FAUSTO SILVESTRI

Determinação da produção de resíduos sólidos provenientes do cultivo de mexilhões na região da Ilha da Cocanha – Caraguatatuba, SP

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de Oceanografia Biológica

Orientador: Prof. Dr. Alexander Turra

SÃO PAULO
2009

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Determinação da produção de resíduos sólidos provenientes do cultivo de
mexilhões na região da Ilha da Cocanha – Caraguatatuba, SP.

Fausto Silvestri

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciências, área de Oceanografia Biológica

Julgada em ____/____/____

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

*Para uma aqüicultura cada dia mais
sustentável....*

Sumário

Agradecimentos	i
Lista de Tabelas	iii
Lista de Figuras	v
Resumo	viii
Abstract	ix
Introdução	1
1. Cultivo de mexilhões: conceitos e contexto histórico.....	1
2. Aspectos biológicos	5
3. Mitilicultura: manejo & produção.....	9
4. Impactos da mitilicultura	15
Objetivos	21
Área de estudo	23
Materiais e Métodos	28
1. Estimativa da produção de mexilhões	28
2. Caracterização dos parâmetros oceanográficos	33
3. Estimativa da produção de resíduos sólidos	39
4. Estimativa da produção total de resíduos sólidos na área de estudo.....	44
Resultados	45
1. Estimativa da produção de mexilhões	45
2. Caracterização dos parâmetros oceanográficos	49
3. Estimativa da produção de resíduos sólidos	61

4. Estimativa da produção total de resíduos sólidos na área de estudo.....	67
Discussão	69
Conclusões	81
Referências bibliográficas	83
Anexos	96

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me mostrado todos os caminhos, sempre me iluminando e dando forças nas minhas decisões.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Antonio e Mirella, por todo amor e incentivo ao longo de toda esta trajetória. Vocês são o verdadeiro exemplo de luta e superação dos constantes momentos difíceis que vivenciamos em nossas vidas.

A toda família Silvestri e Muro, em especial a minha querida Giggia, que me enchem de orgulho e saudades. Agradeço também a Silvana Coen e Ligia Coletti Bernadochi pelo apoio, incentivo e carinho.

Agradecimento especial ao Dr. Alexander Turra, pela confiança, paciência e dedicação para a realização deste trabalho. Muita satisfação e prosperidade em trabalhar ao seu lado.

Agradeço aos docentes: Dra. Yara Schaeffer Novelli, Dr. Salvador Airton Gaeta, Dr. Joseph Harari, Dr. Valdenir Veronese Furtado, Dra. Lucy Satiko Hashimoto Soares, Dr. Antonio Carlos Sant'Ana Diegues. Dr. John Cordell e Dr. Jean Louis Valentin pela valiosa formação durante as disciplinas de mestrado.

Agradecimentos especiais a José Luiz Alves, Maysa Pompeu, Tomás Edison da Silva e Giuliana Felamingo de Oliveira, fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do IOUSP: Letícia Furusawa; Ana Paula Evangelista e Silvana Correia (Secretaria de Pós-Graduação); Antonio Carlos de Oliveira

Neto, Walter, Sérgio, Cláudio e seu Edvar (seção de transportes); Valter (Depto. Informática); aos técnicos do DOB Luis Carlos e Marta; Cidinha, Raimunda, Wagner e toda equipe da biblioteca do IOUSP.

Aos amigos sempre prestativos da base norte Clarimundo de Jesus: Jonathan, Marquinho, Zé Roberto, Lincoln, Fernando, Orlando, D. Cida, Vânia, Beth, mestre Oziel, Manoel, Daíco, Celso, João, Robertinho e Cida.

Aos companheiros da Associação de pescadores e maricultores da Praia da Cocanha – MAPEC: Toninho Caroba, Beto Carlota, Homero & família, Tirso, Edles, Juliano, Julio, Álvaro, Edmilson, e seu Zeca, bem como os companheiros da Colônia Z-8 de Caraguatatuba, em especial à Leninha, Caetano e Anaído.

Aos amigos que colaboram nos trabalhos de campo: Jussara, Thayana, Priscila, Natalia, Carol Bicuda, Luciana, Evandro, Ricardo Ota, Marcelão, Daniboy, Dudu, Camila Paschoal, William Onofre, Valdeci, Maíra e Rita.

A Márcia Regina Denadai, em nome do Instituto Costa Brasilis pelo apoio prestado para realização deste trabalho.

Agradeço também a colaboração dos companheiros do Unimódulo, em especial ao Prof. Adriano Colares do Laboratório de Biologia.

Também a todos os colegas de pós-graduação pelos bons momentos compartilhados, em especial: Fabio “PC”, Bica, Cau, Priscila, Maíra, Thaís, Caia, Fabio Hassue, Felipe, Leandro, Andrézinho e Rodrigo Carvalho.

Finalmente agradeço a FAPESP pela concessão da bolsa de estudos e a PADI FOUNDATION pelo apoio financeiro ao projeto.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Sistema de classificação empregado no censo visual para a estimativa da produção de mexilhões.....	30
Tabela 2. Variação temporal do número total de cordas mexilhoneiras (<i>NC</i>) presentes na área de estudo.....	45
Tabela 3. Valores médios (kg) do peso total das cordas mexilhoneiras (<i>PC</i>) obtidos ao longo de 2008.....	46
Tabela 4. Estimativa da produção total de mexilhões (<i>PTM</i>) presentes na área de estudo ao longo de 2008.....	46
Tabela 5. Médias mensais e desvios padrão referentes ao comprimento total da concha (<i>ct</i>) e peso total fresco (<i>pf</i>) dos mexilhões (<i>Perna perna</i>) utilizados nos experimentos de produção de resíduos sólidos.....	47
Tabela 6. Estimativa do número total de mexilhões (<i>NTM</i>) presentes no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande conforme os diferentes estágios de desenvolvimento.....	48
Tabela 7. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da temperatura superficial da água do mar com relação aos meses e as áreas de coleta.....	50
Tabela 8. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da salinidade da água do mar com relação aos meses e as áreas de coleta.....	51
Tabela 9. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da transparência da água do mar com relação aos meses e as áreas de coleta.....	53

Tabela 10. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da concentração de material particulado total com relação aos meses e as áreas de coleta..... 55

Tabela 11. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referente às concentrações de matéria orgânica (POM), inorgânica (PIM) particulada e fração orgânica do séston (OCS) com relação aos meses e as áreas de coleta..... 57

Tabela 12. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referentes às concentrações de clorofila *a* (CLO *a*) e fopigmentos (FEO) com relação aos meses e as áreas de coleta..... 60

Tabela 13. Valores médios da produção de resíduos sólidos (RS_i), bem como suas contribuições orgânica (MO) e inorgânica (MI) obtidos a partir do experimento com mexilhões *Perna perna*..... 62

Tabela 14. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referente à produção de resíduos sólidos (RS_i : total, MO e MI) com relação aos meses e os estágios de classificação..... 63

Tabela 15. Produção total de resíduos sólidos RS_T (kg) provenientes dos mexilhões (*Perna perna*) estimada para o Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande conforme experimentos realizados em laboratório com 2 horas..... 67

Tabela 16. Estimativas diária e anual da produção total de resíduos sólidos RS_T (kg) provenientes dos mexilhões (*Perna perna*) para o Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande..... 68

Tabela 17. Valores referentes à concentração média de material em suspensão (séston, mg/l), obtidos por diferentes estudos ao longo do litoral brasileiro..... 73

Lista de Figuras

Figura 1. Representação em artefato vítreo encontrado na Populonia (Etrusca/Itália) de um local de cultivo de moluscos	2
Figura 2. Evolução da produção gerada pelos principais grupos cultivados no Brasil - 1996-2004.....	4
Figura 3. Anatomia interna de <i>Perna perna</i>	6
Figura 4. Esquema representativo do estômago de um bivalve.....	7
Figura 5. Diferentes tipos de sistemas suspensos de cultivo.....	11
Figura 6. Representação geral de um parque aquícola situado no Litoral Norte de São Paulo.....	13
Figura 7. Esquema conceitual do modelo da alimentação de um molusco bivalve.....	18
Figura 8. Cultivo de mexilhões na Praia da Cocanha.....	25
Figura 9. Localização geral da região da Praia da Cocanha.....	26
Figura 10. Imagem aérea digitalizada a partir da fotografia aérea da área de estudo.....	29
Figura 11. Detalhe da imagem aérea da área de estudo.....	29
Figura 12. Localização geral da área de estudo e estações de coleta.....	33
Figura 13. Logística utilizada para a realização das coletas de campo.....	35

Figura 14. Análise de materiais em suspensão.....	37
Figura 15. Aspecto dos mexilhões coletados aleatoriamente na área de estudo.....	39
Figura 16. Aquários contendo mexilhões utilizados nos experimentos.....	40
Figura 17. Aspecto de um aquário onde ocorreu desova.....	41
Figura 18. Aspecto de uma membrana filtrante contendo biodetritos.....	42
Figura 19. Médias mensais referentes à temperatura superficial da água do mar (°C) na Praia da Cocanha.....	49
Figura 20. Médias mensais referentes à salinidade da água do mar na Praia da Cocanha.....	51
Figura 21. Médias mensais referentes à transparência da água do mar (m) na Praia da Cocanha.....	52
Figura 22. Médias mensais referentes à concentração de material particulado total (mg/l) na Praia da Cocanha.....	54
Figura 23. Médias mensais referentes à concentração material orgânica (POM) e inorgânico particulado (PIM) (mg/l) na Praia da Cocanha.....	56
Figura 24. Médias mensais e desvios padrão das taxas de fração orgânica do séston (OCS %) na Praia da Cocanha,.....	58
Figura 25. Médias mensais referentes às concentrações de clorofila <i>a</i> e feopigmentos (µg/l) na Praia da Cocanha.....	59
Figura 26. Valores médios da produção total de resíduos sólidos RS_i (mg) obtidos partir do experimento com mexilhões <i>Perna perna</i>	64

Figura 27. Valores médios das contribuições orgânica (MO) e inorgânica (MI) dos resíduos sólidos *RS_i* produzidos por *Perna perna* (Estágios I, II e III)..... 66

Figura 28. Produção de mexilhões na Praia da Cocanha em 2007 – ausência de produto e preocupação por parte dos maricultores..... 69

Resumo

Frente ao crescimento acelerado da maricultura estão surgindo dificuldades entre as instituições governamentais para promover o desenvolvimento sustentável do setor. Com isso, aumenta cada vez mais a necessidade de se estudar a influência dos cultivos sobre os ambientes nos quais eles estão inseridos. Neste contexto, este estudo teve como objetivo determinar experimentalmente a produção de resíduos sólidos gerados pelos mexilhões cultivados na Praia da Cocanha, área com o maior adensamento de cultivos de mexilhões no litoral de São Paulo. Para isso, mensalmente entre fevereiro de 2008 e janeiro de 2009, foram desenvolvidos e executados experimentos com mexilhões de cultivo visando a quantificação dos resíduos sólidos gerados. Os resultados indicaram que a quantidade de resíduos variou significativamente conforme o tamanho dos organismos e ao longo do tempo. As variáveis oceanográficas variaram ao longo do ano sem um padrão definido e não explicaram a produção de resíduos sólidos. A produção anual estimada para a área foi de 233,8 à 718,9 ($415,1 \pm 174,7$) toneladas de resíduos sólidos conforme o adensamento dos cultivos. Em função disso, são necessários estudos específicos sobre as características hidrodinâmicas do local para que se possa avaliar a magnitude e a localização dos impactos causados pela atividade no local.

Palavras-chave: *Perna perna*, mitilicultura, biodepósitos, impacto ambiental, gerenciamento costeiro.

Abstract

Due to the fast aquaculture's growth in Brazil, governmental institutions are facing difficulties to promote a sustainable development of the activity. With this, there is an increasing necessity of researches to determine the influence of mussel cultures on the environment. In this context, this study aims to experimentally determine solid waste production from mussels' culture in Cocanha Beach, the largest mussel culture site in São Paulo State's coast. For this, monthly experiments with cultivated mussels were carried out from February/2008 to January/2009 to quantify the amount of solid waste produced. The results showed that the amount of solid waste produced had a significant variation with the size of the organisms and also through the year. The oceanographic parameters also varied throughout the study period but could not explain the variation in solid waste production. Annual total production was estimated in 233,8 to 718,9 (415,1 $\pm$ 174,7) tons of solid waste, which varied in relation to the density of the culture. Due to these findings, further specific researches concerning local hydrodynamic characteristics are requested in order to determine the exact location and range of the area that suffers the impact derived from local aquaculture activities.

Key-words: *Perna perna*, mussel culture, biodeposits, environmental impacts, coastal management.

Introdução

1. Cultivo de mexilhões: conceitos e contexto histórico

De acordo com SANTOS (1982), mexilhão é o nome que os portugueses atribuíram ao marisco *Mytilus edulis* europeu e que no Brasil foi igualmente usado para indicar as espécies da mesma família. Os mexilhões têm sido consumidos desde os tempos pré-históricos, considerados como um tipo de alimento nobre por gregos e romanos. Evidências do consumo de mexilhões na região da Galícia, Espanha, foram datadas do século IV a.C. quando nativos depositavam grandes quantidades de conchas de moluscos bivalves, denominadas de “*concheiros*”, incluindo mexilhões (CACERES-MARTINEZ & FIGUERAS, 1997).

O cultivo de moluscos marinhos é considerado uma das principais modalidades de aquicultura marinha e encontra-se amplamente difundido a nível mundial. Entre os principais moluscos cultivados mundialmente destacam-se os mexilhões, as ostras, os berbigões ou “vôngoles” e as vieiras ou “coquiles”.

A ostreicultura foi provavelmente a forma mais antiga de aquicultura costeira e acredita-se que os gregos, os romanos (Figura 1) e os japoneses foram os primeiros maricultores (CATAUDELLA, 2001). Técnicas de cultivo de ostras estão representadas com detalhes em urnas enterradas em rituais funerários pelos romanos no século I a.C. (MATTEI & PELLIZZATO, 1997).

Figura 1. Representação de um local de cultivo de moluscos (ostraria) em artefato vítreo encontrado na Populonia (Etrusca/Itália). Uma série de estacas fixas no fundo, ligeiramente afloradas na superfície da água, permitia a fixação de uma complexa malha de linhas e cordas, nas quais eram suspensos os cestos com os moluscos. Extraído de CATAUDELLA (2001).

Na Europa, em 1.235 dC iniciaram-se os primeiros cultivos de mexilhões na baía de L'aiguillon, costa sudoeste da França, em sistemas de estacas, conhecidas como “bouchots” (GOULLETQUER & HÉRAL, 1997). Entretanto, a atividade só chegou a atingir importância econômica após um longo período, com a introdução de estruturas flutuantes na região da Galícia, durante a década de 1940 (CACERES-MARTINEZ & FIGUERAS, 1997; GOSLING, 2003).

A mitilicultura foi iniciada no Brasil na década de 1970, por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), do Instituto de Pesca/SP e do Instituto de Estudos Almirante Paulo Moreira em Arraial do Cabo/RJ, quando foram estabelecidas as bases para os cultivos marinhos no Brasil (FERNANDES, 1985; BATALHA, 2002). Porém as tentativas de cultivo ficaram restritas à parte de pesquisa, desenvolvimento e adaptação de tecnologia.

O cultivo de mexilhões como atividade realmente comercial no Brasil só surgiu a partir de 1989-90, no Estado de Santa Catarina, através do Projeto

Águila, implementado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com o apoio da antiga ACARPESC (atual EPAGRI), contando com a colaboração das comunidades de pescadores artesanais (POLI & LITTLEPAGE, 1998).

No Estado de São Paulo, estudos relacionados a aspectos fisiológicos da espécie *Perna perna* foram realizados na Baía de Santos e no Canal de São Sebastião, ainda na década de 1960, pelo Instituto de Biociências da USP. Entretanto foi somente em 1976 que esses estudos foram intensificados, através de um programa que objetivava a implementação do cultivo dessa espécie na região de Ubatuba (MARQUES *et al.*, 1984).

O litoral Atlântico da Europa é a principal região produtora de mexilhões (SMAAL, 2002). Entretanto individualmente China e Espanha são os principais produtores mundiais de mexilhões, seguidos por Tailândia, Itália, Nova Zelândia, França e Holanda (GLOBEFISH, 2004; JOSUPEIT, 2005).

BOSCARDIN (2008) verificou que entre os moluscos, responsáveis por 4,8% da produção aqüícola nacional em 2004, o cultivo de mexilhões (*Perna perna*) se destacou com 79,5% da produção total. Entretanto, de 1996 a 2004 a produção de moluscos cultivados no Brasil permaneceu estabilizada, com a produção praticamente toda concentrada na região Sul (Figura 2).

Figura 2. Evolução da produção gerada pelos principais grupos cultivados no Brasil - 1996-2004. Fonte: BOSCARDIN (2008).

No Litoral Norte do Estado de São Paulo, em 1994, existiam nove áreas de criação de moluscos. Uma década mais tarde foi registrado o envolvimento de aproximadamente 85 produtores em 44 áreas, com uma projeção de 102 ha de área propícios para mitilicultura, representando uma produção estimada de 4.590 t/ano, com o envolvimento de 250 famílias. (FAGUNDES *et al.*, 2004; CASTRO *et al.*, 2005). Atualmente existem 61 áreas regulamentadas destinadas exclusivamente à mitilicultura (SINAU, 2009).

Em 2006, o Estado de São Paulo contribuiu com uma produção de 172,5 toneladas de moluscos, compreendendo 90,0 toneladas de mexilhões (IBAMA, 2008).

2. Aspectos biológicos

Os mexilhões são moluscos pertencentes a Classe Bivalvia, também chamada Pelecypoda ou Lamellibranchia, conhecidos geralmente como bivalves. Taxonomicamente os mexilhões estão incluídos na subclasse Pteriomorphia que abrange bivalves epibentônicos cuja maioria dos representantes encontra-se fixada ao substrato por filamentos do bisso ou então, cimentados a ele.

No Brasil, existem quatro espécies de mexilhões de interesse comercial: *Perna perna*, *Mytilus edulis platensis*, *Mytela guayanensis* e *Mytela falcata*. Em termos de cultivo, *Perna perna* é a espécie que apresenta melhores condições zootécnicas, por atingir maior tamanho, apresentar extensos e densos estoques naturais e eficiente fixação de sementes em coletores flutuantes (MARQUES, 1998; FERREIRA *et al.*, 2006a; MORAES *et al.*, 2006) .

Os mexilhões são organismos filtradores, alimentando-se de plâncton e pequenas partículas orgânicas presentes na coluna d'água. Algas microscópicas com tamanho inferior a 10 µm (mexilhões adultos), bactérias de até 1,5 µm de diâmetro e principalmente detritos orgânicos constituem a maior parte da dieta dos mexilhões (MARQUES, 1998; FERREIRA & MAGALHÃES, 2004; RUPPERT *et al.*, 2005).

Trata-se de um mecanismo complexo no qual as partículas alimentares contidas na água são bombeadas para o interior do animal pelo sifão inalante e em seguida são capturadas por movimentos dos cílios presentes nas brânquias. Posteriormente são levadas até a boca com o auxílio dos palpos

labiais (Figura 3) que atuam também na seleção das partículas (BAYNE & HAWKINS, 1990).

Figura 3. Anatomia interna de *Perna perna* vista do lado esquerdo do animal, após remoção de parte do manto. (arm) músculo anterior retrator do bisso, (alod) lamela ascendente da demibrânquia externa, (hr) região do coração, (pam) músculo adutor posterior, (ex) sifão exalante, (in) sifão inalante, (m) manto, (by) bisso, (f) pé, (lolp) palpo labial. As setas verdes indicam a direção do fluxo de água contendo partículas alimentares do sifão inalante para as brânquias, as setas pretas o fluxo de partículas retidas nas brânquias para os palpos labiais e as setas vermelhas os fluxos de água e resíduos metabólicos. Extraído de NARCHI & GALVÃO-BUENO (1997).

Na superfície interna de cada lobo do manto há um trato ciliar de rejeição que conduz as partículas rejeitadas junto com uma substância em forma de muco (**pseudofezes**) para a base da abertura inalante de onde são eliminadas antes de serem ingeridas (NARCHI & GALVÃO-BUENO, 1997).

Por outro lado, o material selecionado pelos palpos entra no estômago pela boca envolto em um cordão mucoso (CARVALHO-LOPES & FONSECA, 2008). O cordão de alimento que vem do esôfago chega ao redor do estilete cristalino (popularmente conhecido como “verme do marisco”) com qual se mistura iniciando a digestão extracelular (Figura 4).

Figura 4. Esquema representativo do estômago de um bivalve: SE- saco do estilete; EC- estilete cristalino; IN- intestino; EG- escudo gástrico; RS- região de seleção; CA- cordão alimentar; CG- cecos gástricos; GD- glândulas digestivas; ES- estômago. As setas indicam o caminho percorrido pelo alimento. Adaptado de: FIANCHINI & GRAVINA (2001).

Na extremidade oposta do estilete cristalino destacam-se pequenas massas de partículas já digeridas (**fezes**) que são transportadas para o intestino. Os pellets fecais, depois de varias voltas são eliminados pelo ânus, próximo ao sifão exalante (FIANCHINI & GRAVINA, 2001; RESGALLA JR. 2008).

O mecanismo de filtro-alimentação dos moluscos há vários anos vem sendo investigado, sendo aplicado principalmente ao potencial de crescimento (“scope for growth”) dos bivalves utilizados na maricultura (HAWKINS & BAYNE, 1992; DAME, 1996). A influência do alimento no balanço energético está fortemente relacionada com a eficiência de absorção das partículas alimentares em função do tamanho, da composição e da disponibilidade das partículas no ambiente (THOMPSON & BAYNE, 1977; BERRY & SCHLEYER, 1983; BAYNE *et al.*, 1987; BAYNE, 1989; BAYNE & HAWKINS, 1990;

NAVARRO *et al.*, 1991; IGLESIAS *et al.*, 1992; DAME, 1996; NAVARRO *et al.*, 1996; NAVARRO & THOMPSON, 1996; NAVARRO & WIDDOWS, 1997; IGLESIAS *et al.*, 1998; HAWKINS *et al.*, 1998; MELLO, 1999; SCHIMDTT, 2002; SUPLICY *et al.*, 2003; RESGALLA JR., 2004).

Em condições de elevadas concentrações de partículas presentes na água são observadas reduções nas taxas de bombeamento e ingestão dos moluscos bivalves (OWEN, 1996). Além disso, a elevada concentração do séston, bem como o alto conteúdo de matéria inorgânica na água favorece a rejeição de partículas em forma de pseudofeces (BAYNE & HAWKINS, 1990). Entretanto a formação de pseudofeces esta condicionada a uma concentração máxima do séston e/ou uma quantidade mínima de matéria orgânica. Para *Perna perna* o percentual de matéria orgânica mínima para uma eficiência de absorção positiva, necessária para o crescimento do organismo, seria de 12% (RESGALLA JR., 2004).

3. Mitilicultura: manejo & produção

O cultivo de moluscos é uma atividade que pode ter grande alcance social e econômico, beneficiando diversos setores da sociedade (produtores, consumidores, indústrias, etc.). Tal atividade gera empregos, ajuda a fixar populações nativas litorâneas em seu ambiente tradicional e torna-se um complemento de renda para pescadores artesanais (ROSA, 1997).

Conforme sustenta VINATEA (1999), embora a mitilicultura apresente-se como alternativa para complementação de renda de comunidades tradicionais, seu impacto deve ser bem dimensionado para garantir sua sustentabilidade econômica e ambiental.

No litoral brasileiro, a mitilicultura tem se demonstrado uma atividade com significativa importância social e economicamente viável para comunidades tradicionais e pescadores artesanais, apresentando-se como uma alternativa de renda e contemplando a participação familiar no processo de produção (MARENZI, 1992; FERREIRA & MAGALHÃES, 1995; ROSA, 1997; GELLI *et al.*, 1997; MARQUES, 1998, VINATEA, 1999; JAMBRINA LEAL, 2000; BATALHA, 2002; FAGUNDES *et al.*, 2004; OLIVEIRA, 2005; CASTRO *et al.*, 2005; MANZONI, 2005; MANZONI & MARTINS, 2006; MANZONI & DELONG, 2006; FERREIRA, *et al.*, 2006b; MOSCHEN, 2007; GELLI, 2007; ANDRADE, 2007; SILVESTRI, *et al.*, 2008).

O cultivo de mexilhões apresenta uma série de vantagens quando comparado a outros moluscos. A atividade pode ser realizada com estruturas e materiais de baixo custo, requerendo um baixo investimento e um retorno rápido de capital. Além disso, não há necessidade de produção de jovens ou

“sementes” em laboratório e o emprego de alimento artificial (FERREIRA & MAGALHÃES, 2004).

No Brasil são utilizados diferentes sistemas de cultivo conforme as características oceanográficas dos ambientes, as espécies utilizadas e o padrão artesanal adotado pelos maricultores. Os sistemas suspensos, nos quais cordas mexilhoneiras são suspensas em estruturas fixas ou flutuantes (Figura 5), são os mais difundidos no litoral brasileiro. São subdivididos em duas modalidades de cultivo: 1- long-lines, também conhecidos como espinhéis; 2- balsas de cultivo.

De maneira geral são utilizados em locais com profundidades variando de 4 a 40 metros, normalmente em locais abrigados (baías ou enseadas) e com correntes fracas a moderadas, podendo, no entanto, ser utilizados também em locais de mar aberto. São sistemas que provocam menos impacto no ambiente, tanto em termos visuais quanto hidrológicos, já que são construídos geralmente mais afastados das praias e costões, com materiais mais elaborados e de aspecto mais uniforme e geralmente não formam barreiras à circulação de água, como acontece em alguns casos, nos outros sistemas (FERREIRA *et al.*, 2006b).

Figura 5. Diferentes tipos de sistemas suspensos de cultivo. A- fixo ou varal (rack culture); B- flutuante tipo long-line; C- flutuante tipo balsa (raft culture). Adaptado de FAO (2005).

Escolher um local adequado para o cultivo de moluscos bivalves é um problema multifatorial que exige a avaliação de uma gama de informações. Para garantir a sustentabilidade ambiental e econômica do local é recomendado um planejamento prévio, incorporando uma avaliação minuciosa das características ambientais (físicas, químicas e biológicas), sócio-econômicas e legais da área (SPENCER, 2002).

Com relação às características ambientais apropriadas para o desenvolvimento de um cultivo de mexilhões, o conhecimento de parâmetros físicos do local, tais como a temperatura da água do mar, a salinidade, o regime de marés, a exposição aos ventos e correntes e o tipo de substrato são fundamentais para o sucesso da atividade. Os parâmetros químicos referem-se aos nutrientes dissolvidos na água, a concentração de oxigênio e a presença de poluentes. Já os parâmetros biológicos estão relacionados ao conhecimento da produção primária, ao suprimento natural de sementes, a susceptibilidade a doenças, a presença de predadores, competidores e organismos incrustantes (fouling) e a ocorrência de algas tóxicas (LAING & SPENCER, 1997).

JAMBRINA LEAL (2000), visando analisar áreas costeiras com possível vocação para aquicultura e levantar os requisitos necessários para o desenvolvimento sustentável da atividade no litoral do Estado de São Paulo, realizou um diagnóstico com base em técnicas de estatística multivariadas. Para isso, foram levados em consideração o padrão de uso e ocupação da zona costeira, informações técnico-ambientais (características oceanográficas, variáveis climatológicas, ocorrência de marés vermelhas, “fouling”, impactos antrópicos e paisagísticos e a qualidade microbiológica das áreas de cultivo) e a análise das características sócio-econômicas.

Segundo RUDORFF (2008), locais sob circulação restrita, principalmente em áreas rasas, não são recomendados à implementação de sistemas de cultivo de moluscos, pois estes são mais susceptíveis aos efeitos negativos desta atividade no ambiente bentônico. Já áreas sob efeito de correntes de maior intensidade, ainda que moderadas, podem minimizar os impactos gerados pelos cultivos, evitando o acúmulo de biodetrítos no fundo. Assim, o entendimento do desenvolvimento do cultivo e de seus impactos em uma determinada área depende necessariamente do conhecimento das características oceanográficas.

A malacocultura brasileira passa recentemente por uma fase crítica para a sua real consolidação, que exige uma série de medidas de implementação conjunta entre o governo, o setor produtivo e instituições de apoio. Entre essas medidas estão a regularização dos maricultores e das fazendas, o aprimoramento das técnicas de cultivo com o advento de equipamentos e insumos adequados e a certificação sanitária das áreas de cultivo e dos moluscos produzidos (SEAP/PR, 2005).

Com relação a regularização e a ordenação espacial das áreas de cultivo, encontra-se em andamento um programa que está delimitando os parques aquícolas (BRASIL, 2003) e que dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, sendo esta uma iniciativa relevante para a atividade. Com base na Instrução Normativa nº 06, (BRASIL, 2004), a SEAP/PR, adotou uma metodologia de planejamento local da maricultura utilizando ferramentas de microzoneamento numa escala municipal para elaboração de Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDMs).

A partir do interesse dos pescadores foram levantadas e demarcadas pela SEAP/PR e seus parceiros faixas de preferência para comunidades tradicionais, além de parques e áreas aquícolas (Figura 6).

Figura 6. Representação geral de um parque aquícola situado no Litoral Norte de São Paulo. A área branca localizada no lado direito da figura representa os limites do parque destinado a comunidade local (faixa de preferência) e os pontos amarelos os centros das seis áreas aquícolas.

Segundo os PLDMs, as **faixas de preferências** consistem em áreas cujo uso será conferido prioritariamente a populações tradicionais atendidas por programas de inclusão social. O **parque aquícola** é definido como o espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura. Já a **área aquícola**, compreende um espaço físico em meio aquático, delimitado, destinado a projetos de aquicultura, individuais ou coletivos.

Nesse sentido, a fim de viabilizar os PLDMs foi criada a Instrução Normativa nº 17 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre os critérios para a formulação e aprovação dos PLDMs, aos quais devem ser observadas diretrizes para o uso, desenvolvimento, proteção ou conservação da área e a aplicação, adoção ou incorporação de qualquer documento relacionado ao uso, desenvolvimento ou proteção dos recursos hídricos.

4. Impactos da mitilicultura

Dado o cenário apresentado e a intenção de fomento e suporte ao desenvolvimento da maricultura (incluindo a mitilicultura) é necessária a busca de conhecimento para conciliar essas ações com a conservação e a manutenção da qualidade ambiental.

Frente ao crescimento acelerado da atividade estão surgindo dificuldades para promover o desenvolvimento sustentável do setor. Com isso, aumenta cada vez mais a necessidade de se estudar a influência da mitilicultura sobre os diferentes componentes formadores da zona costeira.

Nesse sentido, torna-se fundamental a determinação da quantidade de resíduos sólidos produzidos (fezes e pseudofezes) pelos cultivos e os efeitos da biodeposição. Para isso, deve-se levar em conta aspectos relacionados ao volume de produção e a densidade de cordas nas áreas de cultivo, bem como a estimativa de nutrientes presentes na água e o conhecimento das características ambientais do local onde estão inseridas as fazendas marinhas.

Em áreas densamente ocupadas pelos cultivos, o acúmulo de biodepósitos pode afetar drasticamente a capacidade de suporte do ambiente. Os cultivos de moluscos transformam e concentram a matéria orgânica disponível no ambiente (algas, bactérias, detritos) em resíduos sólidos sedimentáveis.

O termo capacidade de suporte é utilizado para descrever a quantidade ou volume de produção de uma determinada atividade que pode ser sustentado pelo ambiente de acordo com critérios específicos (BEVERIDGE, 2004). Com seu conhecimento torna-se possível melhorar tecnologias e

práticas de manejo para incrementar a produção sem comprometer a qualidade ambiental (GESAMP, 1996).

Esforços estão sendo direcionados para a compreensão e atenuação dos impactos que envolvem a mitilicultura, principalmente no que diz respeito à avaliação de impactos ambientais. A maioria destes estudos tem focado basicamente nos impactos pontuais e sua relação com a fauna bentônica (STENTON-DOZEY *et al.*, 1999; CHAMBERLAIN, *et al.*, 2001; MARENZI, 2002; CRAWFORD *et al.*, 2003; INGLIS & GUST, 2003; MIRON *et al.*, 2005; COSTA & NALESSO, 2006; D'AMOURS *et al.*, 2006; CALLIER *et al.*, 2006; BASTOS 2006; NALESSO *et al.*, 2007; NETTO & VALGAS, 2007; PINTO *et al.*, 2007; RICHARD, *et al.* 2007; RUDORFF, 2008).

Com relação aos impactos no sedimento e nas comunidades bentônicas, a produção de fezes e pseudofezes estimula a produção microbiana provocando alterações químicas, estruturais e funcionais no hábitat bentônico.

Segundo HARTSTEIN & ROWDEN (2004), o termo “biodepósito” difere dos produtos diretos da atividade alimentar dos moluscos (fezes e pseudofezes) sendo caracterizado pelo resultado final, depositado *in situ*, dos processos de mineralização bacteriana destes produtos e eventual absorção e remobilização pelos organismos bentônicos.

O rápido crescimento das áreas de cultivo pode gerar em pouco espaço de tempo grande volume de biodepósitos podendo, inclusive, alterar fluxos de correntes e proporcionar condições anóxicas no sedimento, comprometendo o ambiente e a sustentabilidade do próprio cultivo (QUESADA *et al.*, 1998).

Aparentemente, o grau de extensão dos efeitos dos cultivos de mexilhão difere consideravelmente entre locais. Vários fatores foram sugeridos para explicar estas diferenças, inclusive idade da fazenda de cultivo, densidades de indivíduos nas cordas, estrutura física da fazenda de cultivo (densidade e orientação de cordas, distância do fundo), hidrodinâmica etc. O fator importante é aquele que determina o destino final de matéria orgânica e seu impacto subsequente e a dispersão de biodepósitos no local de fazenda de cultivo (CHAMBERLAIN *et al.*, 2001).

O modelo de dispersão proposto por HARTSTEIN & STEVENS (2005) aplicado em cultivos suspensos de mexilhões *Perna viridis* na Nova Zelândia indicou que a maioria dos biodepósitos acumulou-se inicialmente a 50 metros dos cultivos. No entanto, as observações não encontraram qualquer sinal de biodepósitos em sedimentos a 200 metros das fazendas. Esses dados indicam que em alguns locais há energia suficiente para re-suspender e dispersar esses biodepósitos gerando pouco impacto sobre os sedimentos naturais.

Quando acima das densidades desejáveis e, principalmente, em locais de baixa profundidade com limitada circulação de água os biodetritos podem levar a impactos negativos sobre o sedimento (SUPLICY, 2000).

No Brasil, estudos envolvendo o cultivo de mexilhões não demonstraram impacto significativo no ambiente bentônico quando praticado em locais apropriados (MARENZI, 2002; COSTA & NALESSO, 2006; BASTOS, 2006; RUDORFF, 2008).

Um ponto crucial deste contexto é a determinação da produção de biodetritos gerados pelos cultivos, que pode ser mensurada usando diferentes metodologias. A determinação de taxas fisiológicas envolvidas no balanço

energético de moluscos bivalves (Figura 7) vem sendo empregada para a determinação das perdas metabólicas (HAWKINS & BAYNE, 1992; DAME, 1996).

Figura 7. Esquema conceitual do modelo da alimentação de um molusco bivalve (adaptado de HAWKINS *et al.*, 2002). As fontes do alimento são matéria orgânica particulada (POM) e fitoplâncton. As funções fisiológicas dependem também de fatores exógenos tais como a temperatura da água e a matéria inorgânica particulada (PIM).

Os estudos mais freqüentes sobre a fisiologia de bivalves estão fundamentados em experimentos laboratoriais em condições estáticas ou de fluxo contínuo utilizando células do fitoplâncton provenientes de culturas monoespecíficas ou material inerte em suspensão em um determinado intervalo de tempo (RESGALLA JR, 2008).

Estudos envolvendo as taxas fisiológicas de diferentes moluscos bivalves frente à disponibilidade de alimento apresentam uma alta variabilidade devido as diferentes condições de execução dos experimentos (BAYNE & NEWELL, 1983). Um método simples para se estimar a produção de resíduos sólidos consiste em submetê-los a filtração em membranas de 0,45 μm e em seguida realizar uma análise gravimétrica com o material retido no filtro (NAVARRO & WINTER, 1982; BAYNE *et al.*, 1987).

Entretanto cada região apresenta diferenças peculiares no que se diz respeito ao tipo de espécie cultivada, o sistema de cultivo empregado e as características oceanográficas do local, fato que dificulta comparações entre diferentes áreas e períodos de estudo. Diante disso, é fundamental a formulação de um método que equalize essas questões, de maneira prática e acessível, que possa vir a ser replicado em diferentes áreas.

No Brasil existem poucos estudos abordando de maneira geral esta temática e todos eles concentrados em Santa Catarina (SCHETTINI *et al.*, 1997; MELLO, 1999; RESGALLA JR. *et al.*, 1999; SCHIMITT, 2002; PESSATTI *et al.* 2002; SUPLICY *et al.*, 2003; RESGALLA JR. 2004; TORRENS, 2005; RESGALLA JR. *et al.*, 2006; RESGALLA JR. & BRASIL, 2007). Todos estes estudos estão baseados na determinação de resíduos sólidos em função do alimento oferecido para os moluscos, os quais apresentam diferenças relacionadas com relação ao tipo de dieta empregada, tempo de duração dos experimentos, volume de água utilizado nas unidades experimentais, aos parâmetros físico-químicos da água entre outros fatores.

Nesse contexto, a determinação da produção de resíduos sólidos em unidades experimentais sem a presença de alimento, visando quantificar os resíduos ingeridos apenas no ambiente natural e que leve em consideração as variações sazonais da área de estudo pode ser uma alternativa viável para padronização dos experimentos.

Não existem informações envolvendo o impacto da produção de biodepósitos a partir de cultivos de mexilhões no litoral do estado de São Paulo. Acredita-se que a densidade de organismos atualmente empregada nos cultivos da região bem como as características oceanográficas propícias para a

atividade não venham se refletir em um impacto ambiental mensurável na área de influência dessas áreas de cultivo.

Entretanto, conforme constatado em visitas prévias em cultivos comerciais nessa região, não existe um controle preciso da produção de mexilhões. Na prática, não se sabe ao certo quantas cordas estão sendo cultivadas atualmente, bem como o estágio de desenvolvimento em que se encontram os organismos cultivados.

Diante disso, este estudo representa uma iniciativa para se compreender a relação entre o cultivo e o local onde ele está inserido, voltada para o dimensionamento dos impactos e o gerenciamento da mitilicultura nessa região.

Objetivos

Objetivo geral

Estimar quantitativamente os resíduos sólidos (fezes e pseudofezes) produzidos pelos mexilhões cultivados no parque aquícola Ilha da Cocanha Grande com base no volume de produção e nas características oceanográficas da área de cultivo.

Objetivos específicos

1. Estimar com base em censos periódicos a produção total de mexilhões cultivados no parque aquícola Ilha da Cocanha Grande, considerando o volume de produção (número e tamanho das cordas) e o comprimento, peso médio e estágio de desenvolvimento dos organismos;
2. Caracterizar a variabilidade temporal na área de estudo das seguintes características da água: temperatura superficial (°C), salinidade, transparência (m), concentrações de clorofila *a* (µg/l) e feopigmentos (µg/l) e concentração de material em suspensão (mg/l), considerando, material particulado total (TPM), matéria orgânica particulada (POM), matéria inorgânica particulada (PIM) e fração orgânica do séston (OCS).
3. Estimar com base em experimentos em laboratório a produção individual de resíduos sólidos (fezes e pseudofezes) produzidos por mexilhões *Perna perna* em diferentes estágios de desenvolvimento e em diferentes períodos do ano, considerando o peso total seco dos resíduos

e as frações orgânica e inorgânica, bem como correlacionar a produção de resíduos sólidos com os parâmetros ambientais avaliados;

4. Estimar a quantidade total de resíduos sólidos produzidos pelos mexilhões cultivados na área de estudo para o período analisado.

Área de Estudo

O Litoral Norte do Estado de São Paulo compreende uma faixa costeira de 161 km de extensão, com aproximadamente 1977 km². Situada entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, compreende os Municípios de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba, com 164 praias e 17 ilhas (SMA, 1996; CETESB 2001).

A região caracteriza-se pela presença de uma linha de costa bastante recortada, encerrando várias enseadas que, por sua configuração, apresentam características de semi confinamento fazendo com que o processo de troca de água e material sedimentar entre a região costeira e a plataforma continental adjacente seja bastante restrita (SUGUIO & MARTIN, 1978).

Entretanto, os ecossistemas costeiros da região são influenciados por sistemas de correntes longitudinais de NE e SW, ligados respectivamente às frentes frias condicionantes de correntes de deriva litorânea rumo NE, ou ao anticiclone do Atlântico Sul, indutores de correntes rumo a SW (TESSLER, 1988), proporcionando uma grande variabilidade na composição da água.

Do ponto de vista oceanográfico, o Litoral Norte é caracterizado como uma área oligo-mesotrófica influenciada por três massas de água: Água Costeira (AC), Água Tropical (AT) e Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (CASTRO-FILHO & MIRANDA, 1998). Entretanto, sua condição oligotrófica, com baixa produtividade é afetada por fenômenos sazonais de ressurgência devido à intrusão da ACAS na região (MIRANDA, 1982; AIDAR *et al.*, 1993; LORENZETTI & GAETA, 1996). No verão, águas mais frias e ricas em nutrientes podem aflorar na zona fótica, promovendo o desenvolvimento

abundante do fitoplâncton e conseqüentemente aumentando da produtividade primária na região.

Na área costeira (<50 m) de Ubatuba as concentrações superficiais de clorofila variam entre 1 e 2 mg/m³ (METZLER, 1991; ABE, 1993; FRANCOS, 1996). Com relação à composição e à abundância do fitoplâncton, ocorre o predomínio de fitoflagelados durante o ano todo com o aumento de diatomáceas no verão (GAETA & BRANDINI, 2006). Na praia da Cocanha, Caraguatatuba, foram descritos para o fitoplâncton 132 táxons, com predominância de diatomáceas e em menor escala dinoflagelados (PINTO & VILAC, 2006).

No verão, as temperaturas médias superficiais na região oscilam entre 25 e 27°C e no inverno apresentam valores entre 20 e 23°C (CASTRO *et al.*, 2006). Salinidades abaixo de 34 podem ser observadas durante o verão nas regiões mais costeiras da plataforma continental (REZENDE, 2003). Além disso, os aportes de águas continentais representam a entrada de água proveniente da drenagem continental e de estuários nos ecossistemas costeiros, contribuindo para a diminuição da salinidade e a alteração na composição química da água (BRAGA & NIENCHESKI, 2006).

Embora a área de estudo seja um ambiente tropical, ela apresenta uma variabilidade temporal bastante evidente nos parâmetros oceanográficos, fato que justifica uma análise temporal do cultivo, dos parâmetros ambientais e da produção de resíduos sólidos

Praia da Cocanha

Localizada na região norte do município de Caraguatatuba ($23^{\circ}34'43''\text{S}$ - $45^{\circ}19'07''\text{W}$ e $23^{\circ}34'29''\text{S}$ - $45^{\circ}18'33''\text{W}$), a Praia da Cocanha está limitada pelas praias da Mococa ao norte e Massaguaçu ao sul, após o rio Cocanha. Apresenta elevada importância para o município, devido às atividades de turismo e mitilicultura (Figura 8).

Figura 8. Cultivo de mexilhões ao largo da Praia da Cocanha.

Na Cocanha a mitilicultura é praticada desde 1988, com a implantação do Projeto Martim-Pescador, de iniciativa da Secretaria Estadual de Meio Ambiente em parceria com a FAO e o Instituto de Pesca, cujo principal objetivo foi a transferência de tecnologia de cultivo para a comunidade local. Até hoje, os mexilhões são cultivados principalmente por pescadores artesanais (FREITAS, 2007), de origem caiçara, grupo étnico tradicional desta região (DIEGUES, 2002).

Por tratar-se da principal área de cultivo de mexilhões do litoral do Estado de São Paulo, abrangendo dois parques aquícolas com

aproximadamente 110.000 m² de lâmina d'água (SINAU, 2009), o local foi escolhido para o desenvolvimento deste estudo.

Na praia da Cocanha existe uma associação composta por 11 maricultores, na qual cada um possui a concessão de uso de uma área aquícola de 2.000 m² (20 x 100 m) de lâmina d'água para o cultivo. As áreas de cultivo estão divididas em dois parques: Ilha da Cocanha Grande (área de estudo) e Ilhote da Cocanha (Figura 9).

Figura 9. Localização geral da região da Praia da Cocanha, Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo. Em destaque os Parques Ilha da Cocanha Grande (G) e Ilhote da Cocanha (I). DIGITALGLOBE (2008).

O mexilhão é cultivado em long-lines de 50 m de comprimento, com espaçamento mínimo de 5 m entre as estruturas e com uma corda de mexilhão de aproximadamente 2 m de comprimento pendurada a cada 0,5 m linear. No parque aquícola da Ilha da Cocanha Grande há atualmente nove cultivos em operação (dois inativos) ocupando uma área total de aproximadamente 62.000 m² (SINAU, 2009). A profundidade média na área destes cultivos é de 5 a 8 m.

A produção estimada de cada long-line é de até duas toneladas por ciclo, com duração de 8-9 meses, porém constante ao longo do ano na região. As pescas são intensificadas de novembro a janeiro devido ao planejamento para suprir a demanda da temporada.

Materiais e Métodos

1. Estimativa da produção de mexilhões

Inicialmente foi realizado o levantamento das coordenadas geográficas da área de estudo, incluindo os vértices que delimitam o parque aquícola e as estruturas flutuantes (long-lines) presentes no interior da área. Com o auxílio de um GPS portátil (Garmin Etrex Legend), as informações geográficas foram obtidas em campo e digitalizadas. A seguir, as coordenadas foram devidamente corrigidas e inseridas em um sistema de informação geográfica (GIS).

Para isso, foi importada uma fotografia aérea da região norte de Caraguatatuba, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, na resolução de 0,98m. Em seguida, foi feito o georreferenciamento desta fotografia utilizando o software Spring 4.3.3[®] (Figuras 10 e 11).

As informações referentes às estruturas de cultivo (inserção ou retirada de long-lines) foram atualizadas periodicamente conforme os levantamentos realizados em campo.

Figura 10. Imagem aérea digitalizada a partir da fotografia aérea fornecida pelo INPE da área de estudo. (IC) Ilha da Cocanha; (IT) Ilhote de terra; MAPEC – Associação dos Maricultores da Praia da Cocanha; polígono amarelo – Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande; em azul: long-lines utilizados para o cultivo de mexilhões; polígono vermelho – Parque aquícola Ilhote de fora.

Figura 11. Detalhe da imagem aérea da área de estudo. (IC) Ilha da Cocanha; em azul: long-lines utilizados para o cultivo de mexilhões. Elaborado em 05/2007, Spring 4.3.3 – INPE.

Censo visual

A fim de estimar a produção de mexilhões na área de estudo, tendo em vista a possibilidade de sub-aproveitamento das áreas de cultivo, um censo visual das cordas mexilhoneiras do Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande foi realizado bimestralmente (fevereiro, abril, maio, julho, setembro e dezembro de 2008) com mergulho livre.

Durante os censos foi verificado o número total de long-lines, a quantidade total de cordas mexilhoneiras presentes em cada long-line e o estágio de desenvolvimento. Para isso, foi elaborado um sistema de classificação das cordas no qual foram adotados três estágios de classificação, visando simplificar a visualização dos organismos durante o mergulho (Tabela 1). No cálculo da quantidade total de cordas não foram consideradas as cordas vazias e os coletores artificiais de sementes.

Tabela 1. Sistema de classificação das cordas mexilhoneiras empregado no censo visual para a estimativa da produção de mexilhões.

Estágio de classificação	Comprimento total dos mexilhões	Descrição das cordas mexilhoneiras
I	até 4,0 cm	Sementes e adultos jovens; cordas recentemente semeadas com a presença ou vestígios da malha externa de algodão.
II	de 4,0 à 7,0 cm	Adultos; cordas ainda não desdobradas, com organismos de tamanho grande e não uniforme, ou cordas recentemente desdobradas com a presença ou vestígios da malha externa de algodão e indivíduos de tamanho mais uniforme.
III	acima de 7,0 cm	Adultos; cordas com organismos com tamanho grande, uniforme e prontos para a comercialização.

Estimativa da produção de mexilhões

Paralelamente aos censos realizados em campo foram efetuadas biometrias a fim de estimar o peso total das cordas mexilhoneiras nos três diferentes estágios de classificação. Para isso, bimestralmente três cordas de cada estágio de classificação foram retiradas da água. Os mexilhões foram limpos para a retirada dos organismos incrustantes e, em seguida, medidos com auxílio de um paquímetro e pesados todos juntos em balança de digital de precisão (1 g).

A associação do número total de cordas mexilhoneiras (NT) nos diferentes estágios de desenvolvimento com as estimativas de peso (PC) obtidas *in situ* permitiu a determinação da produção total de mexilhões (PTM) por período de amostragem, de acordo com a seguinte expressão:

$$PTM = \sum (NC_i \cdot PC_i), \quad \text{onde:}$$

PTM = produção total de mexilhões na área de estudo (kg)

NC_i = número total de cordas no estágio i na área de estudo

PC_i = peso médio das cordas no estágio i (livres de incrustações) (kg)

Estimativa do número total de mexilhões

O número total de mexilhões cultivados na área de estudo foi calculado considerando uma análise biométrica feita em indivíduos coletados na área de estudo (comprimento e peso total dos organismos). Para isso, foram coletados bimestralmente, ao acaso, aproximadamente 50 mexilhões. Em seguida, os organismos foram limpos e lavados, sendo selecionados os 10 indivíduos em

melhores condições para cada estágio de classificação (I, II e III) conforme a ausência de fissuras e deformidades nas valvas, bem como a observação de anomalias externas.

Para cada organismo ($n=30$) foi obtido o peso total fresco (pf), expresso em gramas, e o comprimento total da concha (ct), em centímetros. Para cada estágio de classificação foi realizada a média dos 10 valores obtidos.

Em seguida foi realizada uma projeção da quantidade de indivíduos presentes nas cordas de cultivos. Esta projeção foi baseada na estimativa de peso total de cada corda (PC), livre de incrustações, e no número total de cordas (NC) presentes na área de estudo segundo a expressão:

$$NTM = \sum \{[(PC_i \cdot 1000) / PM_i] \cdot NC_i\}, \quad \text{onde:}$$

NTM = número total de mexilhões na área de estudo;

PC_i = peso médio das cordas no estágio i (livres de incrustações) (kg);

PM_i = peso médio do mexilhão no estágio i (livre de incrustações) (g);

NC_i = número total de cordas no estágio i na área de estudo.

Este método permite calcular o número total de mexilhões (NTM) para cada classe de tamanho separadamente, dado que será utilizado nas estimativas de produção de resíduos sólidos apresentado adiante.

2. Caracterização dos parâmetros oceanográficos

A caracterização dos parâmetros oceanográficos da área de estudo envolveu o monitoramento periódico de três áreas previamente demarcadas e definidas a partir de visitas técnicas e testes preliminares no local, levando-se em conta as características oceanográficas do local. As áreas foram subdivididas da seguinte forma: uma localizada ao centro da área de estudo logo abaixo dos long-lines (estações 1, 2 e 3), outra *offshore*, localizada mais distante da costa (estações 4, 5 e 6) e outra *inshore*, situada próximo a praia (estações 7, 8 e 9) (Figura 12).

Figura 12. Localização geral da área de estudo, com as áreas de monitoramento e as estações de coleta. Os polígonos representam os dois parques aquícolas e os números representam as nove estações de amostragem (DIGITALGLOBE, 2008).

Durante as coletas, utilizou-se um GPS portátil e uma embarcação, na maioria das vezes cedida pelos maricultores locais. As amostragens foram realizadas mensalmente a uma profundidade de 1 metro. As datas e horários

das coletas foram definidos de acordo com a tábua de marés do Porto de São Sebastião, dando preferência aos períodos de maré vazante (APHA, 1998).

A temperatura da água do mar (°C) foi avaliada o auxílio de um termômetro de mercúrio, aproximadamente 3 minutos após a imersão do termômetro na água. A salinidade foi medida com o auxílio de um refratômetro e a transparência (m) com o auxílio de um disco de Secchi. Em ambos os casos os parâmetros foram avaliados uma única vez em cada uma das estações.

Para a determinação das concentrações de clorofila *a* e feopigmentos foi realizada uma amostragem a partir de alíquotas de 400 ml de água do mar coletas com o auxílio de garrafas de *Van Dohr* de 3 litros (APHA, 1998). As amostras foram imediatamente acondicionadas em garrafas térmicas e transportadas para o laboratório da Base Norte “Clarimundo de Jesus” em Ubatuba (Figura 13).

Figura 13. Logística utilizada para a realização das coletas de campo. *a* e *b*: embarcações utilizadas durante as coletas; *c*: coleta de água; *d*: veículo utilizado para os deslocamentos.

Em laboratório as amostras foram previamente homogeneizadas e, em seguida, filtradas em membranas de microfibras de vidro de 0,45 μm de porosidade (*Millipore* AP40, 47 mm) sendo os filtros imediatamente congelados. Para cada amostra foram realizadas três análises sendo considerada para os testes estatísticos subsequentes a média dos três valores obtidos.

Posteriormente, os filtros foram transportados para o Laboratório de Produção Primária do IOUSP/SP e analisadas por espectrofotometria. A extração dos pigmentos foi realizada através da maceração dos filtros e incubação em tubos de Falcon com 10 ml de acetona 90% por um período de 24 horas à -4°C . Em seguida, os tubos foram centrifugados por 15 minutos e a leitura feita em absorvâncias de 665 e 750 nm. Para a determinação dos

feopigmentos as amostras foram acidificadas (2 gotas de HCl 0,5N) e novamente lidas no espectrofotômetro. Para a determinação das concentrações de clorofila *a* e feopigmentos foram utilizadas as equações descritas por LORENZEN (1967):

$$Cl-a (\mu g/l) = \frac{[(U_{665} - U_{750}) - (A_{665} - A_{750})] \cdot v \cdot F \cdot K}{V \cdot L}$$

U_{665} = absorbância do extrato antes da acidificação no $\lambda = 665$ nm

U_{750} = absorbância do extrato antes da acidificação no $\lambda = 750$ nm

A_{665} = absorbância do extrato depois da acidificação no $\lambda = 665$ nm

A_{750} = absorbância do extrato depois da acidificação no $\lambda = 750$ nm

v = volume do etanol utilizado (10ml)

F = fator para equiparar a redução em absorbância para a concentração inicial da clorofila ($R/R-1 = 1,7/1-1,7 = 2,39$)

K = coeficiente de absorção da clorofila-*a* para etanol ($1000/87 = 11,49$)

V = volume da água filtrada (L)

L = comprimento da cubeta (cm)

$$Feo (\mu g/l) = \frac{[(U_{665} - U_{750}) - (A_{665} - A_{750})] \cdot v \cdot F \cdot K \cdot R}{V \cdot L}$$

U_{665} = absorbância do extrato antes da acidificação no $\lambda = 665$ nm

U_{750} = absorbância do extrato antes da acidificação no $\lambda = 750$ nm

A_{665} = absorbância do extrato depois da acidificação no $\lambda = 665$ nm

A_{750} = absorbância do extrato depois da acidificação no $\lambda = 750$ nm

v = volume do etanol utilizado (10ml)

F = fator para equiparar a redução em absorbância para a concentração inicial da clorofila ($R/R-1 = 1,7/1-1,7 = 2,39$)

K = coeficiente de absorção da clorofila-*a* para etanol ($1000/87 = 11,49$)

R = razão máxima de $[(U_{665} - U_{750})/(A_{665} - A_{750})]$ na ausência de feopigmentos (1,7)

V = volume da água filtrada (L)

L = comprimento da cubeta (cm)

Material em suspensão (Séston)

Para a determinação das concentrações de materiais em suspensão, em cada estação de coleta foi realizada uma amostragem de água do mar com o auxílio de garrafa de *Van Dohr* de 3 litros. As amostras foram imediatamente acondicionadas em garrafas térmicas e transportadas para o laboratório da Base Norte “Clarimundo de Jesus” em Ubatuba.

Em laboratório as amostras foram previamente homogeneizadas e em seguida filtradas (Figura 14) em membranas de microfibras de vidro de 0,45 μm de porosidade (*Millipore* AP40, 47 mm) alíquotas de 400 ml. Nos últimos 10 ml foi acrescentado 5 ml de formiato de amônio 0,5M. Em seguida os filtros foram acondicionados em envelopes de papel alumínio e imediatamente congelados. Para cada estação as análises foram realizadas em triplicatas sendo considerada para as análises estatísticas subsequentes a média dos três valores obtidos.

Figura 14. Análise de materiais em suspensão: filtragem da água e processamento dos filtros.

Para efeito de cálculos, em todas as amostras foi descontado o peso inicial dos filtros “brancos”, lavados três vezes com água destilada, secos em estufa à 60 °C por 24 horas e calcinados em mufla à 450 °C por 2 horas antes da filtração.

As amostras de materiais em suspensão foram analisadas no laboratório de biologia do Centro Universitário Unimódulo/Caraguatatuba. Os filtros foram secos em estufa a 60°C e pesados em balança analítica (METTLER TOLEDO; 0,01mg). Em seguida, foram calcinados em mufla a 450°C e novamente pesados, segundo recomendações da APHA (1998).

Foram determinadas as concentrações de material particulado total (TPM), matéria orgânica particulada (POM), matéria inorgânica particulada (PIM) e a fração orgânica do séston (OCS), segundo as expressões:

$$TPM \text{ (mg/l)} = (\text{peso total do filtro seco em estufa} - \text{peso do filtro}) \cdot 1000 / \text{volume filtrado (l)}$$

$$PIM \text{ (mg/l)} = (\text{peso total do filtro queimado} - \text{peso do filtro}) \cdot 1000 / \text{volume filtrado (l)}$$

$$POM \text{ (mg/l)} = (TPM - PIM) \cdot 1000 / \text{volume filtrado (litros)}$$

$$OCS \text{ (\%)} = POM / TPM$$

A variabilidade temporal e espacial dos parâmetros ambientais foi testada com análises de variância de duas vias tipo I (UNDERWOOD, 1997) comparando as médias obtidas entre as áreas (fator fixo, 3 níveis) e meses (fator fixo, 12 níveis). Posteriormente foi aplicado o teste Tukey HSD para indicar as diferenças pareadas entre áreas e períodos.

3. Estimativa da produção de resíduos sólidos

Visando determinar a quantidade de resíduos sólidos (biodetritos) produzida pelo cultivo de mexilhões na área de estudo, foi elaborado um plano experimental específico.

Mensalmente, uma alíquota de aproximadamente 50 indivíduos foi coletada das cordas mexilhoneiras na área de estudo (Figura 15), mantida a seco em caixa isotérmica e imediatamente transportada para a Base Norte do Instituto Oceanográfico “Clarimundo de Jesus”. Em laboratório, os exemplares foram raspados e escovados rapidamente com água do mar, mas ainda sem colocá-los na água a fim de evitar a liberação de pellets fecais.

Figura 15. Aspecto dos mexilhões coletados aleatoriamente na área de estudo.

Logo em seguida, com o auxílio de um paquímetro e uma balança digital de precisão (0,01g) foram obtidos o comprimento total (*ct*), em centímetros, e o peso fresco (*pf*), em gramas dos indivíduos selecionados. Os mexilhões foram divididos então em três classes de tamanho (*j*): I ($\leq 4,0$ cm), II (4,0 à 7,0 cm) e III ($\geq 7,0$ cm). Um total de 10 mexilhões foi selecionado por classe (30 no total) dando preferência aos indivíduos livres de incrustações, sem danos nas conchas e com as valvas fechadas, sendo o restante descartado.

Os exemplares selecionados foram colocados por um período de duas horas em aquários de 500 ml contendo água do mar filtrada (0,45 μ m) com aeração e temperatura controlada de acordo com a temperatura registrada no momento da coleta dos organismos no ambiente. O período de 2 horas foi estabelecido tendo em vista o tempo de passagem do alimento no trato digestivo (BERRY & SCHLEYER, 1983), bem como observações prévias da ausência de resíduos e intensificação da ocorrência de desovas a partir da terceira hora de aclimação nos aquários (Figura 16).

Figura 16. Aquários contendo mexilhões utilizados nos experimentos.

Ao final do período estabelecido, os mexilhões foram retirados dos aquários e dissecados visando detectar a presença de resíduos sólidos no trato digestivo. Foram eliminados os aquários em que ocorreram desovas a fim de evitar interferência no peso final das membranas (Figura 17).

Figura 17. Aspecto de um aquário onde ocorreu desova.

A água contendo os biodetritos foi filtrada em um sistema de filtração à vácuo com membranas de 0,45 μm de porosidade (*Millipore AP40*, 47 mm), previamente lavadas, esterilizadas, secas e pesadas em laboratório (Figura 18). Por fim, as membranas foram dobradas e acondicionadas em envelopes de papel alumínio, sendo imediatamente congeladas.

Figura 18. Aspecto de uma membrana filtrante contendo biodetritos.

As membranas congeladas contendo os biodetritos foram transportadas para o Laboratório de Biologia do Centro Universitário Unimódulo, onde foram secas em estufa a 60°C e pesadas em balança analítica (Mettler Toledo XS205 Dual Range - 0,01mg) para a determinação da quantidade de resíduos sólidos (RS_i) produzidos por mexilhão (peso total seco). Em seguida, as membranas foram calcinadas em mufla por duas horas à 450 °C e pesadas para a obtenção da fração inorgânica (MI) dos resíduos sólidos. Finalmente, a fração orgânica (MO) foi determinada pela subtração da fração inorgânica obtida pelo valor do peso seco total previamente obtido, conforme as expressões abaixo:

$$RS_i = \text{peso do filtro seco} - \text{peso do filtro "branco"} \text{ (mg)}$$

$$MI = \text{peso total do filtro queimado} - \text{peso do filtro "branco"} \text{ (mg)}$$

$$MO = \text{resíduo sólido} - \text{fração inorgânica} \text{ (mg)}$$

Para analisar a relação entre a produção de resíduos sólidos com os parâmetros ambientais avaliados foi realizada a regressão múltipla entre a quantidade de biodetritos produzidos pelos mexilhões para cada classe de tamanho separadamente e todas as variáveis ambientais descritas no item 2.

4. Estimativa da produção total de resíduos sólidos na área de estudo

Para a estimativa da quantidade total de resíduos sólidos produzidos na área de estudo, multiplicou-se o número total de mexilhões estimados nos diferentes estágios de classificação pela quantidade de biodetritos produzidos por eles, determinada nos experimentos, gerando seis estimativas diferentes, uma para cada momento em que o cultivo foi avaliado.

$$RS_T = \sum [(NTM_i \cdot RSm_i) / 100.000], \quad \text{onde:}$$

RS_T = quantidade total de resíduos sólidos produzida pela quantidade total mexilhões na área de estudo no período de 2 horas (kg);

NTM_i = número total de mexilhões da classe i na área de estudo;

RSm_i = quantidade média de resíduos sólidos produzida por um mexilhão da classe i em laboratório (mg).

As estimativas de produção diária de resíduos sólidos aplicada para toda a área de estudo foram obtidas pela multiplicação dos diferentes valores de RS_T obtidos pelos experimentos com 2 horas de duração pelo período de 12 horas. Por fim as estimativas diárias obtidas bimensalmente foram utilizadas para se gerar uma média que foi multiplicada por 365 para a obtenção de um valor anual.

Resultados

1. Estimativa da produção de mexilhões

A partir dos dados obtidos nos censos (Anexos I – VI) foi verificada a variação do número total de cordas mexilhoneiras na área de estudo (NC_i) ao longo de 2008 (Tabela 2).

Tabela 2. Variação temporal do número total de cordas mexilhoneiras (NC_i) presentes na área de estudo. Estágio I: mexilhões até 4,0 cm; estágio II: de 4,0 cm à 7,0 cm; estágio III: acima de 7,0 cm.

NC_i	fev	abr	mai	jul	set	dez
Estágio I	77	192	67	215	259	339
Estágio II	358	745	1.085	933	1.188	997
Estágio III	195	5	88	126	87	308
Total	630	942	1.240	1.334	1.534	1.644

Durante todo o período de estudo foi observada a predominância de cordas em estágio II. Em dezembro foi registrada a maior quantidade de cordas na área de estudo (1.644 cordas), sendo 339 cordas em estágio I e 308 cordas em estágio III. De maneira geral a quantidade total de cordas na área de estudo apresentou um crescimento progressivo durante o período analisado, aumentando de 630 cordas em fevereiro para 1.644 cordas em dezembro de 2008.

Paralelamente, biometrias realizadas em campo estimaram o peso total das cordas mexilhoneiras (PC_i) livres de incrustações (Tabela 3). Em dezembro, cordas com aproximadamente 2 metros de comprimento em estágio III atingiram o maior peso total líquido com 25,90 kg. Entretanto, as cordas de cultivo em estágios I e II apresentaram valores máximos em julho e fevereiro, com 4,60 kg e 7,90 kg, respectivamente.

Tabela 3. Valores médios (kg) do peso total das cordas mexilhoneiras (PC_i) obtidos ao longo de 2008. Estágio I: mexilhões até 4,0 cm; estágio II: de 4,0 cm à 7,0 cm; estágio III: acima de 7,0 cm.

PC_i (kg)	fev	abr	mai	jul	set	dez
Estágio I	3,55	3,98	3,70	4,60	3,70	4,37
Estágio II	7,90	7,52	6,41	6,84	6,97	6,87
Estágio III	15,05	16,42	17,22	19,87	24,92	25,90

Produção total de mexilhões (PTM)

A produção total de mexilhões estimada na área de estudo (PTM_i) nos diferentes períodos amostrados variou de aproximadamente 6,0 toneladas em fevereiro até 16,3 toneladas em dezembro de 2008 (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativa da produção total de mexilhões (kg) presentes na área de estudo (PTM_i) ao longo de 2008. Estágio I: mexilhões até 4,0 cm; estágio II: de 4,0 cm à 7,0 cm; estágio III: acima de 7,0 cm.

PTM_i (kg)	fev	abr	mai	jul	set	dez
Estágio I	273,4	764,2	247,9	989,0	958,3	1.481,4
Estágio II	2.828,2	5.602,4	6.954,9	6.795,4	8.276,4	6.849,4
Estágio III	2.934,8	82,1	1.515,4	2.504,0	2.168,0	7.977,2
Total	6.036,3	6.448,7	8.718,1	10.288,4	11.402,7	16.308,0

Número total de mexilhões (*NTM*)

A média mensal ($n=30$) do comprimento total da concha variou de 2,16 $\pm$ 0,58 cm (estágio I/ agosto) a 9,06 $\pm$ 0,85 cm (estágio III/ janeiro). O peso total fresco destes organismos variou de 1,45 $\pm$ 0,68 g (estágio I/fevereiro) a 54,90 $\pm$ 8,71 g (estágio III/agosto). Os maiores valores médios de peso total fresco para os organismos classificados no estágio III foram registrados durante o período de julho a setembro (Tabela 5).

Tabela 5. Médias mensais e desvios padrão (dp) referentes ao comprimento total da concha (ct) e peso total fresco (pf) dos mexilhões utilizados nos experimentos de produção de resíduos sólidos. Estágio I: mexilhões até 4,0 cm; estágio II: de 4,0 cm à 7,0 cm; estágio III: acima de 7,0 cm.

		fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan
Estágio I	ct (cm)	2,48	3,20	3,63	2,48	2,62	3,47	2,16	2,80	2,82	3,24	2,87	3,40
	dp	0,40	0,56	0,67	0,38	0,26	0,56	0,58	0,88	0,79	0,46	0,36	0,31
	pf (g)	1,45	3,22	4,46	1,56	1,78	3,63	1,94	2,39	2,71	3,09	2,06	3,42
	dp	0,69	1,62	1,88	0,58	0,39	1,55	1,11	1,87	1,94	0,95	0,95	0,85
Estágio II	ct (cm)	6,05	5,48	5,24	4,31	5,48	5,81	4,75	6,06	5,60	5,83	5,30	6,27
	dp	0,87	0,88	0,73	1,26	0,98	0,30	0,47	0,70	0,96	0,75	0,69	0,53
	pf (g)	17,87	14,90	11,73	7,96	13,82	18,33	11,48	18,26	15,62	19,17	11,66	18,28
	dp	6,44	7,40	3,57	6,63	6,09	5,31	3,03	5,92	7,65	8,47	4,33	4,87
Estágio III	ct (cm)	8,09	7,83	8,38	8,67	8,10	8,62	8,55	8,49	8,25	8,37	8,76	9,06
	dp	0,35	0,64	0,52	0,53	0,68	0,57	0,42	0,99	0,65	0,44	0,65	0,85
	pf (g)	40,17	38,94	37,98	46,02	40,93	50,00	54,90	49,35	42,10	45,44	42,41	38,62
	dp	5,66	8,92	5,54	8,33	11,00	9,01	8,71	16,81	6,98	10,79	9,50	9,48

Durante o período de estudo o número total de mexilhões estimados variou de aproximadamente 419.000 indivíduos até cerca 1,5 milhões de indivíduos ao final dos levantamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativa do número total de mexilhões (*NTM*) presentes no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande conforme os diferentes estágios de desenvolvimento nos censos realizados no período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Estágio I: mexilhões até 4,0 cm; estágio II: de 4,0 cm à 7,0 cm; estágio III: acima de 7,0 cm.

<i>NTM_i</i>	fev	abr	mai	jul	set	dez
Estágio I	188.517	171.336	158.910	272.452	400.962	719.141
Estágio II	158.265	477.613	503.245	370.727	453.253	587.426
Estágio III	73.058	2.162	32.928	50.080	43.932	188.097
Total	419.841	651.111	695.084	693.259	898.147	1.494.664

2. Caracterização dos parâmetros oceanográficos

A temperatura superficial da água do mar registrada *in situ* durante os diferentes dias de coleta variou de 19,0 °C, valor mínimo obtido em novembro de 2008, a 27,0 °C, valor máximo obtido em janeiro de 2009 (Figura 19).

Figura 19. Médias mensais e erro padrão referentes à temperatura superficial da água do mar (°C) obtidas nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore) na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

A temperatura apresentou significativa variação temporal ($p < 0,001$; $\alpha = 0,05$), sem um padrão claro com, os maiores valores registrados nos meses de verão e início de outono. Além disso, a forma como a temperatura variou entre os meses foi significativamente influenciada pelas áreas de coleta

(Tabela 7, interação mês*área). Em uma análise geral foi observada uma tendência das menores temperaturas serem registradas na área offshore e as áreas sob o cultivo e inshore apresentarem valores semelhantes (Tukey HSD; $2 < 1 = 3$).

Tabela 7. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da temperatura superficial da água do mar (°C) com relação aos meses e as áreas de coleta.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Intercepto	1	59.220,75	75.2471,88	< 0,001
Mês	11	37,22	472,91	< 0,001
Área	2	0,69	8,82	< 0,001
Mês*Área	22	0,31	3,91	< 0,001
Erro	72	0,08		

A salinidade da água do mar variou de 32,0 a 36,0 apresentando valores médios em torno de 35,0 com pequenas oscilações durante o período de estudo (Figura 20). As salinidades mais baixas foram registradas na estação 9 (área 3, inshore) localizada mais próxima a foz do Rio Cocanha.

Não foram observadas diferenças significativas entre as três áreas de coleta (Tabela 8). Entretanto a análise realizada para os diferentes meses de coleta demonstrou diferenças significativas nos valores de salinidade (Tabela 8), com os maiores valores registrados em julho, dezembro e janeiro e os menores em fevereiro, maio, junho e outubro, principalmente para as áreas 1 (cultivo) e 3 (inshore) (Figura 20).

Figura 20. Médias mensais e erro padrão referentes à salinidade da água do mar, obtidos nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore) na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

Tabela 8. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da salinidade da água do mar com relação aos meses e as áreas de coleta.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Intercepto	1	133.598,17	607.520,09	< 0,001
Mês	11	2,14	9,73	< 0,001
Área	2	0,18	0,83	0,439
Mês*Área	22	0,22	1,00	0,471
Erro	72	0,22		

Ao longo do período de estudo a transparência da água variou de 0,70m, valor mínimo obtido em novembro, até 4,80m de visibilidade em janeiro.

Em geral os valores mais baixos foram registrados durante a primavera e os mais elevados no verão e nos meses de junho e julho (Figura 21).

Figura 21. Médias mensais e erro padrão referentes à transparência da água do mar (m) obtidas nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore) na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

Foram observadas diferenças significativas entre os períodos analisados (Tabela 9) e a forma como a transparência variou entre os meses foi significativamente influenciada pelas áreas de coleta (Tabela 9, interação mês*área).

Também foi verificada diferença significativa entre as áreas de estudo. A área 3 (inshore) apresentou valores de visibilidade significativamente inferiores às demais áreas (Tukey HSD; $3 < 1 = 2$). Esta área pode estar sendo

influenciada pelo aporte de detritos de origem fluvial, bem como pela ressuspensão de sedimentos ocasionados pela incidência de ondas próxima a linha de costa.

Tabela 9. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) da transparência da água do mar (m) com relação aos meses e as áreas de coleta.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Intercepto	1	582,64	6.778,96	< 0,001
Mês	11	8,22	95,64	< 0,001
Área	2	0,79	9,28	< 0,001
Mês*Área	22	0,46	5,43	< 0,001
Erro	72	0,08		

Material em suspensão (Séston)

A concentração de material particulado total (TPM) apresentou valores máximos no mês de abril com $113,6 \pm 14,7$ mg/l e mínimos em outubro com $31,6 \pm 20,4$ mg/l (Figura 22).

Devido a um problema técnico, as amostras referentes ao mês de março de 2008 resultaram em valores sobrestimados e conseqüentemente foram excluídos dos resultados.

Figura 22. Médias mensais e erro padrão referentes à concentração de material particulado total (mg/l) obtidas nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore) na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

De maneira geral, a concentração média de material particulado em suspensão na área de cultivo apresentou-se na faixa de 60 mg/l, mas com uma significativa variação entre os meses (Tabela 10). Os menores valores foram registrados em setembro e outubro e os maiores em abril. A forma como a concentração de material particulado total variou entre os meses foi significativamente influenciada pelas áreas de coleta (Tabela 10, interação mês*área). Não houve diferença significativa entre as áreas 1, 2 e 3 (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referente à concentração de material particulado total (mg/l) com relação aos meses e as áreas de coleta.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
Intercepto	1	1.150.004,17	4.969,16	< 0,001
Mês	10	11.333,31	48,97	< 0,001
Área	2	651,42	2,81	0,062
Mês*Área	20	521,08	2,25	0,002
Erro	240	231,43		

As concentrações de matéria orgânica particulada (POM) e inorgânica particulada (PIM) registraram valores mínimos de 3,6 e 6,0 mg/l, em outubro, e máximos de 104,9 e 64,8 mg/l, em abril e agosto, respectivamente (Figura 23). Ambas variáveis apresentaram diferenças significativas entre os meses de análise, sendo estas variações significativamente influenciadas pelas áreas de coleta (Tabela 11; interações mês*área).

Em abril observou-se as maiores concentrações de POM, assim como em outubro na área 1 onde encontram-se os cultivos. Com relação a concentração de PIM foram observados valores mínimos nos meses de setembro e outubro (figura 23).

Não foram observadas diferenças entre as áreas de coleta para as concentrações de POM e PIM.

Figura 23. Médias mensais e erro padrão referentes à concentração de matéria orgânica particulada (POM) e matéria inorgânica particulada (PIM) (mg/l) obtidas nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore) na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

Tabela 11. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referente às concentrações de matéria orgânica particulada (POM), matéria inorgânica particulada (PIM) e fração orgânica do séston (OCS) com relação aos meses e as áreas de coleta.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
POM				
Intercepto	1	21.448,09	1.132,19	< 0,001
Mês	10	8.228,53	44,06	< 0,001
Área	2	300,57	1,61	0,202
Mês*Área	20	301,71	1,62	0,050
Erro	240	186,76		
PIM				
Intercepto	1	375.234,90	10.354,99	< 0,001
Mês	10	4.883,51	134,77	< 0,001
Área	2	67,21	1,85	0,159
Mês*Área	20	108,16	2,98	< 0,001
Erro	240	36,24		
OCS				
Intercepto	1	44,42	3.213,83	< 0,001
Mês	10	0,53	38,93	< 0,001
Área	2	0,02	1,31	0,272
Mês*Área	20	0,02	1,46	0,097
Erro	240	0,01		

A fração orgânica do séston variou significativamente entre os meses de análise. Os maiores valores foram observados nas coletas de abril, setembro e outubro, com taxas superiores a 50%, e os menores em junho e julho com menos de 30% (Figura 24). Não foram observadas diferenças significativas entre as áreas de coleta (Tabela 11).

Figura 24. Médias mensais e erro padrão referentes à fração orgânica do séston/ OCS (%) obtidas nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore), na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

Clorofila *a* e Feopigmentos

A concentração de clorofila *a* variou significativamente ao longo do período de estudo, com médias de $0,52 \pm 0,36$ em julho à $2,74 \pm 0,49$ $\mu\text{g/l}$ em novembro (Figura 25). Nos meses de março e novembro foram registradas as concentrações mais elevadas, diferentes de todos os meses, os quais apresentaram valores iguais entre eles. Não houve diferença significativa entre as áreas de estudo (Tabela 12).

Figura 25. Médias mensais e erro padrão referentes à concentração de clorofila *a* e feopigmentos (µg/l) obtidas nas áreas 1 (cultivo), 2 (offshore) e 3 (inshore) na Praia da Cocanha, entre o período de fevereiro de 2008 a janeiro de 2009. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

Tabela 12. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referente à concentrações de clorofila *a* (CLO *a*) e feopigmentos (FEO) com relação aos meses e as áreas de coleta.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
CLO <i>a</i>				
Intercepto	1	367,00	839,01	< 0,001
Mês	11	13,87	31,72	< 0,001
Área	2	0,44	1,00	0,368
Mês*Área	22	0,66	1,52	0,065
Erro	288	0,44		
FEO				
Intercepto	1	111,90	276,31	< 0,001
Mês	11	3,11	7,67	< 0,001
Área	2	0,24	0,60	0,548
Mês*Área	22	0,31	0,77	0,764
Erro	288	0,40		

A concentração de feopigmentos apresentou valores mínimos em maio com média de $0,03 \pm 0,06 \mu\text{g/l}$ e máximos em julho com $1,14 \pm 0,41 \mu\text{g/l}$, porém sem um padrão claro ao longo do período (Figura 25). Não houve diferença significativa entre as áreas 1, 2 e 3, entretanto a análise de variância demonstrou diferença significativa entre os meses de estudo (Tabela 12). Em geral, a concentração de clorofila *a* apresentou maiores valores quando comparada a concentração de feopigmentos, com exceção dos meses de julho, setembro e dezembro.

3. Estimativa da produção de resíduos sólidos

Os valores referentes à produção de resíduos sólidos (RS_i) e as frações orgânica (MO) e inorgânica (MI) dos resíduos estão descritos na Tabela 13, de acordo com os diferentes estágios classificatórios (i) dos mexilhões ao longo do ano. Os valores referentes ao mês de março foram excluídos devido a problemas no processo de secagem dos filtros.

No mês de maio, os mexilhões em estágio I apresentaram um valor médio de produção de resíduos superior ao observado para os mexilhões em estágio II (Figura 26).

Os resultados apresentaram diferenças significativas ao longo dos meses inclusive para as contribuições orgânica (MO) e inorgânica (MI) dos resíduos sólidos (Tabela 14). Não foi observado um padrão definido de variação ao longo do período, entretanto a forma como a produção de resíduos sólidos variou foi significativamente influenciada pelo estágio (Tabela 14, interação mês*estágio).

A análise de variância revelou diferenças significativas na produção de resíduos sólidos (RS_i : Total, MO e MI) entre os diferentes estágios (Tabela 14), com indivíduos maiores produzindo mais resíduos e indivíduos menores produzindo uma quantidade menor de resíduos (Tukey HSD; III > II > I).

Tabela 13. Valores médios (mg) da produção de resíduos sólidos (RS_i), bem como suas contribuições orgânica (MO) e inorgânica (MI).

$RS_{(i)}$		fev		abr		mai		jun		jul		ago		set		out		nov		dez		jan	
I	Total	7.64	±3.52	8.56	±2.24	20.38	±6.29	6.43	±4.80	7.16	±3.38	4.11	±1.45	5.92	±1.17	6.46	±2.32	8.95	±5.12	5.57	±2.78	9.43	±3.65
	MI	5.16	±2.39	2.42	±0.74	11.81	±3.69	4.67	±3.82	4.95	±2.50	3.13	±0.88	3.54	±0.80	4.82	±1.88	4.99	±3.02	3.52	±1.97	6.53	±2.96
	MO	2.48	±1.18	6.14	±1.97	8.56	±6.47	1.76	±0.99	2.21	±0.89	0.98	±0.63	2.38	±0.70	1.64	±0.45	3.95	±2.16	2.05	±0.85	2.9	±1.28
II	Total	14.13	±7.92	16.53	±6.60	14.26	±3.89	15.33	±6.51	10.07	±3.32	7.22	±1.57	10.4	±2.40	8.73	±2.74	12.04	±4.84	15.53	±6.43	12.72	±4.54
	MI	8.66	±4.73	7.07	±2.64	8.19	±2.63	10.38	±3.72	7.14	±2.70	5.81	±1.41	7.36	±1.93	6.61	±2.27	7.7	±3.79	10.77	±5.04	8.62	±3.31
	MO	5.47	±3.25	9.46	±4.77	6.07	±4.42	4.95	±5.23	2.93	±0.74	1.41	±0.29	3.04	±0.64	2.13	±0.51	4.34	±1.41	4.76	±1.61	4.1	±1.30
III	Total	22.78	±7.44	21.95	±12.48	25.80	±8.25	15.82	±3.49	17.29	±5.30	12.64	±4.34	18.27	±3.59	17.37	±4.35	23.82	±5.42	17.46	±9.60	21.97	±3.32
	MI	14.20	±4.01	13.65	±10.86	18.15	±4.77	12.17	±2.50	12.49	±4.48	10.25	±3.23	13.13	±2.59	13.75	±3.89	18.03	±5.02	12.23	±7.76	13.74	±1.23
	MO	8.57	±3.59	8.31	±2.55	7.65	±5.52	3.66	±1.01	4.8	±0.99	2.39	±1.16	5.15	±1.31	3.62	±0.49	5.79	±0.76	5.23	±2.14	8.23	±2.78

Tabela 14. Análise de variância (ANOVA bi-fatorial) referente à produção de resíduos sólidos (RS_i : Total, MO e MI) com relação aos meses e os estágios de classificação I, II III.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	p
<i>RS_i</i> Total				
Intercepto	1	49.475,33	1.644,13	< 0,001
Mês	10	245,27	8,15	< 0,001
Estágio	2	2.971,85	98,76	< 0,001
Mês*Estágio	20	61,36	2,04	0,006
Erro	256	30,09		
MO				
Intercepto	1	5.434,46	793,56	< 0,001
Mês	10	97,66	14,26	< 0,001
Estágio	2	155,13	22,65	< 0,001
Mês*Estágio	20	13,14	1,92	0,012
Erro	256	6,85		
MI				
Intercepto	1	22.115,17	1.381,96	< 0,001
Mês	10	65,97	4,12	< 0,001
Estágio	2	1.780,43	111,26	< 0,001
Mês*Estágio	20	30,31	1,89	0,013
Erro	256	16,00

Figura 26. Valores médios e erro padrão da produção de resíduos sólidos - RS_i (mg) obtidos com mexilhões *Perna perna* em período de 2 horas. Meses com letras semelhantes indicam diferenças não significativas no teste de Tukey-HSD para comparações múltiplas a posteriori.

Com relação à composição dos resíduos sólidos produzidos pelos mexilhões foi observada a predominância de matéria inorgânica ao longo do ano para os mexilhões nos três estágios de classificação, exceto para o mês de abril quando se verificou o predomínio de matéria orgânica nos estágios I e II (Figura 27).

Para os mexilhões menores que 4,0 cm (Estágio I), os maiores valores das frações orgânica ($8,56 \pm 6,47$ mg) e inorgânica ($11,81 \pm 3,69$ mg) foram registrados no mês maio e os menores valores registrados em agosto ($0,98 \pm 0,63$ mg) e abril ($2,42 \pm 0,74$ mg), respectivamente. Indivíduos de 4,0 à 7,0 cm (Estágio II) apresentaram no mês de agosto as menores contribuições de

matéria orgânica ($1,41 \pm 0,29$ mg) e inorgânica ($5,81 \pm 1,41$ mg) na composição total dos resíduos e em abril ($9,46 \pm 4,77$ mg) e dezembro ($10,77 \pm 5,04$ mg). Os resíduos sólidos produzidos pelos mexilhões maiores que 7,0 cm (Estágio III) registraram os menores valores em agosto (MI= $10,25 \pm 3,23$ mg; MO= $2,39 \pm 1,16$ mg) e os maiores valores de MO em fevereiro ($8,57 \pm 3,59$ mg) e MI em maio ($18,15 \pm 4,77$ mg).

A análise de regressão múltipla entre a produção de resíduos sólidos, feita independentemente para as três classes de tamanho e todos os parâmetros ambientais avaliados, não demonstrou influência de nenhuma das variáveis testadas, tanto isoladamente quanto em combinações.

Figura 27. Valores médios e erro padrão das contribuições orgânica (MO) e inorgânica (MI) dos resíduos sólidos RS_i (Estágios I, II e III) produzidos por *Perna perna*.

4. Estimativa da produção de resíduos sólidos na área de estudo

Na Tabela 15 estão representados os valores de produção total de resíduos sólidos, em quilogramas, nos estágios de desenvolvimento I, II e III, aplicados para estimativa do número total de mexilhões presentes na área de estudo. Este cálculo baseou-se nos valores descritos nas Tabelas 6 (NTM_i) e 13 (RS_i), considerando somente os meses de fevereiro, abril, maio, julho, setembro e dezembro de 2008.

Tabela 15. Produção total de resíduos sólidos RS_T (kg) provenientes dos mexilhões (*Perna perna*) estimada para o Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande no período de 2 horas.

RS_T (kg)	fev	abr	mai	jul	set	dez
Estágio I	14,4	14,7	32,4	19,5	23,7	40,1
Estágio II	22,4	78,9	71,8	37,3	47,1	91,2
Estágio III	16,6	0,5	8,5	8,7	8,0	32,8
Total	53,4	94,1	112,7	65,5	78,9	164,1

A produção total de resíduos sólidos estimada na área de estudo variou de 53,4 kg em fevereiro à 164,1 kg em dezembro. Ao longo do período de estudo, a principal contribuição de resíduos sólidos ocorreu a partir de mexilhões em estágio II (4,0-7,0 cm de comprimento).

As estimativas diárias da produção total de resíduos sólidos para o Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande ao longo do período de estudo indicaram uma produção diária de 640,8 à 1.969,5 kg de biodetritos, com média de $1.137,4 \pm 478,5$ kg. Neste mesmo contexto as estimativas anuais para a área de estudo revelaram uma faixa de produção que variou de 233,9 a 718,9

toneladas de resíduos sólidos, com média anual de $415,1 \pm 174,7$ toneladas (Tabela 16).

Tabela 16. Estimativas diárias e anuais da produção total de resíduos sólidos RS_T (kg) provenientes dos mexilhões (*Perna perna*) para o Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande.

RS_T (kg)	fev	abr	mai	jul	set	dez
Estágio I	172,7	176,0	388,6	234,1	284,8	480,7
Estágio II	268,4	947,4	861,6	448,0	565,7	1.094,7
Estágio III	199,7	5,7	101,9	103,9	96,3	394,1
Total (24 horas)	640,8	1.129,1	1.352,2	786,0	946,8	1.969,5
Total (365 dias)	233.895,2	412.115,5	493.544,6	286.883,9	345.589,2	718.868,4

Discussão

1. Estimativa da produção de mexilhões

A predominância de cordas mexilhoneiras em estágio II (4,0-7,0 cm) evidenciadas ao longo dos censos pode ser atribuída principalmente à despesca dos mexilhões praticadas pelos maricultores da Praia da Cocanha, que geralmente comercializam os moluscos a partir de 5 cm de comprimento.

O crescente número de cordas mexilhoneiras verificado ao longo dos censos foi reflexo do número reduzido de cordas no início do levantamento, ocasionado pelas perdas ocorridas em 2006, decorrentes das fortes ressacas e da falta de sementes extraídas dos bancos naturais (Figura 28).

Figura 28. Produção de mexilhões na Praia da Cocanha em 2007 – ausência de produto e preocupação por parte dos maricultores.

Entretanto com a implantação de coletores artificiais de sementes (MARQUES *et al.*, 2008) e o envolvimento de instituições de pesquisas na

região foi possível verificar o relevante aumento da produção de mexilhões na Cocanha (Tabelas 2 e 4).

Com relação ao peso total das cordas mexilhoneiras (*PC*), cordas em estágio I (sementes) com aproximadamente dois metros de comprimento linear variaram de 3,5 - 4,6 kg, atingindo peso líquido de 15 – 26 kg em estágio IIII, seguindo o mesmo padrão adotado em Santa Catarina com 1,5 a 2,0 kg de sementes por metro linear e produtividade de 13 – 17 kg/m linear (FERREIRA & MAGALHÃES, 2004).

A estimativa da produção total de mexilhões na área de estudo (*PTM*) atingiu 16,3 toneladas em dezembro de 2008, representando aproximadamente 14% da produção anual de mexilhões na Praia da Cocanha, estimada pelo SINAU/MPA em 03/2009. Convém destacar que a projeção estimada pelo MPA foi feita para os dois parques aquícolas presentes no local, e apesar disso a produção estimada neste estudo demonstra o baixo aproveitamento das áreas aquícolas pelos maricultores, sendo evidenciados em certos casos apenas 1 a 2 long-lines por área, bem como long-lines com poucas cordas mexilhoeiras e até mesmo abandonados.

Com relação à estimativa do número total de mexilhões na área de estudo observou-se um grande aumento no número de organismos jovens (estágio I) a partir de setembro de 2008 (Tabela 4). Em dezembro, início da época de escoamento da produção, o número de mexilhões acima de 7,0 cm (estágio III) foi estimado em 1,5 milhões de indivíduos, maior marca registrada durante o estudo. Entretanto deve-se levar em consideração que estas estimativas foram baseadas no peso total fresco dos organismos e que este

parâmetro esta sujeito a variações sazonais relacionadas aos diferentes estádios reprodutivos do animal bem como a presença de água no interior das valvas dos mexilhões no momento da pesagem, podendo ter gerado valores sub-estimados na estimativa do número total de indivíduos.

Caracterização dos parâmetros oceanográficos

Em geral, a temperatura superficial da água do mar registrada durante as coletas apresentou valores médios na faixa dos 23°C, corroborando os dados obtidos por MARQUES *et al.* (1998) em Ubatuba (19-28°C).

No verão foram obtidos os maiores valores, com temperaturas superiores a 25°C. Em novembro foi registrada uma queda acentuada na temperatura da água, com média de 19.4 ±0.39°C. Nesta ocasião, além do tempo nublado com ventos de 9 m/s de direção leste/nordeste (CPTEC/INPE, 2009), foi constatada água gelada e turva, resultado de uma forte ondulação que atingiu a região dias antes da coleta.

Não foi observada a correlação deste parâmetro com a produção de biodetritos, embora a temperatura da água exerça uma importante função no metabolismo de moluscos bivalves, sendo responsável pela variação nas taxas de filtração, alimentação e crescimento desses organismos (BAYNE & NEWELL, 1983).

Os dados referentes à salinidade mostraram-se dentro da faixa de tolerância para o ótimo desenvolvimento da espécie (SALOMÃO *et al.*, 1980), corroborando os dados apresentados por ROMA (2007) e MARQUES *et al.* (1998) em cultivos de moluscos em Ubatuba. Na praia da Cocanha em

períodos chuvosos ocorre o acúmulo de água na foz do rio ocasionando inundações nas áreas próximas às suas margens. Este fato faz com que as autoridades responsáveis utilizem frequentemente máquinas para retirar os bancos de areia depositados na saída do rio Cocanha, favorecendo o escoamento da água para o mar.

As médias de salinidade mais baixas, registradas nas coletas de fevereiro, maio, junho e outubro estão associadas com os altos índices de precipitação acumulada obtidos na Plataforma de Coleta de Dados - PCD Caraguatatuba (CPTEC/INPE, 2009).

Também não foi observada a correlação entre a salinidade e a produção de resíduos sólidos pelos mexilhões para ambos os estágios de classificação, embora MASILAMONI *et al.* (2001) tenham observado no mexilhão verde (*Perna viridis*) uma pequena redução na produção de matéria fecal (fezes e pseudo-fezes) em salinidades superiores a 30,0.

Os valores mais baixos para a transparência da água registrados durante as coletas de primavera estão associados com a entrada de sistemas frontais, caracterizados por intensas ondulações de leste que atingiram a região neste período. Além disso, a baixa visibilidade observada nesse período coincidiu com a ocorrência de altos índices de precipitação acumulada nos dias antecedentes às coletas, conforme dados da PCD Caraguatatuba (CPTEC/INPE, 2009). Num contexto geral, os valores obtidos neste estudo encontram-se de acordo com os resultados obtidos por BUENO (2007), na Praia do Bonete em Ubatuba, com as maiores visibilidades no verão.

A ocorrência de sistemas frontais associados a períodos chuvosos e fortes ondulações contribuíram para a ressuspensão de sedimentos e o maior

aporte fluvial do rio Cocanha. Estes fatores, junto com a menor incidência de luz estão diretamente relacionados com a redução da transparência da água.

De fato, a transparência da água apresentou uma correlação com a temperatura da água ($n= 11$; $r= 0,701$; $p<0,05$). As correntes mais frias foram associadas a menores visibilidades. Entretanto não foi observada a correlação entre a transparência da água e a produção de resíduos sólidos pelos mexilhões nos três estágios de classificação.

Os resultados obtidos referentes à concentração de material em suspensão (séston) oscilaram ao longo do período de estudo. As concentrações médias foram superiores aos valores registrados nas principais áreas de cultivo de moluscos ao longo do litoral brasileiro (Tabela 17).

Tabela 17. Valores referentes à concentração de material em suspensão (séston) obtidos em diferentes áreas de cultivo ao longo do litoral brasileiro. TPM= material total particulado; POM= matéria orgânica particulada. *valores mínimos e máximos; ¹ média anual e desvio padrão; ni = dados não informados.

Local	Prof. (m)	TPM (mg/l)	POM (mg/l)	Autor(es)
Sambaqui (SC)	superfície e fundo	($\approx 20.0 - 50.0$)*	($\approx 3.0 - 10.0$)*	FERREIRA <i>et al.</i> (2004)
Ribeirão da Ilha (SC)	superfície e fundo	($\approx 7.0 - 22.0$)*	($\approx 1.05 - 4.4$)*	FERREIRA <i>et al.</i> (2004)
Pinheira (SC)	superfície e fundo	($\approx 6.0 - 17.0$)*	($\approx 0.9 - 3.4$)*	FERREIRA <i>et al.</i> (2004)
Penha (SC)	ni	35.53 ± 51.10^1 (2.32 - 109.33)*	ni	MARENZI & BRANCO (2005)
Porto Belo (SC)	ni	1.7 ± 0.3^1	0.3 ± 0.1^1	SUPLICY <i>et al.</i> (2003)
Enseada do Brito (SC)	ni	29.6 ± 11.9^1	4.7 ± 3.7^1	SUPLICY <i>et al.</i> (2003)
Anchieta (ES)	1.5	(9.72 – 21.77)*	ni	BARROSO <i>et al.</i> (2007)
Bonete - Ubatuba (SP)	5.0 8.0	ni	18.08 ± 10.0^1 26.78 ± 24.37^1	BUENO (2007)
Itaguá - Ubatuba (SP)	2.0	ni	18.6 ± 11.36^1 (8.2-32.7)*	ROMA (2007)
Praia da Cocanha (SP)	1.0	66.6 ± 21.57^1 (32.1 – 113.6)*	28.58 ± 17.5^1 (15.74 – 77.99)*	Este estudo

A localização geográfica dos cultivos pode ser o principal fator da elevada concentração de séston. A praia da Cocanha apresenta feições geográficas típicas de locais de alta energia, classificada como praia de tombo, com elevado grau de declividade (TESSLER *et al.*, 2006). Além disso, a praia da Cocanha está exposta a sistemas frontais e suscetível a grandes ondulações e fortes correntes, o que favorece a ressuspensão e remobilização do sedimento, além de sofrer influência do aporte fluvial do rio Cocanha.

De maneira geral, nas análises de material em suspensão houve a predominância de material inorgânico, sendo evidenciada uma proporção média de $43.8 \pm 19.3\%$ de matéria orgânica. Conforme BAYNE & HAWKINS (1990), esta proporção pode variar de 5 até 80%. Além disso, foi observada uma correlação positiva entre a matéria particulada total (TPM) e a matéria orgânica particulada (POM) ($n=11$; $r= 0,725$; $p<0,05$).

Com relação à produção de resíduos sólidos não foi observada uma correlação com a concentração do séston (TPM) para os três estágios de classificação. A mesma tendência foi observada para as concentrações de material orgânico particulado (POM) e material inorgânico particulado (PIM). A falta de correlação entre estes parâmetros pode estar relacionada com a grande variabilidade oceanográfica observada na área de estudo.

Apesar de o Litoral Norte ser considerada uma região oligo-mesotrófica, com médias anuais entre $150-250 \text{ mgC.m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$ (GAETA *et al.*, 1999), no verão ocorre com freqüência a entrada da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) na plataforma continental proporcionando à região maior circulação e conseqüentemente maior enriquecimento de nutrientes (BRAGA, 1999).

Com relação à comunidade fitoplanctônica, segundo GAETA & BRANDINI (2006), nesta região as diatomáceas são mais abundantes no verão, com predominância de fitoflagelados ao longo de todo o ano. Os bivalves são organismos filtradores que apresentam um alto grau de seletividade, alimentando-se principalmente de diatomáceas, dinoflagelados e detritos orgânicos menores que 10 μm (FERREIRA & MAGALHÃES, 2004).

A determinação das concentrações de clorofila *a* proporciona uma estimativa da biomassa fitoplânctônica e os feopigmentos indicam o seu grau fisiológico, uma vez que numa população em declínio, o teor de clorofila *a* diminui, enquanto que seus produtos de degradação (feopigmentos) e os carotenóides aumentam. Isso ocorre porque as clorofilas são facilmente alteradas, por variações no pH, alta incidência luminosa ou temperatura, entre outros fatores, tendo como produto desta alteração, a feofitina (GOLTERMAN *et al.*, 1978).

Os valores médios de clorofila *a* encontrados neste trabalho foram semelhantes aos valores obtidos na costa de São Paulo por AIDAR *et al.*, (1993) e BRANDINI (1990), com concentrações variando entre 0,53 - 1,07 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ e 0,34 - 3,76 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectivamente.

Em Ubatuba, NASCIMENTO *et al.* (2009) encontraram concentrações de clorofila *a* em mar aberto (*in situ*) variando entre 0,4 – 2,0 $\mu\text{g/l}$, ROMA (2007) valores médios de $2,1 \pm 0,11 \mu\text{g/l}$ na Enseada de Ubatuba e BUENO (2007) concentrações médias de $2,0 \pm 0,2 \mu\text{g/l}$ em cultivo comercial de vieiras na praia do Bonete.

No litoral brasileiro, foram registradas concentrações médias que variaram entre 0,8 à 5,0 $\mu\text{g/l}$ em cultivos comerciais de mexilhões nos

municípios de Palhoça e Florianópolis/SC (FERREIRA *et al.*, 2004); 1,83 à 5,07 µg/l em Anchieta/ES (BARROSO *et al.*, 2007) e 0,2 -2,15 µg/l em Guarapari/ES (SODRÉ, 2001).

As altas taxas de feopigmentos observadas em julho, setembro e dezembro refletem a degradação de clorofila no ambiente e indiretamente um quadro preliminar de declínio da produtividade primária no local.

Os resultados deste estudo indicam que a área onde encontram-se os cultivos de mexilhões apresenta condições satisfatórias para o desenvolvimento da atividade, porém com concentrações médias inferiores quando comparadas com as demais regiões produtoras de moluscos bivalves no Brasil.

Estimativa da produção de Resíduos sólidos

Conforme o previsto, os indivíduos maiores (estágio III) produziram individualmente uma maior quantidade de resíduos que os mexilhões menores (estágios I e II). Além dessa fonte de variação, de maneira geral observa-se uma grande variabilidade nas taxas de biodeposição de moluscos mitílídeos entre os diferentes estudos já realizados (CABANAS *et al.* 1979, NAVARRO & THOMPSON, 1996; MELLO, 1999; SUPPLY *et al.*, 2003; TORRENS, 2005). Parte desta variabilidade pode ser explicada pelas diferentes características oceanográficas entre as regiões onde foram realizados os estudos.

Fatores endógenos, tais como o peso, o tamanho e o estágio reprodutivo dos organismos, e fatores exógenos, como por exemplo, a quantidade e qualidade do alimento, a temperatura, a salinidade e a poluição

da água também podem influenciar as taxas metabólicas dos mexilhões (RESGALLA JR., 2008).

Soma-se a isso o fato de diferentes técnicas estarem sendo aplicadas para a determinação de biodepósitos e contribuído para a discrepância nos resultados. Com isso torna-se cada vez mais importante a padronização de uma metodologia universal que vise reduzir os ruídos e a variabilidade nos resultados.

A vantagem do método empregado aqui neste estudo consiste no fato dos mexilhões produzirem os resíduos sólidos a partir da alimentação em ambiente natural, sem adição de dietas elaboradas a partir de microalgas, que dificilmente representam com exatidão o alimento disponível no ambiente. Com isso, evita-se o stress relacionado à transição de regime alimentar que pode influenciar as taxas fisiológicas dos bivalves. O fato de utilizar água previamente filtrada permite sua replicação ampla e irrestrita. Além disso, outra vantagem consiste na utilização de uma infra-estrutura simples, sendo desnecessária a produção de monoculturas específicas para a alimentação dos moluscos.

Por outro lado, este método pode apresentar desvantagens relacionadas com a ausência de alimento nos aquários, tais como a geração de resultados subestimados da produção de resíduos sólidos e a ocorrência de desovas nos aquários, sendo necessária a utilização de um elevado número de organismos nos experimentos. Porém acredita-se que a vantagem da padronização deste método supere estes entraves.

TORRENS (2005), em experimentos realizados com mexilhões adultos em condições estáticas com baixas concentrações de séston e nutrientes obteve valores médios de 41-42 mg de biodetritos/ind/dia.

Apesar dos valores encontrados para o Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande serem até 7,4 vezes superiores aos valores acima descritos, convém destacar que os resultados aqui apresentados foram subestimados, devido ao não fornecimento de alimento nos aquários durante os experimentos.

A predominância de matéria inorgânica na composição dos resíduos sólidos produzidos pelos mexilhões demonstra a capacidade de seleção de partículas alimentares apresentada pelos mitílídeos. Em ambientes como a Praia da Cocanha, com elevada concentração do séston, ocorre uma maior eficiência na seleção de partículas e conseqüentemente uma maior taxa de rejeição.

SUPLICY *et al.* (2003) sugerem que *Perna perna* apresenta um eficiente mecanismo de seleção de partículas orgânicas disponíveis no séston com o máximo rendimento em concentrações de aproximadamente 30 mg/l. Além disso, a composição do séston também exerce um papel importante nas taxas fisiológicas dos bivalves. A proporção de material rejeitado varia conforme a disponibilidade do séston e seu conteúdo orgânico, ocorrendo aumento da taxa de filtração em dietas com baixo teor de material orgânico (BAYNE *et al.*, 1993).

Diante das condições oceanográficas observadas é provável que os altos valores da concentração do séston influenciaram diretamente o mecanismo de filtro alimentação dos mexilhões, sobretudo no incremento da produção de biodetritos. MELLO (1999), observou em *Perna perna* correlações

altas entre as taxas de filtração quando comparadas com as taxas de ingestão total, ingestão de matéria orgânica e rejeição. HAWKINS, *et al.* (1998) e SUPLICY *et al.* (2003) também verificaram o aumento das taxas de filtração, ingestão e rejeição em função da concentração do séston.

MELLO (1999) estimou para uma corda mexilhoneira de 1,5 metros, contendo 700 indivíduos adultos, a produção de 486-2798g de pseudofezes e 165-598 g de fezes por dia. Estimativas baseadas no presente estudo realizadas nessas mesmas condições (700 indivíduos adultos) para mexilhões em estágio II e III (16,53 e 25,8 mg) resultaram em valores 138-216 g de biodetritos (fezes + pseudofezes) por dia.

A estimativa da produção total de resíduos sólidos na área de estudo indicou um impacto potencial que variou de 53,4 kg à 164,1 kg para o período de duas horas. Esta variação pode ser atribuída principalmente à densidade dos cultivos, os quais encontravam-se sub-exploradas no início dos censos. Além disso, é importante ressaltar que a produção média de $415,1 \pm 174,7$ (233,9 à 718,9) toneladas de resíduos sólidos/ano verificada para Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande trata-se de uma sub-estimativa que pode aumentar em função do aumento da densidade dos cultivos já existentes.

O fato de não ocorrer correlação entre a produção de biodetritos e os parâmetros ambientais da água na área de estudo pode estar relacionado com a variabilidade dos parâmetros no local, tanto em escala temporal como espacial. Não existem estudos específicos sobre as características hidrodinâmicas do local, a influência das descargas fluviais e a poluição no local.

Do ponto ecológico os cultivos não levam a um input adicional de matéria orgânica no ambiente, mas atuam na transformação da energia disponível no ecossistema. O mecanismo de filtro-alimentação dos mexilhões atua na retirada de organismos produtores (fitoplâncton) do ambiente, resultando em uma matéria orgânica sedimentável de menor qualidade.

Apesar disso, o impacto da atividade é atenuado pelo fato de grande parte destes resíduos ser composto por material de origem inorgânica e pelas características hidrodinâmicas do local favorecem a dispersão e ressuspensão dos biodetritos.

Convém destacar que os evidentes benefícios sociais gerados pela mitilicultura bem como a comparação com os impactos causados pelas demais modalidades de aquicultura são questões importantes que fazem parte deste amplo contexto.

Conclusões

Em 2008, a estimativa da produção total de mexilhões no parque aquícola Ilha da Cocanha Grande variou de 6.0 toneladas em janeiro à 16.3 toneladas em dezembro, demonstrando um pequeno aproveitamento do potencial da área.

De maneira geral, os parâmetros ambientais avaliados na Praia da Cocanha, temperatura superficial da água, salinidade, transparência, material em suspensão, clorofila *a* e feopigmentos apresentaram variações significativas ao longo do período de estudo, mas não explicaram individualmente ou em combinações a produção de resíduos sólidos pelos mexilhões nas diferentes classes de tamanho.

A partir dos experimentos realizados em laboratório determinou-se que a produção de resíduos sólidos varia ao longo do ano, é proporcional ao tamanho dos animais e que em sua composição a matéria inorgânica predominou.

A estimativa diária de produção de resíduos sólidos para o parque aquícola Ilha da Cocanha Grande em 2008 variou de 640,8 kg (janeiro) à 1.969,5 kg (dezembro), com uma média de $1.137,4 \pm 478,5$ kg. A estimativa anual variou de 233,9 ton (janeiro) à 718,9 ton (dezembro), com uma média de $415,1 \pm 174,7$ ton.

Apesar dos ruídos relacionados ao não fornecimento de alimento nos aquários durante os experimentos, o método utilizado para a determinação de resíduos sólidos demonstrou-se eficaz gerando uma estimativa de impacto conservadora com valores sub-estimados, mas que pode ser realizada de

forma padronizada e compatível entre locais, períodos, condições oceanográficas e espécies.

A quantidade expressiva de resíduos sólidos gerada pelos cultivos na Praia da Cocanha tem um potencial para impactar o ambiente no qual eles estão inseridos. Entretanto são necessários estudos complementares sobre as características hidrodinâmicas do local, para que se possa determinar a magnitude dos impactos causados pela biodeposição. Isso deve ser feito conjuntamente com uma análise sócio-econômica do cultivo e dos maricultores para os tomadores de decisão poderem ser adequadamente orientados.

Referências Bibliográficas

- ABE, D. S. 1993. Contribuições das frações de micro, nano e picoplâncton para a produtividade primária do ecossistema costeiro de Ubatuba, Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Univ. de São Paulo. p.145.
- AIDAR, 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. São Paulo: *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico*. n.10, p.9-43.
- ANDRADE, H. K. 2007. Impactos da aquicultura sobre o turismo no Espírito Santo. Vitória: SEBRAE/ES. p.74.
- APHA - 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. In: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2nd Ed. Baltimore: AWWA, WEF, p.1220.
- BAYNE, B. L.; IGLESIAS, J. I. P.; HAWKINS, A. J. S.; NAVARRO, E.; HERAL, M.; DESLOUS-PAOLI, J. M. 1993. Feeding behaviour of the mussel, *Mytilus edulis* L. responses to variations in both quantity and organic content of seston. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* n.73, p.813–829.
- BAYNE, B. L. & HAWKINS, A. J. S. 1990. Filter-feeding in bivalve mollusks: controls of energy balance. In: MELLINGER, J. (ed.). *Animal nutrition and transport processes*. Comp. Physiol. Basel. Karger. n.5, p.70-83.
- BAYNE, B. L.; HAWKINS, A. J. S.; NAVARRO, E.; IGLESIAS, I. P. 1989. Effects of seston concentration on feeding, digestion and growth in the mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, n.55, p.47-54.
- BAYNE, B. L.; HAWKINS, A. J. S.; NAVARRO, E. 1987. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at the low concentrations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, n.111, p.1-22.
- BAYNE, B. L. & NEWELL, R. C. 1983. Physiological energetics of marine mollusks. In: SALEUDDIN, A. S. M. & WILBUR, K. M. (eds). *The Mollusca v.4, Physiology* p.1. New York: Academic Press. p.407-515.
- BASTOS, M. P. 2006. Avaliação do efeito da biodeposição da malacocultura sobre a comunidade bentônica na Baía da Ilha Grande: subsídio a sustentabilidade

- ambiental da maricultura no Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p.112.
- BARROSO, G. F.; SUBTIL, E. L. & GARCIA, A. N. 2007. Aspectos da qualidade da água na área de cultivo de moluscos bivalves em Anchieta (ES). In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O. (orgs.). Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.211-219.
- BATALHA, M. O. 2002. A Maricultura no Estado de São Paulo. São Paulo: SEBRAE/GEPAI/GENAQÜI. p.297.
- BERRY, P. F. & SCHLEYER, M. H. 1983. The brown mussel *Perna perna* on the Natal coast, South Africa. Utilization of available food and energy budget. *Mar. Ecol. Progr. Series*. n.13, p.201-210.
- BEVERIDGE, M. C. M. 2004. Cage Aquaculture – 3th Ed. Oxford: Blackwell Pub. p.159-200.
- BOSCARDIN, N. R. 2008. A produção aquícola brasileira. In: Ostrensky, A.; Borghetti, J. R.; Soto, D. (Orgs.) Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília: SEAP/PR. p.27-72.
- BRAGA, E. S. & NIENCHESKY, L. F. H. 2006. Composição das massas de água e seus potenciais produtivos na área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. & MADUREIRA, L. S. P. (eds.). *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: EDUSP, p.161-218.
- BRAGA, E. S. 1999. Seasonal variation of atmospheric and terrestrial nutrients and their influence on primary production in an oligotrophic coastal system southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, n.47(1), p.47-57.
- BRANDINI, F. E. 1990. Hydrography, phytoplankton biomass and photosynthesis in shelf and oceanic waters off Southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). *Hydrobiologia*, n.196, p.111-148.
- BRASIL. 2005. Instrução Normativa Interministerial nº 17. Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MPOG. Agência Nacional das Águas – ANA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.
- BRASIL. 2004. Instrução Normativa Interministerial nº 06. Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão –

- MPOG. Agência Nacional das Águas – ANA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.
- BRASIL. 2003. Decreto nº 4.895. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR.
- BUENO, R. S. 2007. Crescimento e sobrevivência da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), (Mollusca: Pectinidae) em diferentes estruturas de cultivo na Praia Grande do Bonete, Ubatuba, Litoral Norte de São Paulo – São Paulo. p.47. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca - APTA- SAA. p.47.
- CABANAS, J. M.; GONZÁLEZ, J. J.; MARIÑO, J.; PEREZ, A.; ROMAN, G. 1979. Estudio del mejilón y su epifauna en los cultivos flotantes de la Ria de Arosa – III. Observaciones previas sobre la retención de partículas y la biodeposición de una batea. *Bol. Inst. Espa. Oceano.*, n. 268(5), p. 45-50.
- CACERES-MARTINEZ, J. & FIGUERAS, A. 1997. The Mussel, Oyster, Clam, and Pectinid Fisheries of Spain. In: MACKENZIE Jr., C. R.; BURREL Jr., V. G.; ROSENFELD, A. and HOBART, W. L. (eds.). The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of North and Central America and Europe, Volume 3, Europe. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. 129, p.165-190.
- CALLIER, M. D.; MCKINDSEY, C. W.; DESROSIERS, G. 2006. Benthic macrofaunal changes along a gradient of organic enrichment at two mussel farms (Havre-aux-maisons and Grande-entrée-lagoons, Eastern Canada). In: AQUA 2006 - Directory. Firenze, WAS/EAS, pp.221.
- CARVALHO-LOPES, S. G. B.; FONSECA, M. L. 2008. Taxonomia, Morfologia e Anatomia Funcional. In: RESGALLA JR. C.; WEBER, L. I.; CONCEIÇÃO, M. B. (Orgs.). O mexilhão *Perna perna* (L.): biologia, ecologia e aplicações. p.1-24.
- CASTRO, L. A. B.; YAMANAKA, N.; ARFELLI, C. A.; SECKENDORFF, L. W. 2005. Situação atual da cadeia produtiva do pescado no litoral do Estado de São Paulo. *Série relatórios técnicos São Paulo*, n.21, p. 1-55.
- CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. & MADUREIRA, L. S. P. (eds.). *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: EDUSP, p.11-120.
- CASTRO, B. M. & MIRANDA, L. B. 1998. Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. In: ROBINSON, A. R. & KENNETH, H. B. (orgs.). *The Sea*, n.11, p.209-251.

- CATAUDELLA, S. 2001. L'acquacoltura del terzo millennio. *In*: CATAUDELLA, S. & BRONZI, P. (Orgs). *Acquacoltura responsabile: verso le produzioni acquatiche del terzo millennio*. Roma: UNIMAR/UNIPROM. p.3-52.
- CETESB. 2001. Plano Diretor de Resíduos Sólidos e Respectivo Estudo Ambiental do Litoral Norte do Estado de São Paulo. CETESB/Consórcio ENGEVIX-MKR. Produto P1 - Parte 1 / 2. p.135.
- CHAMBERLAIN, J.; FERNANDES, T. F.; READ, P.; NICKELL, T. D.; DAVIES, I. M. 2001. Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. *ICES J. Mar. Sci.* v.58, p.411-416.
- COSTA, K. G. & NALESSO, R. C. 2006. Effects of mussel farming on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. *Aquaculture*, v.258, p.655-663.
- CPTEC/INPE, 2009. Dados meteorológicos, hidrológicos e ambientais de PCDs. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/PCD.html>. Acessado em 07.07.2009.
- CRAWFORD, C. M.; MACLEOD, C. K. A.; MITCHELL, I. M. 2003. Effects of shellfish farming on the benthic environment. *Aquaculture*, v.224, p.117-140.
- DAME, R. F. 1996. Ecology of marine bivalves, an ecosystem approach. Boca Raton: CRC Press. p.254
- D'AMOURS, O.; ARCHAMBAULT, P.; MCKINDSEY, C.; JOHNSON, L. 2006. Monitoring fishes and macroinvertebrates to determine indirect influence of bivalve aquaculture on ecosystem productivity. *In*: AQUA 2006 - Directory. Firenze, WAS/EAS, p.221.
- DIEGUES, A. C. 2002. Povos e águas: inventário de áreas úmidas brasileiras. 2ª ed. São Paulo: NUPAUB-USP, 2002. p.597.
- FAGUNDES, L.; GELLI, V. C.; OTANI, M. N.; MELONI-VICENTE, M. C.; FREDO, C. E. 2004. Perfil sócio-econômico dos mitilicultores do litoral paulista. *Informações Econômicas, SP*, v.34, n.5, p.47-59.
- FAO. 2005. Cultured Aquatic Species Information Programme. Figueras, A. *In*: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_galloprovincialis/en. Acessado em: 08/05/2009.
- FERNANDES, F. C. 1985. Mitilicultura. Parte A – Enfoque bio-ecológico. *In*: Manual de Maricultura. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas da Marinha, capítulo V-A, p.24.
- FERREIRA, J. F.; OLIVEIRA-NETO, F. M.; MARENZI, A. C.; TUREK, C.; SILVA, R. T. 2006a. Coletores de sementes de mexilhão: a opção do mitilicultor catarinense para retomar o crescimento da produção. *Panorama da Aqüicultura*, julho/agosto 2006. p.43-48.

- FERREIRA, J. F.; OLIVEIRA-NETO, F. M.; SANSONE, G.; SILVESTRI, F. 2006b. Cultivo de Moluscos en Santa Catarina. *Infopesca Internacional* nº 26 dez/2006. p.20-25.
- FERREIRA, J. F. & MAGALHÃES, A. R. M. 2004. Cultivo de mexilhões. *In*: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, E. *Aqüicultura: Experiências Brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa. p.221-250.
- FERREIRA, J. F.; BESEN, K.; WORMSBECHER, A. G.; SANTOS, R. F. 2004. Physical-chemical parameters of seawater mollusk culture sites in Santa Catarina -Brazil. *Journal of Coastal Reserach*, n.39, p.1122-1129.
- FERREIRA, J. F. & MAGALHÃES, A. R. M. 1995. Desenvolvimento do cultivo de mexilhões em Santa Catarina (sul do Brasil). *In*: Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Mar del Plata, Argentina. p.80.
- FIANCHINI, A. & GRAVINA, M. F. 2001. Cenni di biologia dei molluschi bivalvi. *In*: CATAUDELLA, S. & BRONZI, 2001 (Orgs). *Acquacoltura responsabile: verso le produzioni acquatiche del terzo millennio*. Roma: UNIMAR/UNIPROM. p.79-90.
- FRANCOS, M. S. 1996. Variações diárias sazonais (verão e inverno) do “Standing-Stock” do fitoplâncton e da biomassa em termos de clorofila-a em duas estações fixas costeiras na região de Ubatuba (23°31’S - 45°05’W e 23°51’S – 44°56’W). Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p.123.
- FREITAS, J. S. 2007. Identificação dos atores sociais, dos usos e dos conflitos na praia da Cocanha, Caraguatatuba, Litoral Norte de São Paulo. Monografia de Bacharelado do curso de Oceanografia, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p.74.
- GAETA, S. A. & BRANDINI, F. P. 2006. Produção primária do fitoplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In*: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. & MADUREIRA, L. S. P. (eds.). *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: EDUSP, p. 219-264.
- GAETA, S. A.; RIBEIRO, S. M. S.; METZLER, P. M.; FRANCOS, M. S.; ABE, D. S. 1999. Environmental forcing on phytoplankton biomass and primary productivity of the coastal ecosystem in Ubatuba region, southern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 47, n. 1, p.11-27.
- GELLI, V., 2007. Avaliação dos impactos econômicos do potencial de desenvolvimento da mitilicultura no município de Ubatuba – SP. Dissertação de Mestrado, Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista. 60p.

- GELLI, V. C.; FAGUNDES, L.; HENRIQUES, B. M.; OSTINI, S. 1997. Custos e benefícios da mitilicultura em espinhel no sistema empresarial e familiar. *Informações econômicas, SP*, v.27, n. 2, p.33-47.
- GESAMP, 1996. Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes. Rome: FAO. n.57, p.45.
- GLOBEFISH. 2004. Commodity update: bivalves. Rome: FAO/GLOBEFISH Maio/2004. p.58.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. Oxford: Blackwell Scientific Publications, n.1. v.8. p.213.
- GOSLING, E. M. 2003. Bivalve molluscs: biology, ecology and culture. Oxford: Blackwell Publishing. p.443.
- GOULLETQUER, P. & HERAL, M. 1997. Marine molluscan production trends in France: from fisheries to aquaculture. In: MACKENZIE Jr., C. R.; BURREL Jr., V. G.; ROSENFELD, A.; HOBART, W. L. (eds.). The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of North and Central America and Europe, Volume 3, Europe. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. n.129, p.137-164.
- HARTSTEIN, N. D. & STEVENS, C. L. 2005. Deposition beneath long-line mussel farms. *Aquacultural Engineering*. v.33, p.192-213.
- HARTSTEIN, N. D. & ROWDEN, A. A. 2004. Effect of biodeposits from mussel culture on macroinvertebrate assemblages at sites of different hydrodynamic regime. *Marine Environmental Research*, v.57, p.339-357.
- HAWKINS, A. J. S.; DUARTE, P.; FANG, J. G.; PASCOE, P. L.; ZHANG, J. H.; ZHANG, X. L. 2002. A functional simulation of responsive filter-feeding and growth in bivalve shellfish, configured and validated for the scallop *Chlamys farreri* during culture in China. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* v.281, p.13-40.
- HAWKINS, A. J. S.; BAYNE, B. L.; BOUGRIER, S.; HÉRAL, M.; IGLESIAS, J. I. P.; NAVARRO, E.; SMITH, R. F. M.; URRUTIA, M. B. 1998. Some general relationships in comparing the feeding physiology of suspension-feeding bivalve molluscs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* n.219, p.87-103.
- HAWKINS, A. J. S. & BAYNE, B. L. 1992. Physiological interrelations and the regulation of production. In: GOSLING, E. (ed.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. Amsterdam: Elsevier. p.171-222.
- IBAMA, 2008. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação / Brasília: Ibama. p.174.

- IGLESIAS, J. I. P.; URRUTIA, M. B.; NAVARRO, E.; IBARROLA, I. 1998. Measuring feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: an appraisal of the biodeposition method. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, n.219, p.71-86.
- IGLESIAS, J. I. P.; NAVARRO, E.; ALVAREZ JORNA, P.; ARMENTIA, I. 1992. Feeding particle selection and absorption in cockles *Cerastodema edule* (L.) exposed to variable conditions of food concentration and quality. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, n.162, p.177-198.
- INGLIS, G. J. & GUST, N. 2003. Potential indirect effects of shellfish culture on the reproductive success of benthic predators. *Journal of Applied Ecology*, v.40, p.1077-1089.
- JAMBRINA LEAL, M. C. 2000. Aproximação metodológica ao diagnóstico de áreas litorâneas com aptidão para maricultura: aplicações no Estado de São Paulo. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p.390.
- JOSUPEIT, H. 2005. Mussel production and markets. Rome: FAO/GLOBEFISH. Disponível em: <http://www.globefish.org/index.php?id=2508>. Acessado em: 25/04/2009.
- LAING, I. & SPENCER, B. E. 1997. Bivalve cultivation: criteria for selecting a site. Lowestoft: CEFAS. p.41.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* n.12, p.343-346.
- LORENZETTI, J. A. & GAETA, S. A. 1996. The Cape Frio Upwelling effect over the South Brazil Bight northern sector shelf waters: a study using AVHRR images. In: XVIII ISPRS (International Society of Photometry and Remote Sensing) Congress. Vienna: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. p.448-453.
- MANZONI, G. C. & MARTINS, M. I. E. G. 2006. Análise Econômica do Cultivo de mexilhões (*Perna perna*), em dois sistemas de cultivo, Penha/ SC. In: XLIV Congresso da SOBER, 2006, Fortaleza. Anais-XLIV Congresso da sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural.
- MANZONI, G. C. & DELONG, C. M. 2006. Identificação dos impactos sócio-ambientais associados ao cultivo de mexilhões na Enseada da armação do Itapocoroy, Penha, SC. In: AquaCiência 2006, Bento Gonçalves: Aquabio.
- MANZONI, G. C. 2005. Cultivo de Mexilhões *Perna perna*: Evolução da atividade no Brasil e avaliação econômica da realidade de Santa Catarina. Tese de doutorado. Centro de Aquicultura – Universidade Estadual Paulista, p.255.

- MARENZI, A. W. C. & BRANCO, J. O. 2005. O mexilhão *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. de Zoologia*, n.2, v.2, p.394-399.
- MARENZI, A. W. C. 2002. Influência do cultivo de mexilhões sobre o habitat bentônico na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC. Tese de Doutorado. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. 113p.
- MARENZI, A. W. C. 1992 Aspectos biológicos e econômicos do cultivo de mexilhões *Perna perna* (Linné, 1758) (Mollusca-bivalvia), no litoral centronorte catarinense. Dissertação de Mestrado. Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. p.135.
- MARQUES, H. L. A.; BORDON, I. C. A.; ALVES, J. L.; MEDEIROS, A. M. Z. 2008. Produção de mexilhões jovens (sementes) por maricultores da Praia da Cocanha, Caraguatatuba (SP). *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*. São Paulo: APTA, dez. 2008. p.87-93.
- MARQUES, H. L. A. 1998. Criação comercial de mexilhões. São Paulo: Nobel. p.111.
- MARQUES, H. L. A.; PEREIRA, R. T. L.; OSTINI, S.; SCORVO-FILHO, S. D. 1984. Observações preliminares sobre o cultivo experimental do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) na região de Ubatuba (23° 32'S e 45° 04'W), estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 12(4), p.23-34.
- MASILAMONI, J. G.; AZARIAH, J.; NANDAKUMAR, K.; JESUDOSS, K. S.; SATPATHY, K. K.; NAIR, K. V. K. 2001. Excretory Products of Green Mussel *Perna viridis* L. and their Implications on Power Plant Operation. *Turk. J. Zool.* (25) p.117-125.
- MATTEI, N. & PELLIZZATO, M. 1997. Mollusk fisheries and aquaculture in Italy. In: MACKENZIE Jr., C. R.; BURREL Jr., V. G.; ROSENFELD, A. & HOBART, W. L. (ed.). The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of North and Central America and Europe, Volume 3, Europe. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. n.129, p.201-216.
- MELLO, L. G. M. 1999. Taxas de biodeposição e clareamento do mexilhão *Perna perna* em ambiente de cultivo. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. p.33.
- METZLER, P. M. 1991. Estudo da produtividade primária e características fisiológicas do fitoplâncton na região de Ubatuba, São Paulo, através de curvas de luz – fotossíntese. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p.123.

- 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). Tese de livre-docência. Instituto Oceanográfico, Univ. de São Paulo. p.194.
- MIRON, G.; LANDRY, T.; ARCHAMBAULT, P.; FRENETTE, B. 2005. Effects of mussel culture husbandry practices on various benthic characteristics. *Aquaculture*, v.250, p.138-154.
- MORAES, A. L. M.; MARTINEZ, M. R; GALVÃO, M. S. N.; YAMANAKA, N. 2006. Estudos preliminares da captação de sementes do mexilhão *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) em coletores-teste e avaliação dos moluscos bivalves associados. In: BRAGA, E. S. (Org.). 2006. OCEANOGRAFIA E MUDANÇAS GLOBAIS - Proceedings do III Simpósio Brasileiro de Oceanografia. São Paulo: IOUSP. p.21-30.
- MOSCHEN, F. V. A. 2007. Análise tecnológica e sócio-econômica do cultivo de moluscos bivalves em sistema familiar na Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, p.113.
- NALESSO, R. C.; COSTA, K. G.; PARESQUE, K.; PIUMBINI, P. P.; ALMEIDA, L. G.; NICKEL, V. M. 2007. Impacto do cultivo de bivalves na estrutura da comunidade macrobentônica do sedimento em Anchieta, ES. In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O. (Orgs.). Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.225-234.
- NARCHI, W. & GALVÃO-BUENO, M. S. 1997. Anatomia funcional de *Perna perna* (Linné) (Byvalvia, Mytilidae). *Rev. Bras. Zool.*, n.14(1), p.135-168.
- NASCIMENTO, R.; KAMPEL, M.; GAETA, S. A.; POMPEU, M. 2009. Variabilidade da biomassa fitoplanctônica na região costeira de Ubatuba, São Paulo, Brasil. In: III Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 2009, São Paulo. Oceanografia e mudanças globais. São Paulo: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo/FAPESP, 2006. v.1, p. 83-91.
- NAVARRO, E. & WIDDOWS, J. 1997. Feeding physiology of *Cerastodema edule* in response to a wide range of seston concentration. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, n.152, p.175-186.
- NAVARRO, E. & THOMPSON, R. J. 1996. Physiological energetics of the horse mussel *Modiolus modiolus* in a cold ocean environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, n. 138, p.135-148.

- NAVARRO, E.; IGLESIAS, J. I. P.; PÉREZ CAMACHO, A.; LABARTA, U. 1996. The effect of diets of phytoplankton and suspended bottom material on feeding and absorption of raft mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, n. 198, p.175-189.
- NAVARRO E.; IGLESIAS, J. I. P.; PÉREZ CAMACHO, A.; LABARTA, U.; BEIRAS, R. 1991. The physiological energetics of mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different cultivation rafts in the Ria de Arosa (Galicia, NW Spain). *Aquaculture*, n.94, n.197-212.
- NAVARRO, E. & WINTER, J. E. 1982. Ingestion rate, assimilation efficiency and energetic balance in *Mytilus chilensis* in relation to body size and different algal concentration. *Marine Biology*, n. 67, p. 255-266.
- NETTO, S. A. & VALGAS, I. S. 2007. Efeitos do cultivo de mexilhões sobre a estrutura da meiofauna. *In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O. (Orgs.). Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos.* Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.119-128.
- OLIVEIRA, B. L. 2005. Impacto da Mitilicultura no desenvolvimento das comunidades tradicionais ao entorno das Praias da Cerca e Guaibura, Guarapari, ES. Monografia Graduação em Oceanografia, Univ. Fed. do Espírito Santo. Vitória: UFES. p.66.
- OWEN, G. 1966. Feeding. *In: WILBUR, K. M. & YOUNG, C. M., (ed.). Physiology of Mollusca*, vol. II. New York: Acad. Press. p.01-52.
- PESSATTI, M. L.; RESGALLA JR., C.; REIS-FILHO, R. W.; KUEHN, J.; SALOMÃO, L. C.; FONTANA, J. D. 2002. Variability of filtration and food assimilation rates, respiratory activity and multixenobiotic resistance (MXR) mechanism in the mussel *Perna perna* under lead influence. *Braz. J. Biol.*, v.62, p.651-656.
- PINTO, T. K.; BOINA, C. D.; VIEIRA, S. D. M. A. 2007. Influência do cultivo de moluscos na comunidade bentônica: meiobentos. *In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O. (Orgs.). Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos.* Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.235-242.
- PINTO, T. O. & VILAC, M. C. 2006. Composição e abundância do fitoplâncton em área de maricultura da praia da Cocanha, Caraguatatuba – SP. XI Encontro de Iniciação Científica/ VII Mostra de Pós-graduação. Taubaté: UNITAU.
- POLI, C. R. & LITTLEPAGE, J. 1998. Desenvolvimento do cultivo de moluscos no Estado de Santa Catarina. Recife: Anais do I Congresso Sul-Americano de Aquicultura, p.23.

- QUESADA, J. E.; COELHO, M. A.; AQUINI, E. N. 1998. Aqüicultura sustentável: Construindo um conceito. *In: Aqüicultura Brasil 98*. Recife: Anais Aqüicultura Brasil 98, v.2, p.515-525.
- RESGALLA JR., C. 2008. Fisiologia energética. *In: RESGALLA JR. C.; WEBER, L. I.; CONCEIÇÃO, M. B. (Orgs.). O mexilhão *Perna perna* (L.): biologia, ecologia e aplicações*. p.105-120.
- RESGALLA JR., C. & BRASIL, E. S. 2007. Efeito da concentração e da qualidade do alimento nas taxas fisiológicas do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758). *Atlântica*. n. 29(1), p.47-59.
- RESGALLA JR., C.; BRASIL, E. S.; SALOMÃO, L. C. 2006. Physiological rates in different classes of sizes of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) submitted to experimental laboratory conditions. *Braz. J. Biol.*, n.66 (1B), p.325-336.
- RESGALLA JR., C. 2004. Taxas fisiológicas e potencial de crescimento do mexilhão de cultivo *Perna perna* (L.). Tese de doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, p.146.
- RESGALLA JR., C.; MANZONI, G.; KUROSHIMA, K. N.; REIS-FILHO, R. W.; LAITANO, K. 1999. Variabilidade nas taxas fisiológicas do mexilhão *Perna perna* em dois sítios de cultivo do Litoral Norte de Santa Catarina. *Notas Téc. Facimar*, n.3, p.33-40.
- REZENDE, J. H. M. 2003. Intrusão da Água Central do Atlântico Sul na Plataforma continental Sudeste durante o verão. Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p.120.
- RICHARD, M.; ARCHAMBAULT, P.; THOUZEAU, G.; DESROSIERS, G. 2007. Summer influence of 1 and 2 yr old mussel cultures on benthic fluxes in Grande-Entrée lagoon, Îles-de-la-Madeleine (Québec, Canada). *Mar. Ecol. Prog. Series*. n.338, p.131–143.
- ROMA, R. P. C. R. 2007. Uso de biocontroladores na redução do “fouling” em um cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em Ubatuba, SP, Brasil. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca, Instituto de Pesca - APTA- SAA. p.48.
- ROSA, R. C. C. 1997. Impacto do cultivo de mexilhões nas comunidades pesqueiras de Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, p.183.
- RUDORFF, N. M. 2008. Comparação biossedimentológica entre sítios de cultivo de moluscos marinhos sob influência de diferentes condições hidrodinâmicas: estudo aplicado à Baía Sul, Ilha de Santa Catarina (SC). Dissertação de

- Mestrado. Utilização e Conservação dos Recursos Naturais, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, p.168.
- RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, E. D. 2005. Zoologia dos invertebrados. 7^a ed. São Paulo: ROCA. p.1168.
- SALOMÃO, L. C.; MAGALHÃES, A. R. M.; LUNETTA, J. E., 1980. Influência da salinidade na sobrevivência de *Perna perna*. *Boletim de Fisiologia Animal*, n.4, p.143–152.
- SANTOS, E. 1982. Moluscos do Brasil. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia Ltda. p.141.
- SCHETTINI, C. A. F.; RESGALLA JR., C.; KUROISHIMA, K. N. 1997. Avaliação preliminar da taxa de sedimentação na região de cultivo de moluscos na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC. *Notas Téc. Facimar*, n.1, p.1-7.
- SCHIMITT, J. F. 2002. Efeitos de diferentes condições ambientais em áreas de cultivo sobre alimentação e biodeposição do mexilhão *Perna perna*. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. p.84.
- SEAP/PR. 2005. Programa Nacional de Desenvolvimento da Maricultura em Águas da União. Brasília: SEAP/PR. p.47.
- SILVESTRI, F.; BORDON, I. C. A.; BUENO, R. S.; TURRA, A.; MARQUES, H. L. A. 2008. Cultivo de bivalvos en el estado de San Pablo, Brasil. *Infopesca Internacional* nº 35 set/2008. p.36-39.
- SINAU. 2009. Sistema de Informações das Autorizações de Uso de Águas de Domínio da União para fins de Aqüicultura. Disponível em: <http://tuna.seap.gov.br/seap/html/aquicultura/index.htm#> Acessado em 10/03/2009.
- SMA, 1996. Macrozoneamento do Litoral Norte: plano de gerenciamento costeiro. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Série Documentos. p.202.
- SMALL, A. C. 2002. European mussel cultivation along the Atlantic coast: production status, problems and perspectives. In: Vadstein, O. & Olsen, Y. (eds), Sustainable Increase of Marine Harvesting: Fundamental Mechanisms and New Concepts. Netherlands: Kluwer Acad. Pub. *Hydrobiologia* 484: p.89–98.
- SODRÉ, F. N. G. A. S. 2001. Avaliação da qualidade ambiental e crescimento do mexilhão *Perna perna* (Linné, 1758) no parque de cultivo de moluscos bivalves de Guaibura (Guarapari, ES). Monografia, Especialização em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, p.99.
- SPENCER, B. E. 2002. Criteria for selecting a site for bivalve cultivation. In: SPENCER, B. E. Molluscan Shellfish Farming. Oxford: Blackwell Pub. (11) p.228-244.

- STENTON-DOZEY, J.M. E.; JACKSON, L. F.; BUSBY, A. J. 1999. Impact of Mussel Culture on Macrobenthic Community Structure in Saldanha Bay, South Africa. *Marine Pollution Bulletin*. v.39, n.1-12, p.357-366.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. 1978. Formações Quaternárias Marinhas do Litoral Paulista e Sul Fluminense. *In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*. São Paulo: IGUSP/SBG, n.1, p.1-55.
- SUPLICY, F. M.; SCHIMITT, J. F.; MOLTSCHANIWSKYI, N. A.; FERREIRA, J. F. 2003. Modeling of filter-feeding behavior in the brown mussel, *Perna perna* (L.) exposed to natural variations of seston availability in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Shellfish Research*. n.22., v.1, p.125-134.
- SUPLICY, F. 2000. A capacidade de suporte nos cultivos de moluscos. *Panorama da Aqüicultura*. n.57, p.21-24.
- TESSLER, M. G.; CAZZOLI Y GOYA, 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*. 1ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.297-346.
- TESSLER, M. G. 1988. Dinâmica sedimentar quaternária no Litoral Sul Paulista. Tese de doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- THOMPSON, R. J. & BAYNE, B. L. 1977. Some relationships between growth, metabolism and food in mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, n.27, p.317-326.
- TORRENS, B. M. O. 2005. Estimativa da Matéria Sólida Orgânica Produzida por Mexilhões *Perna perna* em Áreas de Produção na Baía da Babitonga SC. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. p.62.
- UNDERWOOD, A. J. 1997. Experiments in Ecology: their logical design and interpretation using analyses of variance. Cambridge: University Press. p.522.
- VINATEA, L. 1999. Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: Ed. da UFSC, p.276.

Anexos

Anexo I. Quantidade de cordas mexilhoneiras disponíveis nos long-lines, classificadas por estágio de classificação (I: $\leq 4,0$ cm; II: 4,0 à 7,0 cm; III: $> 7,0$ cm), no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande referente ao mês de fevereiro de 2008.

Long-line	I	II	III	Total de cordas	Maricultor
1	1	58	1	60	Beto Carlota
2	0	44	0	44	Beto Carlota
3	0	17	0	17	Beto Carlota
4	0	0	0	0	Edles
5	15	12	3	30	Zé Luis
6	17	23	1	41	Zé Luis
7	1	11	15	27	Homero
8	8	23	23	54	Homero
9	0	14	21	35	Homero
10	1	0	17	18	Juliano
11	3	0	1	4	Julio Cesar
12	0	12	28	40	Zé Luis
13	20	21	9	50	Zé Luis
14	0	0	0	0	Edgar
15	0	0	0	0	Emerson
16	0	0	0	0	Edgar
17	1	40	34	75	Zé Luis
18	0	0	0	0	Zé Luis
19	4	37	0	41	Zé Luis
20	0	5	7	12	Juliano
21	3	12	5	20	Homero
22	3	29	6	38	Homero
23	0	0	24	24	Homero
Total	77	358	195	630	

Anexo II. Quantidade de cordas mexilhoneiras disponíveis nos long-lines, classificadas por estágio de classificação (I: $\leq 4,0$ cm; II: 4,0 à 7,0 cm; III: $> 7,0$ cm), no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande referente ao mês de abril de 2008.

Long-line	I	II	III	Total de cordas	Maricultor
1	0	64	0	64	Beto Carlota
2	6	38	0	44	Beto Carlota
3	0	20	0	20	Beto Carlota
4	6	0	0	6	Edles
5	1	66	1	68	Zé Luis
6	45	65	2	112	Zé Luis
7	0	62	1	63	Homero
8	15	47	1	63	Homero
9	3	42	0	45	Homero
10	0	15	0	15	Juliano
11	0	0	0	0	Julio César
12	43	39	0	82	Zé Luis
13	0	61	0	61	Zé Luis
14	0	0	0	0	Edgar
15	0	0	0	0	Emerson
16	0	1	0	1	Edgar
17	21	67	0	88	Zé Luis
18	0	0	0	0	Zé Luis
19	5	82	0	87	Zé Luis
20	13	1	0	14	Juliano
21	24	25	0	49	Homero
22	10	50	0	60	Homero
23	25	28	0	53	Homero
Total	192	745	5	942	

Anexo III. Quantidade de cordas mexilhoneiras disponíveis nos long-lines, classificadas por estágio de classificação (I: $\leq 4,0$ cm; II: 4,0 à 7,0 cm; III: $> 7,0$ cm), no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande referente ao mês de maio de 2008.

Long-line	I	II	III	Total de cordas	Maricultor
1	2	50	2	54	Beto Carlota
2	0	36	3	39	Beto Carlota
3	0	16	0	16	Beto Carlota
4	9	9	0	18	Edles
5	0	60	30	90	Zé Luis
6	0	104	14	118	Zé Luis
7	3	46	11	60	Homero
8	11	50	4	65	Homero
9	14	49	0	63	Homero
10	9	92	0	101	Juliano
11	2	65	0	67	Julio César
12	0	104	0	104	Zé Luis
13	0	81	9	90	Zé Luis
14	0	0	0	0	Edgar
15	0	0	0	0	Edgar
16	0	4	0	4	Zé Luis
17	0	90	11	101	Zé Luis
18	0	4	0	4	Zé Luis
19	0	72	0	72	Juliano
20	4	50	2	56	Homero
21	10	58	0	68	Homero
22	3	45	2	50	Homero
Total	67	1.085	88	1.240	

Anexo IV. Quantidade de cordas mexilhoneiras disponíveis nos long-lines, classificadas por estágio de classificação (I: $\leq 4,0$ cm; II: 4,0 à 7,0 cm; III: $> 7,0$ cm), no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande referente ao mês de julho de 2008.

Long-line	I	II	III	Total cordas	Maricultor
1	0	62	0	62	Beto Carlota
2	0	37	0	37	Beto Carlota
3	57	2	0	59	Beto Carlota
4	11	11	6	28	Edles
5	0	48	34	82	Zé Luis
6	0	75	33	108	Zé Luis
7	31	43	0	74	Homero
8	7	53	8	68	Homero
9	25	48	0	73	Homero
10	0	97	0	97	Juliano
11	0	67	0	67	Julio César
12	0	100	0	100	Zé Luis
13	10	64	21	95	Zé Luis
14	0	2	0	2	Edgar
15	48	2	0	50	Edgar
16	0	4	0	4	Zé Luis
17	0	74	20	94	Zé Luis
18	0	3	0	3	Zé Luis
19	0	56	4	60	Juliano
20	7	38	0	45	Homero
21	5	63	0	68	Homero
22	14	44	0	58	Homero
Total	215	993	126	1.334	

Anexo V. Quantidade de cordas mexilhoneiras disponíveis nos long-lines, classificadas por estágio de classificação (I: $\leq 4,0$ cm; II: 4,0 à 7,0 cm; III: $> 7,0$ cm), no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande referente ao mês de dezembro de 2008.

Long-line	I	II	III	Total cordas	Maricultor
1	1	52	1	54	Beto Carlota
2	3	27	0	30	Beto Carlota
3	6	58	0	64	Beto Carlota
4	0	24	0	24	Edles
5	3	70	8	81	Zé Luis
6	0	76	23	99	Zé Luis
7	3	32	35	70	Homero
8	22	47	4	73	Homero
9	0	72	1	73	Homero
10	4	100	0	104	Juliano
11	42	70	0	112	Julio César
12	0	94	6	100	Zé Luis
13	1	88	2	91	Zé Luis
14	0	81	0	81	Edgar
15	81	0	0	81	Edgar
16	16	0	0	16	Zé Luis
17	6	73	0	79	Zé Luis
18	22	17	0	39	Zé Luis
19	0	45	2	47	Juliano
20	0	68	3	71	Homero
21	33	50	0	83	Homero
22	16	44	2	62	Homero
Total	259	1.188	87	1.534	

Anexo VI. Quantidade de cordas mexilhoneiras disponíveis nos long-lines, classificadas por estágio de classificação (I: $\leq 4,0$ cm; II: 4,0 à 7,0 cm; III: $> 7,0$ cm), no Parque aquícola Ilha da Cocanha Grande referente ao mês de setembro de 2008.

Long-line	I	II	III	Total cordas	Maricultor
1	0	49	10	59	Beto Carlota
2	0	42	6	48	Beto Carlota
3	0	34	23	57	Beto Carlota
4	0	11	60	71	Edles
5	0	12	64	76	Zé Luis
6	2	51	29	82	Homero
7	35	46	6	87	Homero
8	30	47	8	85	Homero
9	4	87	0	91	Juliano
10	0	84	12	96	Julio César
11	0	81	7	88	Zé Luis
12	0	21	63	84	Zé Luis
13	0	0	0	0	-
14	16	48	8	72	Edgar
15	0	0	0	0	Edgar
16	0	7	6	13	Juliano
17	29	44	0	73	Zé Luis
18	8	104	0	112	Zé Luis
19	55	48	0	103	Zé Luis
20	69	17	3	89	Juliano
21	34	49	3	86	Homero
22	20	69	0	89	Homero
23	37	46	0	83	Homero
Total	339	997	308	1.644	