marinho. Em virtude das altas taxas de filtração dos organismos cultivados e conseqüentes processos de biodeposição (CHAMBERLAIN et al, 2001; CHIVILEV; IVANOV, 1997; JAMBRINA, 1995; DAHLBACK; GUNNARSSON, 1981; MATTSON; LINDEN, 1983; KASPAR et al, 1985). O acúmulo de material orgânico no fundo das áreas de cultivo provoca um impacto negativo para a comunidade macrobentônica (STENTON-DOZEY et al., 1999, 2001).

Entanto, estudos realizados na Espanha sugerem que certos tipos de macrofauna, como caranguejos e peixes demersais beneficiam-se do aumento do suprimento alimentar oriundo da biodeposição do cultivo de moluscos marinhos incrementando assim a população de organismos consumidores de sedimentos orgânicos (IGLESIAS, 1981; ROMERO et al., 1982; LOPEZ-JAMAR et al., 1984; GONZALEZ-GURRIARAN, 1986; FREIRE et al., 1990). A maioria dos pepinos-do-mar são consumidores de sedimento, os quais passam em grandes quantidades pelo sistema digestório para assimilar o conteúdo de matéria orgânica, principalmente diatomáceas, bactérias e detritos (YINGST, 1976; MORIARTY, 1982; UTHICKE, 1999; MICHIO et al., 2003). Alguns estudos mostram que holotúrias ingerem fezes de animais marinhos (PALTZAT, 2008; YUAN et al., 2006; ZHOU et al., 2006) e até mesmo suas próprias fezes (GOSHIMA et al., 1994; KANG et al., 2003). Experiências realizadas por Uthicke e Klumpp (1998) evidenciaram que, em ecossistemas de recife de coral, estes animais são importantes recicladores de nutrientes inorgânicos, e que sua atividade em densidades naturais é benéfica para a comunidade de microalgas bênticas devido ao amônio excretado pelas holotúrias.

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais (VINATEA, 1999). No entanto, pode se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VALENTI, 2002).

Os pepinos-do-mar da espécie *Holothuria grisea* podem atuar no ambiente marinho como agentes mitigadores aos danos ambientais causados pela biodeposição do cultivo de ostras, devido ao seu caráter consumidor de material orgânico. Ahlgren (1998) enfatiza o potencial dos pepinos-do-mar em mitigar desperdício de ração na piscicultura marinha. Este autor explica que pepinos-do-mar removem ração e

dejetos de peixe dos tanques redes diminuindo a incrustação, transformando os restos nocivos indesejáveis em produto comercializável. O policultivo com peixes e pepinos-do-mar pode ser uma alternativa tecnológica não só para o ambiente, como também proporcionar retorno financeiro vinculado à venda de pepinos-do-mar para o mercado asiático (FAO, 2004).

Baskar (2004) afirma que a presença dos pepinos-do-mar no fundo dos viveiros não afeta de maneira nenhuma as atividades de cultivo de camarão. Evidencia que o excesso do alimento no fundo é removido e o ambiente é mantido mais limpo pela presença destes equinodermos. O autor acrescenta com seu estudo a idéia de que o pepino-do-mar é um *ecoamigo* para a manutenção dos viveiros de camarões. Em anos recentes a indústria mundial do camarão cultivado foi drasticamente afetada por doenças infecciosas, principalmente de tipo viral (Netto; Meurer, 2006; Seiffert et al., 2006). Concomitantemente a esses fatores, o pepino-do-mar apresenta-se como um valioso recurso econômico alternativo, podendo estimular produtores descontentes com a crise na carnicultura nacional. Essas seriam algumas das justificativas para o estudo destes organismos.

Existem poucos estudos sobre as alterações geradas pelos pepinos-do-mar sob os compartimentos água-sedimento. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é correlacionar a sobrevivência e o crescimento do pepino-do-mar *Holothuria grisea* com a concentração de matéria orgânica e diferentes densidades populacionais, numa lagoa de decantação de um laboratório produção de sementes de moluscos marinhos, principalmente da ostra *Crassostrea gigas*. Caracteriza-se como objetivo geral da presente trabalho avaliar as potenciais utilizações dessa espécie de holotúria como recicladora do material orgânico oriundo da ostreicultura marinha.

O referido estudo será apresentado de acordo com as normas da revista *Aquaculture* ISSN 0044-8486, na forma original de *Original Research Papers (Regular Papers)*.

2. CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO

2.1. Artigo

Sobrevivência, crescimento e capacidade de reciclagem de matéria orgânica do pepino-do-mar *Holothuria grisea* Selenka, 1867 (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida) associado à malacocultura em Santa Catarina sul do Brasil.

Paulo Bernardes da Costa¹, Luis Vinatea²

² Departamento de Aquicultura - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC (Brasil)

1. INTRODUÇÃO

A atividade aquícola tem se destacado em todo o mundo devido ao seu potencial de desenvolvimento e ainda, perante as justificativas de oferecer seguridade alimentícia com a produção de proteína animal, além da geração de empregos e divisas para as comunidades, municípios, estados e países (ROCHA; RODRIGUES, 2000; DPA, 2001). Entretanto, Vinatea (2004) indica a aquicultura como um potencial fator de poluição ao ambiente marinho quando os projetos não são corretamente projetados e os cultivos são mal manejados.

Vários estudos, em diferentes países, caracterizam o cultivo de ostras e mexilhões, em altas densidades, como atividade impactante ao ambiente marinho. Em virtude das altas taxas de filtração dos organismos cultivados e consequentes processos de biodeposição (CHAMBERLAIN et al., 2001; CHIVILEV; IVANOV, 1997; JAMBRINA, 1995; DAHLBACK; GUNNARSSON, 1981; MATTSON; LINDEN, 1983; KASPAR et al., 1985). O acúmulo de material orgânico no fundo das áreas de cultivo provoca impacto negativo para a comunidade macrobêntica (STENTON-DOZEY et al., 1999, 2001).

Entanto, estudos realizados na Espanha sugerem que certos tipos de macrofauna, como caranguejos e peixes demersais beneficiam-se do aumento do suprimento alimentar oriundo da biodeposição do cultivo de moluscos marinhos incrementando assim a população de organismos consumidores de sedimentos orgânicos (IGLESIAS, 1981; ROMERO et

al., 1982; LOPEZ-JAMAR et al., 1984; GONZALEZ-GURRIARAN, 1986; FREIRE et al., 1990). A maioria dos pepinos-do-mar são consumidores de sedimento, os quais passam em grandes quantidades pelo sistema digestório para assimilar o conteúdo de matéria orgânica, principalmente diatomáceas, bactérias e detritos (YINGST, 1976; MORIARTY, 1982; UTHICKE, 1999; MICHIO et al., 2003). Alguns estudos mostram que holotúrias ingerem fezes de animais marinhos (PALTZAT, 2008; YUAN et al, 2006; ZHOU et al., 2006) e até mesmo suas próprias fezes (GOSHIMA et al., 1994; KANG et al., 2003). Experiências realizadas por Uthicke e Klumpp (1998) evidenciaram que, em ecossistemas de recife de coral, estes animais são importantes recicladores de nutrientes inorgânicos, e que sua atividade em densidades naturais é benéfica para a comunidade de microalgas bênticas devido ao amônio excretado pelas holotúrias.

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais (VINATEA, 1999). No entanto, pode se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (VALENTI, 2002).

Os pepinos-do-mar da espécie *Holothuria grisea* podem atuar no ambiente marinho como agentes mitigadores aos danos ambientais causados pela biodeposição do cultivo de ostras, devido ao seu caráter consumidor de material orgânico. Ahlgren (1998) enfatiza o potencial dos pepinos-do-mar em mitigar desperdício de ração na piscicultura marinha. O mesmo autor explica que pepinos-do-mar removem ração e dejetos de peixe dos tanques redes diminuindo a incrustação, transformando os restos nocivos indesejáveis em produto comercializável. O policultivo com peixes e pepinos-do-mar pode ser uma alternativa tecnológica não só para o ambiente, como também proporcionar retorno financeiro vinculado à venda de pepinos-do-mar para o mercado asiático (FAO, 2004).

Baskar (2004) afirma que a presença dos pepinos-do-mar no fundo dos viveiros não afeta de maneira nenhuma as atividades de cultivo de camarão. Evidencia que o excesso do alimento no fundo é removido e o ambiente é mantido mais limpo pela presença destes equinodermos. O autor acrescenta com seu estudo a idéia de que o pepino-do-mar é um *ecoamigo* benéfico para a manutenção dos viveiros de camarões. Em anos recentes a indústria mundial do camarão cultivado foi drasticamente afetada por doenças infecciosas,

principalmente de tipo viral (Netto; Meurer, 2006; Seiffert et al., 2006). Concomitantemente a esses fatores o pepino-do-mar apresenta-se como um valioso recurso econômico alternativo, podendo estimular produtores descontentes com a crise na cunicultura nacional. Essas seriam algumas das justificativas para o estudo destes organismos.

Existem poucos estudos sobre as alterações geradas pelos pepinos-do-mar sob os compartimentos água-sedimento. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é correlacionar a sobrevivência e o crescimento do pepino-do-mar *Holothuria grisea* com a concentração de matéria orgânica e diferentes densidades populacionais, numa lagoa de decantação de um laboratório produção de sementes de moluscos marinhos, principalmente da ostra *Crassostrea gigas*. Caracteriza-se como objetivo central da presente trabalho avaliar as potenciais utilizações dessa espécie de holotúria como recicladora do material orgânico oriundo da ostreicultura marinha.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material Biológico

Os pepinos-do-mar foram capturados na Praia da Paciência, com posição geográfica de 26°46'S e 48°36'W, localizada no Município de Penha no Estado de Santa Catarina (Figura 1). Foram coletados 86 indivíduos, aleatoriamente, com comprimento variando de 15,5 cm a 7,0 cm e peso de 106 g a 30 g.

O estudo realizado por Mendes et al., (2006) registrou a distribuição espacial do *H. grisea* nesta região de acordo com as estações do ano, demonstrando ampla densidade do estoque natural nesta área para a captura, além de estar localizada próxima à região de cultivo de moluscos, de fácil acesso por terra.

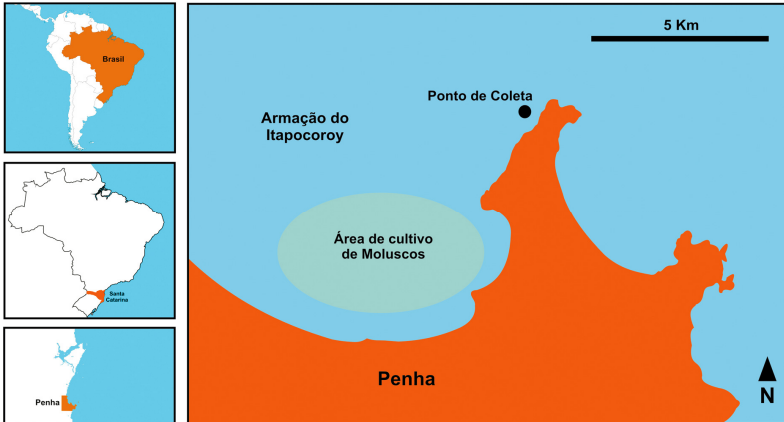


Figura 1. Local de coleta, Baía da Armação do Itapocoroy, Estado de Santa Catarina.

2.2. Área de Estudo

O experimento foi realizado na lagoa de decantação do Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) situada na Barra da Lagoa, na Ilha de Santa Catarina, região Sul do Brasil, com posição geográfica de $27^{\circ}35'S$ e $48^{\circ}26'W$. A lagoa de decantação possui 100m de comprimento e 30m de largura com coluna de água máxima de 1,20m, a qual recebe o efluente total do referido laboratório. A Figura 2 oferece a visualização da posição e dimensão da lagoa de decantação estudada.



Figura 2. Vista panorâmica da área de estudo.

2.3. Caracterização e preparação das unidades experimentais

No interior da lagoa de decantação foram instaladas 20 caixas plásticas, de 60 cm de comprimento por 40 cm de largura e 24 de altura, que constituíram as unidades experimentais. Estas foram distribuídas em cinco repetições com quatro tratamentos definidos pelas densidades de pepino-do-mar por caixa: controle, caixa sem pepino-do-mar; densidade 1, caixa com 1 pepino-do-mar ($0,24$ indivíduos/ m^2); densidade 5, caixas com 5 pepinos-do-mar ($1,2$ indivíduos/ m^2); e densidade 10, caixa com 10 pepinos-do-mar ($2,4$ indivíduos/ m^2) (Figura 3).

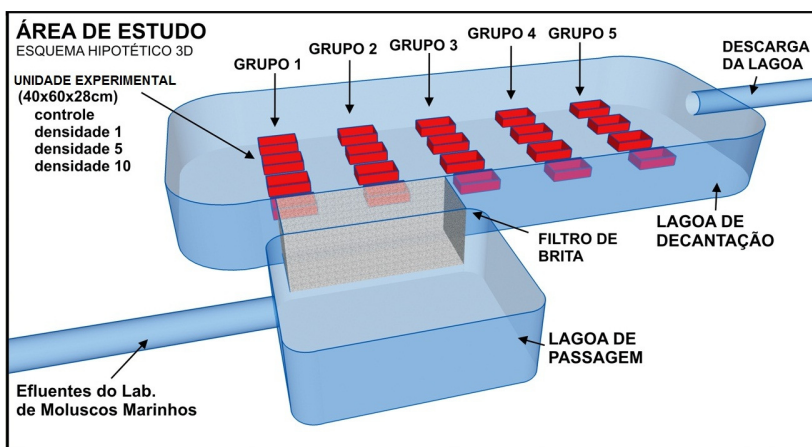


Figura 3. Representação esquemática da área de estudo.

A preparação das unidades experimentais abrangeu os meses de novembro e dezembro de 2008, sendo interrompida pela enchente que atingiu o Estado, no final de novembro. Na Figura 4 visualiza-se uma unidade experimental pronta para uso.



Figura 4. Unidade experimental pronta para o uso.

2.4. Metodologia de campo

Os indivíduos coletados na praia foram colocados num recipiente de 20 litros com água marinha devidamente tampado numa temperatura de 26°C, salinidade de 34 ‰. Os organismos foram transportados até o Laboratório Experimental de Maricultura da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI no Município de Penha, SC, distância de dois km do local de coleta.

Na segunda etapa, os pepinos-do-mar foram aclimatados, adicionando pequenas quantidades de água marinha filtrada a temperatura de 24°C e salinidade 34 ‰, por aproximadamente 15 minutos. Após esse procedimento, os organismos foram colocados em um tanque de 250 litros contendo água marinha filtrada à mesma temperatura e salinidade. Cada organismo foi medido e pesado, obtendo-se a biometria inicial. Posteriormente, foram armazenados em sacos plásticos especiais, com água marinha nas mesmas condições que a do tanque, e devidamente identificados com o número da caixa a qual se destinariam. Os sacos foram colocados em caixas de isopor e transportados até a Barra da Lagoa em Florianópolis a temperatura de 24°C. Na terceira etapa do procedimento os pepinos-do-mar foram depositados e aclimatados em suas respectivas unidades experimentais, adicionando pequenas quantidades de água da lagoa de decantação a temperatura de 29°C e salinidade 23 ‰ durante aproximadamente 20 minutos. Por fim, estas foram submersas na lagoa de decantação, para sinalização da localização das caixas utilizaram-se estacas de bambu.

2.5. Biometria e coleta de material

As biometrias dos pepinos-do-mar estocados na lagoa de decantação foram realizadas mensalmente. Os organismos foram medidos, na sua máxima contração¹, e pesados (Figura 5). Simultaneamente o sedimento (lodo) precipitado dentro das unidades experimentais foi coletado para posterior análise quantitativa de matéria orgânica total.



Figura 5. Procedimento de pesagem dos organismos.

O sedimento foi introduzido em pequenos sacos plásticos em triplicata, e foram armazenados em caixa de isopor e transportados até o laboratório de análises de água e efluentes.

2.6. Metodologia Laboratorial

As amostras foram transportadas imediatamente após a coleta até o Laboratório W.V. Hidroanálise LTDA. Estabelecimento localizado em Florianópolis responsável fornecimento dos laudos das análises de material orgânico do sedimento coletado. Neste, as amostras foram preservadas em geladeira com temperatura entre 0 e 8°C.

O procedimento de análise foi executado da seguinte forma: as

¹ Os pepino-do-mar reagem ao manuseio contraindo-se e dilatando-se. A máxima contração do organismo é induzida para padronizar a medição.

amostras foram retiradas da geladeira 45 minutos antes do início da análise. Cápsulas de porcelana foram lavadas com água deionizada e conduzidas à estufa de secagem por aproximadamente 2 horas com temperatura de 105°C. As mesmas foram transferidas para o dessecador, com sílica, por 25 minutos. Então, foram pesadas e anotou-se o valor como P1 (cápsula vazia). Aproximadamente entre 5 a 10 gramas das amostras de sedimento foram introduzidas nas cápsulas. Estas foram condicionadas à temperatura de 105°C em estufa de secagem por 2 horas, posteriormente, foram passadas para o dessecador por 25 minutos. A cápsula foi pesada, e o valor como P2 foi anotado (cápsula + amostra seca). Seguindo o procedimento transportaram-se as cápsulas com as amostras secas para a mufla por 30 minutos com temperatura de 600°C, para a carbonização total do conteúdo orgânico das amostras. Após colocaram-se as cápsulas no dessecador por 35 minutos, pesou-se a cápsula e anotou-se o valor como P3 (cápsula + amostra calcinada). Finalmente inferiu-se os cálculos e os resultados foram expressos em mg/kg. As análises seguiram a metodologia descrita por Eaton (2005).

2.7. Análise de Dados

As médias de peso (gramas/indivíduo), comprimento (centímetros), sobrevivência (%) e matéria orgânica do sedimento (mg/kg) foram calculados para os tratamentos e meses. Para testar a hipótese nula de que a densidade de pepinos não altera os teores de M.O no sedimento e os parâmetros biométricos dos pepinos-do-mar, foi aplicada uma análise de variância bi-fatorial. O desenho amostral foi formado pelos fatores densidade (5 níveis e fixo), tempo (8 níveis, fixos e ortogonais a densidade) (Underwood, 1997). O teste Tukey foi aplicado para a comparação par-a-par das médias. A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett, respectivamente. Ambos foram aceitos se $P < 0,05$. Os dados foram analisados no software R 2.11.1 (R Development Core Team, 2010).

3. RESULTADOS

Durante o período experimental foram obtidos dados semanais de temperatura e salinidade da lagoa de decantação estudada. As variações da temperatura e da salinidade apresentaram-se como esperado para área de estudo. A salinidade média mínima, 22 ‰ coincide com o verão chuvoso e quente, ascendendo até a salinidade máxima média de 29 ‰, relacionada com o inverno, menos chuvoso e frio (Figura 6).

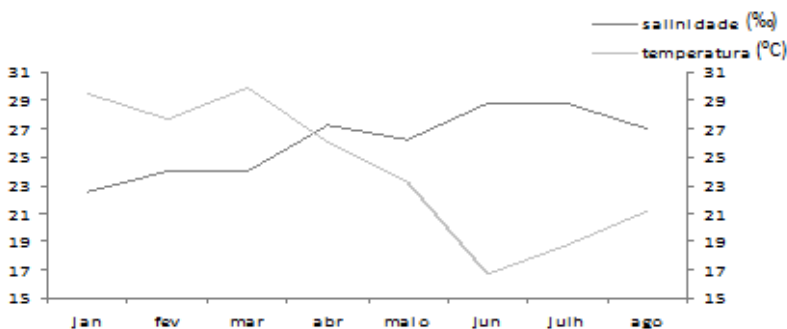


Figura 6. Variação temporal para os parâmetros salinidade e temperatura da lagoa de decantação ao longo do período experimental.

A fase inicial do experimento exibiu uma redução drástica da sobrevivência para densidade 1. Essa apresentou mortalidade quase total, restando somente um organismo sobreviveu ao longo do experimento (Figura 7).

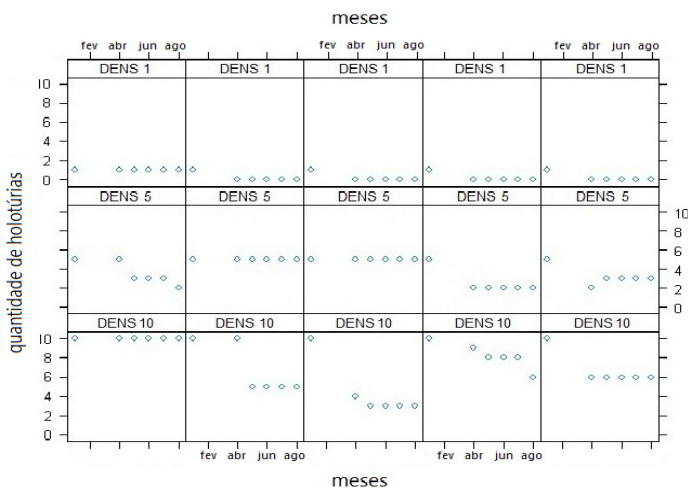


Figura 7. Variação temporal da quantidade de holotúrias.

Esse acontecimento acarretou a retirada da densidade 1 das análises estatísticas. Isso porque a grande mortalidade, para densidade 1, gerou somente uma réplica, inviabilizando o cálculo de desvio padrão

com apenas um valor. A densidade populacional de 5 pepinos-do-mar por unidade experimental apresentou o melhor desempenho: 68% de sobrevivência. Posteriormente, a densidade 10, com 60%, seguida da densidade 1, com 25%. A sobrevivência foi de 55,8% para a totalidade dos organismos.

Houve diferença significativa para as densidades em relação à sobrevivência. Essa não apresentou interação densidade*mês (Tabela 1). Em geral, a densidade 5 obteve maiores porcentagens para a mesma (Figura 8).

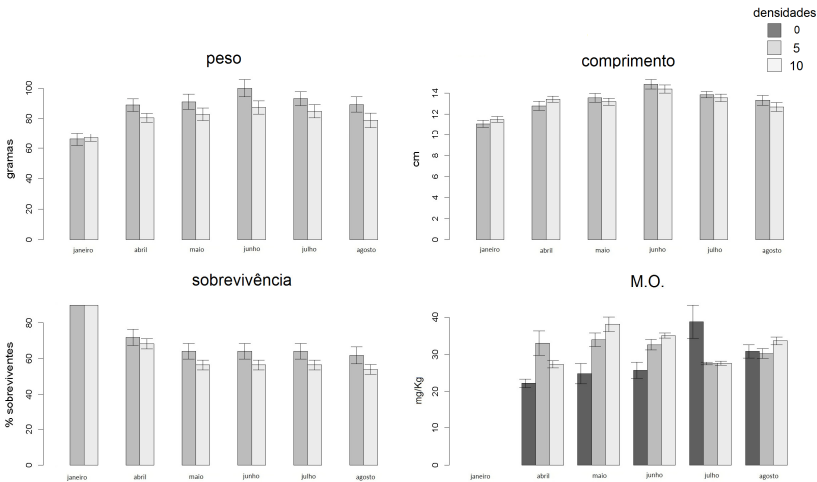


Figura 8. Variação temporal para os parâmetros peso, comprimento, sobrevivência e material orgânico (média \pm EP).

A análise de peso dos indivíduos mostrou diferença significativa entre as densidades e entre os meses (Tabela 1). Os meses foram significativamente diferentes para o comprimento.

Verificou-se diferença significativa para os meses e para interação densidade*mês em relação ao material orgânico (M.O.). Esse parâmetro mostrou tendência em aumentar as médias para o controle, enquanto que, para as densidades 5 e 10, diminuir.

Tabela 1. Resultados estatísticos (ANOVA, $P < 0,05$) para os parâmetros peso, comprimento, sobrevivência, e material orgânico. Teste Tukey para os parâmetros peso, comprimento e sobrevivência

	Peso				Comprimento			Sobrevivência			MO				
	G	MS	F	P(>F)	MS	F	P(>F)	MS	F	P(>F)	G	MS	F	P(>F)	
Densidade	1	453	9,24	**	0,7	0,20	ns	3324	9,30	**	2	183	2,50	ns	
Mês	5	488	10,40	***	7,0	13,90	***	12319	34,50	***	4	853	11,70	***	
Densidade*Mês	5	315	0,67	ns	3,5	0,93	ns	177	0,49	ns	8	324	4,45	***	
Resíduo	319	471			3,7			357			355	73			
Tukey test															
Densidade	5 > 10							5 > 10							
Mês	(5=6=7=8) > 4 > 1				1 < (4=5=8 < 6=7)			1 > 4 > (5=6=7=8)							

Durante o mês de julho detectou-se um aumento inesperado das médias de material orgânico no controle, o qual coincide com o vazio sanitário do laboratório de moluscos marinhos (Figura 8). Momento no qual ocorre a completa higienização de todos os setores do laboratório. As amostras oriundas do controle apresentaram médias de material orgânico total menor do que as demais.

4. DISCUSSÃO

Os pepinos-do-mar em geral, toleram grandes variações de temperatura e salinidade (PITT; DUY, 2004). Neste experimento, observou-se salinidade dentro da variação desejável para o gênero. Pitty e Duy (2004) condicionaram a salinidade mínima em 20 ‰ para os pepinos-do-mar da espécie *Holothuria scabra* cultivados em viveiros no Vietnam, espécie considerada de regiões tropicais ou subtropicais. Chen (2004) limitou a temperatura para outras espécies do gênero como *Holothuria nobilis*, *Holothuria fuscogilva*, incluindo a *Holothuria scabra* entre 2 a 26°C, sendo considerada ótima a faixa entre 10 a 20°C. As altas temperaturas registradas entre os meses de janeiro a março durante o experimento pressupõem uma possível causa à queda brusca na sobrevivência ocorrida na fase inicial do experimento.

A baixa sobrevivência verificada nas unidades experimentais com densidade 1, bem como a maior sobrevivência evidenciada para as densidades 5 e 10, reforça a idéia sobre o comportamento gregário dos pepinos-do-mar. Tais hábitos parecem estar relacionados à reprodução, observa-se o mesmo para asteróides (ORMOND et al., 1973; HAMEL; MERCIER, 1995) e echinóides (LEVITAN et al, 1992; YOUNG et al., 1992). Esses autores explicam que essas agregações minimizam a diluição do esperma e aumenta o sucesso da fertilização. Rodgers e

Bingham (1996) observaram agregações de *Cucumaria lubrica* e avaliaram-nas como resultado de sua zonação pelo infralitoral em resposta a luz da lua, relacionando tal comportamento ao regime de maré.

As unidades experimentais com densidade 5 denotam melhor sobrevivência. Moriarty et al. (1985) e Uthicke (1998) esclarecem que altas densidades, aqui considerada como a densidade 10, podem reduzir a sobrevivência devido à amônia excretada durante a alimentação. Dong et al., (2010) observaram que, em altas densidades, os pepinos-do-mar maiores monopolizam a fonte alimentar inibindo a alimentação de indivíduos menores.

Inicialmente, o experimento preconiza um leve crescimento dos organismos; posteriormente, nota-se, tendência à diminuição do peso e do comprimento. Essa tendência pode estar relacionada com um fenômeno comum entre o gênero, a evisceração, a qual acarreta perda de peso e inatividade alimentar. Esta consiste na expulsão do trato digestivo, por ação muscular, através da ruptura da região posterior intestino. Em holotúrias, gônadas e árvores respiratórias são expelidas juntamente com parte ou todo o trato digestivo, as partes perdidas usualmente são regeneradas (SHUKALYUK; DOLMATOV, 1999; SPIRINA; DOLMATOV, 2003). A taxa de crescimento dos pepinos-do-mar está intimamente relacionada com a temperatura da água, geralmente, todas as atividades biológicas são muito baixas durante os meses de inverno (YAQING; CHANGQING; SONGXIN 2004). A evisceração pode ser induzida pelo estresse ocasionado por condições naturais adversas, choque térmico, manuseio, dessecação e como mecanismo de defesa contra predadores (MURRAY; GARCÍA-ARRARÁS, 2004; TUWO, 2004). A queda abrupta da temperatura da água da lagoa de decantação nos meses de inverno pode ter limitado o desenvolvimento e atividade alimentar de organismos eviscerados.

Percebe-se que as elevadas médias para matéria orgânica (M.O.) no início do experimento coincidem com a grande mortalidade apresentada no período. Esse fato esclarece o motivo sobre o qual as unidades experimentais controle apresentaram médias de M.O. menores do que as demais. Observa-se, após a mortalidade inicial, que a sobrevivência estabiliza-se e existe uma leve tendência de aumento das médias de M.O. para as densidades controle. Coulon (1995) relatou a importância da temperatura para a espécie *Holothuria tubulosa* e concluiu que o crescimento desta no inverno é muito lento ou inexistente, porém, é rápido no verão. Induzindo a previsão de que, após a estabilização da sobrevivência e com a ascensão da temperatura dos

meses seguintes ao inverno, esse rápido crescimento favoreceria a hipótese de que os pepinos-do-mar atuam como recicladores de M.O. no ambiente marinho (YINGST, 1976; MASSIN, 1982; MORIARTY, 1982; UTHICKE, 2001a, 2001b).

Xiyin et al, (2004) recomenda para a manutenção de estoques de reprodutores de *Apostichopus japonicus* uma temperatura nunca acima de 20°C. O mesmo argumenta a possível ocorrência de evisceração e degeneração das gônadas em altas temperaturas. O aumento do suprimento de alimento, da temperatura e o ciclo lunar são os principais fatores para o início do processo de desova (MERCIER et al., 2000; HAMEL et al., 2001; HAMEL; MERCIER, 2004). Com isso, deduz-se que a desova e a evisceração podem ter ocorrido na fase inicial do experimento devido às altas temperaturas do verão. Esse fato pode ter contribuído para o incremento de material orgânico nas unidades experimentais.

Ocorreu um aumento anormal de material orgânico no mês de julho. Este acréscimo coincide com o período onde ocorre o vazio sanitário do Laboratório Moluscos Marinhos (LMM), o procedimento que estabelece a paralisação total e completa assepsia de todos os espaços do laboratório. Durante as atividades normais do laboratório são consumidos entre 100 mil a 170 mil litros de água marinha por dia. Esse aporte diário de água marinha sustenta uma grande biomassa de macroalgas marinhas que habitam a lagoa de passagem. A suspensão das atividades do laboratório cessa o fluxo de água salgada para lagoa de decantação. A interrupção deste fluxo ocasiona a morte das macroalgas refletindo na elevação das médias de material orgânico para lagoa de decantação. Entretanto, o corte no fornecimento de água salgada não causou grandes flutuações nas médias de salinidade da lagoa de decantação, possivelmente por esta ter comunicação direta com a Lagoa da Conceição.

A hipótese da utilização dos pepinos-do-mar como recicladores de material orgânico na lagoa de decantação do Laboratório de Moluscos Marinhos poderia ser confirmada se o experimento tivesse sido estendido até os meses de verão. Tendo em vista que a sobrevivência estabilizou-se e as médias de material orgânico, nas unidades experimentais controle, mostraram tendência de elevação. Durante o período experimental não foi possível concluir que a atividade alimentar dos pepinos-do-mar possibilita a reciclagem de matéria orgânica oriunda do laboratório de moluscos marinhos.

5. CONCLUSÃO

Os pepinos-do-mar sobrevivem e, em períodos de clima quente, crescem quando dispostos numa lagoa de decantação de um laboratório de larvicultura de moluscos marinhos. As unidades experimentais com densidade populacional de 5 pepinos-do-mar registraram a melhor sobrevivência e crescimento.

6. REFERÊNCIAS

AHLGREN M., O. Consumption and Assimilation of Salmon Net Pen Fouling Debris by the Red Sea Cucumber *Parastichopus californicus*: Implications for Polyculture. **Journal of the World Aquaculture Society** .vol 29 p. 133-139, 1998.

BASKAR D. J. Captive breeding of the sea cucumber, *Holothuria scabra*, from India. Metha Nagar, Chennai, India, In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management.**, FAO, 2004.

CHAMBERLAIN, J., FERNANDES, T.F., READ, P., NICKELL, T.D., DAVIES, I.M. Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis L.*) culture on the surrounding surficial sediments. **Int. Council Explor. Sea** 58 (2), 411–416, 2001.

CHEN, J. Present status and prospects of the sea cucumber industry in China. (Eds.). In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management.**, FAO, 2004.

CHIVILEV, S., IVANOV, M. Response of the Arctic benthic community to excessive amounts of nontoxic organic matter. **Marine Pollution Bulletin**. 35 (7–12), 280–286, 1997.

COULON, P. Role of the detritivorous macrobenthos in coastal ecosystems: study of the holothuroid *Holothuria tubulosa*, common species of the *Posidonia* Mediterranean seagrass beds. **Beche-de-Mar Information Bulletin** 7, p. 32-33, 1995.

DONG, S., LIANG, M. GAO, Q., WANG, F., DONG, Y., TIAN, X. Intra-specific effects of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) with reference to stocking density and body size. **Aquaculture** 41, p. 1170-1178, 2010.

DAHLBACK, B., GUNNARSSON, L.A.H. Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture. **Marine Biology**. 63, 269–275, 1981.

DPA. Departamento de Pesca e Aqüicultura/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho Cultivado**. Brasília. 276 p. 2001.

EATON, A., D. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. **American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environment Federation**. 21. ed. Washington. 2005.

FAO. The fishery resources of Pacific island countries. Part 2: Holothurians, by C. Conand. **FAO Fisheries Technical Paper**, n°. 272(2). Rome. p.143. 1990.

FREIRE, J., FERNANDEZ, L., GONZALEZ-GURRIARAN, E. Influence of mussel raft culture on the diet of *Liocarcinus arcuatus* (Leach) (Brachyura: Portunidae) in the Ria de Arosa (Galicia, NW Spain). **Journal of Shellfish Research** 9 (1), 45–57. 1990

GONZALEZ-GURRIARAN, E. Seasonal changes of benthic megafauna in the Ria de Muros e Noia (Galicia, North-West Spain): II. Decapod crustaceans (Brachyura). **Marine Biology** 92, 201–210. 1986.

GOSHIMA, S., FUJIYOSHI, Y., IDE, N., GAMBOA, R.U., NAKAO, S. Distribution of Japanese common sea cucumber, *Stichopus japonicus* in lagoon Saroma. **Suisanzoshoku** 42,261–266 (abstract). 1994.

HAMEL, J.-F. & MERCIER, A. Prespawning behavior, spawning and development of the brooding starfish *Leptasterias polaris*. **Biological Bulletin**, 188:32-45. 1995.

HAMEL, J.-F., CONAND, C., PAWSON, D.L. & MERCIER, A. The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): its biology and exploitation as beche-de-mer. **Advances in Marine Biology**, 41:129-233. 2001.

HAMEL, J., MERCIER, A. Synchronous gamete maturation and reliable spawning induction method in holothurians. (Eds.). **In: Advances in sea cucumber aquaculture and management.**, Rome FAO, 2004.

IGLESIAS, J. Spatial and temporal changes in the demersal fish community of the Ria de Arosa (NW Spain). **Marine Biology** 65, 199–208. 1981.

JAMBRINA L. M.C. Problemática medioambiental de la acuicultura marina. Propuestas de medidas correctoras. En : **Aulas del Mar , Contaminación Marina : Bases ecológicas, evaluación de impactos y medidas correctoras**. Universidad de Murcia. Vicerrectorado de Extensión Universitaria. Servicio de promoción educativa. p. 335-389. 1995.

KANG, K. H., KWON J. Y., KIM, Y. M. A beneficial coculture: charm abalone *Haliotis discus* Hannai and sea cucumber *Stichopus japonicus*, **Aquaculture** 216, p. 87–93, 2003.

KASPAR, H. F., GILLESPIE, P. A., BOYER, I. C., MACKENZIE, A. L. Effects of mussel aquaculture on the nitrogen cycle and benthic communities in Kenepura Sound, Malborough Sound, New Zealand. **Marine Biology**. 85 , 127–136. 1985.

LEVITAN, D.R., SEWELL, M.A. & CHIA, F.-S. How distribution and abundance influence fertilization success in the sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus*. **Marine Ecology**, 73:248-254. 1992.

LOPEZ-JAMAR, E., IGLESIAS, J., OTERO, J.J. Contribution of infauna and mussel-raft epifauna to demersal fish diets. **Marine Ecology**. Progress Series 15, 13–18. 1984.

MASSIN, C. Effects of feeding on the environment: Holothuroidea. *In*: **Echinoderm Nutrition**, p.493-497, 1982.

MATTSON, J., LINDEN, O. Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. cultured on hanging long-lines. **Sarsia** 68, 97–102, 1983

MENDES, F., MARENZI A W. C AND DOMENICO M. D. Population patterns and seasonal observations on density and distribution of *Holothuria grisea* (Holothuroidea:Aspidochirotida) on the Santa Catarina Coast, Brazil SPC **Beche-de-mer Information Bulletin** 23 – February 2006

MERCIER, A., BATTAGLENE, S.C., HAMEL, J.-F. Periodic movement, recruitment and size-related distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Solomon Islands. **Hydrobiologia**, 440:81-100. 2000.

MICHIO, K., KENGO, K., YASUNORI, K., HITOSHI, M., TAKAYUKI, Y., HIDEAKI, Y., HIROSHI, S. Effects of deposit feeder *Stichopus japonicus* on algal bloom and organic matter contents of bottom sediments of the enclosed sea. *Mar. Pollut. Bull.* 47, 118–125. 2003.

MORIARTY, D. J. W. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. **Australian Journal Marine Freshwater Res.** 33, 255–263. 1982

MORIARTY, D. J. W., POLLARD, P. C., HUNT, W. G., MORIARTY, C. M., WASSEMBERG, T. J. Productivity of bacteria and microalgae and the effect of grazing by Holothurians on a coral reef flat. **Marine Biology**. 85, p. 293 – 300, 1985

MURRAY, G., GARCÍA-ARRARÁS, J. E. Myogenesis during holothurian intestinal regeneration. **Cellular Tissue Research**, Regular Article (2004) 318: 515–524. 2004

NETTO S.A., MEURER A.Z. Influência de efluentes de cultivo de camarão na estrutura das comunidades bêmicas do sistema estuarino de Laguna (SC, Brasil). In: **Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no Brasil: Recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos** (ed. by G.F. Barroso, L.H.S. Poersch, R.O. Cavalli & A.O. Galvez), p. 139–150, 2006.

ORMOND, R.F.G., CAMPBELL, A.C., HEAD, S.H., MOORE, R.J., RAINBOW, P.R. & SAUNDERS, A.P. Formation and breakdown of aggregations of the crown-of-thorns starfish, *Acanthaster planci* (L.). **Nature**, 246:167-169. 1973.

PALTZAT D.L., PEARCE, C.M., BARNES, P.A., MCKINLEY, R.S. Growth and production of California sea cucumbers (*Parastichopus californicus* Stimpson) co-cultured with suspended Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). **Aquaculture**, vol. 275, p.124–137, 2008.

PITT, R. & DUY, N.D.Q. Sandfish breeding and rearing in Viet Nam. In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management**. A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier, (Eds.). FAO, Rome. 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07 0, URL www.R-project.org.

ROCHA, I. P. E RODRIGUES, J. Carcinicultura marinha – uma nova realidade para o fortalecimento do setor primário do Nordeste brasileiro. **Revista ABCC**. Ano 2. n 3, p. 32-36. 2000.

RODGERS, S.A. & BINGHAM, B.L. Subtidal zonation of the holothurian *Cucumaria lubrica* (Clark). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 204:113-129.1996.

ROMERO, P., GONZALEZ-GURRIARAN, E., PENAS, E. Influence of mussel rafts on spatial and seasonal abundance of crabs in the Ria de Arosa, North-West Spain. **Marine Biology** 72, 201–210. 1982.

SEIFFERT W.Q., BELTRAME E., ANDREATTA E.R. & MAGGIONI D.S. Enfermidades, uma oportunidade para repensar o cultivo de camarões marinhos. **Panorama da Aquicultura** 97, 32–38, 2006.

SHUKALUK A., DOLMATOV I. Regeneration of the digestive tract in holothurian *Apostichopus japonicus* after evisceration. **Russian Journal of Marine Biology** 27:202–206. 2001.

SPIRINA, I. S., DOLMATOV, I. Mitotic Activity in Tissues of the Regenerating Respiratory Tree of the Holothurian *Apostichopus japonicus* (Holothuroidea, Aspidochirota) **Russian Journal of Marine Biology** 29:123–125. 2003.

STENTON-DOZEY, J.M.E., JACKSON, L.F., BUSBY, A.J. Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldahana Bay, South Africa. **Marine Pollution Bulletin** 39, 357–366. 1999.

STENTON-DOZEY, J.M.E., PROBYN, T., BUSBY, A. Impact of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) raft-culture on benthic macrofauna, in situ oxygen uptake, and nutrient fluxes in Saldahana Bay, South Africa. **Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science** 58 (5), 1021–1031. 2001.

TUWO, A. 2004. Status on sea cucumber fisheries and farming in Indonesia. In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management**. A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier, (Eds.). Rome, FAO. 2004

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology** - their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press, 524p., Cambridge, UK. 1997.

UTHICKE, S. Regeneration of *Holothuria atra* *Holothuria edulis* and *Stichopus chloronotus*: intact individuals and products of asexual reproduction. In: **Echinoderms**. Mooi R. & Telford, M. (Eds.). p.531-536. 1998.

UTHICKE, S. Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria* (Halodeima) *Atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding Holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. **Bulletin. Marine. Science**. 64, 129–141. 1999.

UTHICKE, S., KLUMPP, D.W. Microphytobenthos community production at a near-shore coral reef: seasonal variation and response to ammonium recycled by holothurians. **Marine. Ecology**. Prog. Ser. 169, 1–11. 1998.

UTHICKE, S. Nutrient regeneration by abundant coral reef holothurians. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 265 p. 153–170, 2001a.

UTHICKE, S. Interactions between sediment-feeders and microalgae on coral reefs: grazing losses versus production enhancement. **Marine Ecology**. 210, p. 125–138, 2001b

VALENTI, W. C. **Aqüicultura sustentável**. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. p. 111-118. 2002.

VINATEA, L. A. **Aqüicultura e Desenvolvimento Sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 310 p. 1999.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 231 p. 2004.

XIYIN, L., GUANGHUI, Z., QIANG, Z., LIANG, W. BENXUE, G. Studies on hatchery techniques of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Eds.). In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management**. Rome. FAO, 2004.

YAQING, C., CHANGQING, Y., SONGXIN. Pond culture of sea cucumbers, *Apostichopus japonicus*, in Dalian (Eds.). In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management**., FAO, 2004.

YINGST, J. Y. The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit-feeding holothurian. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 23, 55–69. 1976.

YUAN, X. T., YANG, H. S., ZHOU, Y., MAO, Y. Z., ZHANG, T., LIU, Y. The influence of diets containing dried bivalve feces and/or powdered algae on growth and energy distribution in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). **Aquaculture** 256, 457–467. 2006.

YOUNG, C.M., TYLER, P.A., CAMERON, J.L. & RUMRILL, S.G. Seasonal breeding aggregations in low-density populations of the bathyal echinoid *Stylocidaris lineata*. **Marine Biology**, 113:603-612. 1992.

ZHOU, Y., YANG, H. S., LIU, S. L., YUAN, X. T., MAO, Y. Z., LIU, Y., XU, X. L., ZHANG, F. S. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Stichopus japonicus* Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. **Aquaculture** 256, 510–520. 2006.

3. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

AHLGREN M., O. Consumption and Assimilation of Salmon Net Pen Fouling Debris by the Red Sea Cucumber *Parastichopus californicus*: Implications for Polyculture. **Journal of the World Aquaculture Society** .vol 29 p. 133-139, 1998.

AKAMINE, J. Historical overview on holothurian exploitation, utilization and trade in Japan. In: **Advances in sea cucumber aquaculture and management**, FAO 2004.

BASKAR D. J. Captive breeding of the sea cucumber, *Holothuria scabra*, from India. Metha Nagar, Chennai, India, **Advances in sea cucumber aquaculture and management**. FAO 2004

BATTAGLENE, S.C. **Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement**. In: The conservation of sea cucumbers in Malaysia- their taxonomy, ecology and trade: proceedings of an international conference. Baine, M. p.11-25. 1999.

BRUSCA. C. R., BRUSCA. J. G. **Invertebrados**. 2º edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara. 2007.

BUENO, M. L.; TAVARES, Y. A. G.; DI DOMENICO, M.; GAZINEU, E. L. Distribuição espacial e reprodução da *Holothuria grisea* SELENKA, 1867 (ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA: ASPIDOCHIROTIDA) em Guaratuba, PR, Brasil. **2º Encontro de de Ciência e Tecnologia do Paraná. 2008**.

CHAMBERLAIN, J., FERNANDES, T.F., READ, P., NICKELL, T.D., DAVIES, I.M. Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. **Int. Council. Explor. Sea** 58 (2), 411–416, 2001

CHAO S. M, CHEN C. P, ALEXANDER, P. S. Reproductive cycles of tropical sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) in southern Taiwan. **Marine Biology** 122:289–295. 1995.

CHIVILEV, S., IVANOV, M. Response of the Arctic benthic community to excessive amounts of nontoxic organic matter. **Marine Pollution Bulletin**. 35 (7–12), 280–286, 1997.

CONAND, C. **Les holothuries aspidochirotés du lagon de Nouvelle-Calédonie: Biologie, Ecologie et exploitation.** Etudes et thèses. ORSTOM, Paris. 393pp. 1989.

CONAND, C. The fishery resources of Pacific island countries, 2: Holothurians. Roma: **FAO Fisheries Technical Paper**, n° 272.2: 1-143. 1990.

CONAND, C. Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian Lagoon. **Marine Biology**, 116:439-350. 1993.

CONAND, C. Overexploitation in the present sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. In: **Echinoderms**. R. Mooi & M. Telford (Eds.). San Francisco. p.449-454. 1998.

CONAND, C. **Manuel de qualité des holothuries commerciales du Sud-Ouest de l’Océan Indien.** PRE/COI: 39p. 1999.

CONAND, C. Overview of sea cucumbers fisheries over the last decade: What possibilities for a durable management? In: **Echinoderm 2000**. J.M. Barker (Ed.). Swets & Zeitlinger. p.339-344. 2001.

CONAND, C. Present status of world sea cucumber resources and utilisation: an international overview. Université de La Réunion, Saint Denis, La Réunion, France in **FAO Fisheries Technical Paper** .FAO, 2004.

DAHLBACK, B., GUNNARSSON, L.A.H. Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture. **Marine Biology**. 63, 269–275, 1981.

DPA. **Departamento de Pesca e Aqüicultura/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho Cultivado. Brasília. 276 p. 2001.

FAO. The fishery resources of Pacific island countries. Part 2: Holothurians, by C. Conand. **FAO Fisheries Technical Paper**, n°. 272(2). Rome. p.143. 1990.

HYMAN, L. H. The Invertebrate: Echinodermata, v.4. McGraw-Hill **Book Co.** New York. 763. 1955

FAO, CONAND, C. PURCELL, S. UTHICKE, S. HAMEL, J. MERCIER, A. **Fisheries Technical Paper 463 - Advances in sea cucumber aquaculture and management.** 2004.

FERDOUSE, F. Beche-de-mer markets and utilisation. **Beche-de-mer Information Bulletin**, 11:3-8. 1999.

FERDOUSE, F. World markets and trade flows of sea cucumber/beche-de-mer INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia, **Fisheries Technical Paper 463 - Advances in sea cucumber aquaculture and management.** 2004.

FREIRE, J., FERNANDEZ, L., GONZALEZ-GURRIARAN, E. Influence of mussel raft culture on the diet of *Liocarcinus arcuatus* (Leach) (Brachyura: Portunidae) in the Ria de Arosa (Galicia, NW Spain). **Journal of Shellfish Research** 9 (1), 45–57. 1990.

GONZALEZ-GURRIARAN, E. Seasonal changes of benthic megafauna in the Ria de Muros e Noia (Galicia, North-West Spain): II. Decapod crustaceans (Brachyura). **Marine Biology** 92, 201–210. 1986.

GOSHIMA, S., FUJIYOSHI, Y., IDE, N., GAMBOA, R.U., NAKAO, S. Distribution of Japanese common sea cucumber, *Stichopus japonicus* in lagoon Saroma. **Suisanzoshoku** 42,261–266 (abstract). 1994.

JAMBRINA L. M.C. Problemática medioambiental de la acuicultura marina. Propuestas de medidas correctoras. En : **Aulas del Mar , Contaminación Marina : Bases ecológicas, evaluación de impactos y medidas correctoras.** Universidad de Murcia. Vicerrectorado de Extensión Universitaria. Servicio de promoción educativa, p. 335-389. 1995.

IGLESIAS, J. Spatial and temporal changes in the demersal fish community of the Ria de Arosa (NW Spain). **Marine Biology** 65, 199–208. 1981.

KANG, K. H., KWON J. Y., KIM, Y. M. A beneficial coculture: charm abalone *Haliotis discus* Hannai and sea cucumber *Stichopus japonicus*, **Aquaculture** 216, p. 87–93, 2003.

KASPAR, H. F., GILLESPIE, P. A., BOYER, I. C., MACKENZIE, A.L. Effects of mussel aquaculture on the nitrogen cycle and benthic communities in Kenepura Sound, Marlborough Sound, New Zealand. **Marine. Biology.** 85, 127–136. 1985.

LOPEZ-JAMAR, E., IGLESIAS, J., OTERO, J.J. Contribution of infauna and mussel-raft epifauna to demersal fish diets. **Marine Ecology**. Progress Series 15, 13–18. 1984.

MATTSON, J., LINDEN, O. Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. cultured on hanging long-lines. **Sarsia** 68, 97–102, 1983

MICELI, M. F. L., SCOTT, P. C. Estimativa preliminar do estoque da holotúria *Isostichopus badionotus* no entorno da Ilha Grande, RJ apoiado em Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21, INPE, p.3659-3665. 2005

MICHIO, K., KENGO, K., YASUNORI, K., HITOSHI, M., TAKAYUKI, Y., HIDEAKI, Y., HIROSHI, S. Effects of deposit feeder *Stichopus japonicus* on algal bloom and organic matter contents of bottom sediments of the enclosed sea. **Marine Pollution Bulletin**. 47, 118–125. 2003.

MORIARTY, D. J. W. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. **Australian Journal of Marine Freshwater**. Res. 33, 255–263. 1982

NETTO S.A., MEURER A.Z. Influência de efluentes de cultivo de camarão na estrutura das comunidades bênticas do sistema estuarino de Laguna (SC, Brasil). In: **Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no Brasil: Recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos** (ed. by G.F. Barroso, L.H.S. Poersch, R.O. Cavalli & A.O. Galvez), p. 139–150. Rio de Janeiro, Brazil, 2006.

PALTZAT D.L., PEARCE, C.M., BARNES, P.A., MCKINLEY, R.S. Growth and production of California sea cucumbers (*Parastichopus californicus* Stimpson) co-cultured with suspended Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). **Aquaculture** vol. 275, p.124–137, 2008.

RIBEIRO-COSTA, C. S. ROCHA, R. M. **Invetebrados: Manual de aulas práticas**. Ribeirão Preto. Holos. p. 226. 2002.

ROCHA, I. P. E RODRIGUES, J. Carcinicultura marinha – uma nova realidade para o fortalecimento do setor primário do Nordeste brasileiro. **Revista ABCC**. Ano 2. n 3, p. 32-36. 2000.

ROMERO, P., GONZALEZ-GURRIARAN, E., PENAS, E. Influence of mussel rafts on spatial and seasonal abundance of crabs in the Ria de Arosa, North-West Spain. **Marine Biology** 72, 201–210. 1982.

RUPPERT, E. E., FOX, R. S., BARNES R. D. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva**. Ed. Roca. São Paulo. 2005.

SANTOS, E. **Miscelânea Zoológica**. Ed. Itatiaia. Belo Horizonte, 1987.

SEIFFERT W. Q., BELTRAME E., ANDREATTA E.R. & MAGGIONI D.S. Enfermidades, uma oportunidade para repensar o cultivo de camarões marinhos. **Panorama da Aquicultura** 97, 32–38, 2006.

SLOAN, N., A. von BODUNGEN, B. Distribution and feeding of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* in relation to shelter and sediment criteria of the Bermuda Platform. **Marine Ecology**. Progress Series. Vol. 2, p.257 – 264, 1980.

STENTON-DOZEY, J.M.E., JACKSON, L.F., BUSBY, A.J. Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldahana Bay, South Africa. **Marine Pollution Bulletin** 39, 357–366. 1999.

STENTON-DOZEY, J.M.E., PROBYN, T., BUSBY, A. Impact of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) raft-culture on benthic macrofauna, in situ oxygen uptake, and nutrient fluxes in Saldahana Bay, South Africa. **Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science** 58 (5), 1021–1031. 2001.

TOMMASI L.R. 1969. Lista dos holothuroidea recentes do Brasil. **Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico**. Universidade de São Paulo, série Oceanografia Biológica, São Paulo 15:1–29.

UTHICKE, S. Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria* (Halodeima) *Atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding Holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. **Bulletin of Marine Science**. 64, 129–141. 1999.

UTHICKE, S., KLUMPP, D.W. Microphytobenthos community production at a near-shore coral reef: seasonal variation and response to ammonium recycled by holothurians. **Marine Ecology Prog. Ser.** 169, 1–11. 1998.

VALENTI, W. C. **Aqüicultura sustentável**. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. p. 111-118. 2002.

VINATEA, L. A. **Aqüicultura e Desenvolvimento Sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 310 p. 1999.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 231 p. 2004.

YAQING, C, YU CHANG, Q, SONG, X. Pond culture of sea cucumbers, *Apostichopus japonicus*, in Dalian. Dalian Fisheries University, Dalian, P. R. China. **Fisheries Technical Paper 463 - Advances in sea cucumber aquaculture and management**. 2004.

YINGST, J. Y. The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit-feeding holothurian. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**. 23, 55–69. 1976.

YUAN, X. T., YANG, H. S., ZHOU, Y., MAO, Y. Z., ZHANG, T., LIU, Y. The influence of diets containing dried bivalve feces and/or powdered algae on growth and energy distribution in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). **Aquaculture** 256, 457–467. 2006.

ZHOU, Y., YANG, H. S., LIU, S. L., YUAN, X. T., MAO, Y. Z., LIU, Y., XU, X. L., ZHANG, F. S. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Stichopus japonicus* Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. **Aquaculture** 256, 510–520. 2006.

ANEXO A



Figura 9. Local de coleta dos pepinos-do-mar. Praia da Paciência, município de Penha – SC

ANEXO B



Figura 10. Estado das unidades experimentais ao final do período de estudo.