



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

Avaliação comparada de variações temporais de características físico-químicas da água do mar em áreas de produção de moluscos de Santa Catarina - Brasil

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

Orientador: Prof. Jaime Fernando Ferreira, Dr.

Kelly Besen

Florianópolis
2005

Besen, Kelly

Avaliação comparada de variações temporais de características físico-químicas da água do mar em áreas de produção de moluscos de Santa Catarina - Brasil / Kelly Besen. - Florianópolis, 2005.

45p.: il.

Orientador: Jaime Fernando Ferreira.

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

1. Cultivo de moluscos; 2. Parâmetros ambientais; 3. Maricultura; 4. Parâmetros físico-químicos.

Avaliação comparada de variações temporais de características físico-químicas da água do mar em áreas de produção de moluscos de Santa Catarina - Brasil

Por

KELLY BESEN

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

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

Profa. Débora Machado Fracalossi, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Jaime Fernando Ferreira - *Orientador*

Dr. Felipe Matarazzo Suplicy

Dr. Luis Alejandro Vinatea Arana

SUMÁRIO

Introdução.....	10
Publicação.....	17
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Materiais e métodos.....	19
Resultados.....	22
Discussão.....	33
Referências bibliográficas.....	38
Referências bibliográficas da apresentação.....	40
Anexos: Mapas das áreas aquícolas estudadas.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos locais de estudo, Sambaqui, Santo Antônio, Ribeirão, Enseada e Pinheira. Características: profundidade, área, volume, circulação, sistema de cultivo, posicionamento, tipo de fundo e vento mais influente.	21
Tabela 2. Dados Médios dos 5 pontos estudados em 2 profundidades. Médias anuais (1999 a 2002) e respectivos desvios padrão de parâmetros físico químicos, Temp, pH, OD, O ₂ , sal, Clor, Feo, MPT, FO, MIP, MOP e Turb.	23
Tabela 03. Resultado ANOVA, análise entre profundidades, superfície e fundo, dentro de cadaocal, nos pontos que apresentaram diferenças estatísticas significativas	24
Tabela 04. Resultado ANOVA para análise entre os 05 locais estudados	24
Tabela 5. Médias sazonais e desvios padrões, de quatro anos (1999 a 2002), de alguns parâmetros, Clor, Feo, MPT, FO, sal e Temp. Nos 5 pontos de estudo em 2 profundidades. Verão, Outono, Inverno e Primavera.	25
Tabela 06. Resultado ANOVA, análise sazonal, média acumulada das estações nos anos estudados.	26
Tabela 7. Médias anuais e desvios padrões, de Clor, MPT e FO, dos quatro anos de estudo, 1999, 2000, 2001, 2002, nos 5 pontos a 2 profundidades.....	28
Tabela 08. Resultado ANOVA para análise temporal, médias dos anos estudados.....	29
Tabela 09. Análise dos componentes principais, porcentagem de variância dos eixos e contribuição relativa das variáveis para cada eixo (p< 0,05)(referente à Figura 5).....	30
Tabela 10. Matriz de correlação obtida através das médias de 4 anos de estudo (1999 –2002) dos dados de superfície dos 5 pontos de cultivo de moluscos marinhos estudados.....	31
Tabela 11. Evolução da produção de moluscos, <i>Perna perna</i> e <i>Crassostrea gigas</i> , durante 4 anos (1999 a 2002) em peso total, produção e biomassa, nos 5 pontos de estudo.....	32
Tabela 12. Dados de área, volume, profundidade e biomassa, das Baías Norte e Sul.....	33
Tabela 13. Precipitação acumulada por ano, entre 1999 a 2002. Médias acumuladas por estação durante estes anos.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura I.1. Evolução da produção de moluscos cultivados em Santa Catarina entre os anos de 1991 a 2004, (A) ostras (<i>C. gigas</i>) e (B) mexilhões (<i>P. perna</i>) (OLIVEIRA NETO, 2005).	10
Figura 1. Localização dos locais de estudo. A- Brasil na América do Sul; B- Estado de Santa Catarina; C- Ilha de Santa Catarina. Pontos de estudo : 1,2- Baía Norte; 3-4 Baía Sul; 5- fora da Baía (Praia da Pinheira). Com indicação (barras) dos limites utilizados para cálculo de área e volume.	20
Figura 2. Variação sazonal da clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nos diferentes pontos de estudo, dados de superfície, médias sazonais de valores acumulados de 1999 a 2002. Resultado de análise Tukey dentro de cada local entre as estações.....	26
Figura 3. Quantidade e qualidade de MPT. MIP  e MOP  (mg.L^{-1}) nos diferentes locais de amostragem, em relação às estações do ano.	27
Figura 4. Dados anuais, de 1999 a 2002, de clorofila <i>a</i> e MPT nos pontos de estudo, Sambaqui, Sto. Antônio, Ribeirão, Enseada e Pinheira. Dados de superfície.....	29
Figura 5. Análise dos componentes principais com entrada de 220 médias sazonais de 4 anos de estudo de variáveis químico-físicas e biológicas de 5 pontos de cultivo na Baía de Florianópolis (Nas observações a primeira letra maiúscula representa o local de coleta: P inheira, S ambaqui, E nseada, S anto A ntônio e R ibeirão; a segunda letra maiúscula representa as médias por estação: em amostragens de P rimavera, V erão, O utono e I verno)...	31

ABREVIATURAS

Clor	Clorofila- <i>a</i>
MPT	Material Particulado Total
MIP	Matéria Inorgânica Particulada
MOP	Matéria Orgânica Particulada
Temp	Temperatura
OD	Oxigênio dissolvido
O ₂ %	Saturação de oxigênio
pH	Potencial hidrogeniônico
sal	Salinidade
Feo	Feofitina- <i>a</i>
FO	Fração orgânica da MTP
Turb	Turbidez
mm	Média de precipitação acumulada
L	Litros
μ	Mícron e Micra
μg	Micrograma
mg	Miligrama
Est	Estações
Prof	Profundidade
Ver	Verão
Out	Outono
Inv	Inverno
Pri	Primavera
S	Sul
N	Norte
E	Leste
O	Oeste
NO	Noroeste
NE	Nordeste

RESUMO

Um programa de monitoramento foi conduzido na costa catarinense (entre as latitude 27 °23' e 27 °55'S, longitude 48 °40' e 48 °20'W), com o objetivo de caracterizar a água do mar em 5 pontos de cultivo de moluscos, mexilhão *Perna perna* e ostra *Crassostrea gigas*. Entre os anos de 1999 e 2002, a cada 15 dias, foram coletados, na superfície e fundo, dados de temperatura, pH, OD, salinidade, clorofila *a* e material em suspensão. Foi observada variação entre os anos de estudo, no entanto, não foi possível relacionar essa variação com o aumento da produção. As principais diferenças para os diferentes parâmetros foram as variações sazonais e espaciais. Na Baía Norte, ocorreu maior concentração de clorofila *a*, 4,00 µg.L⁻¹, em relação a Baía Sul, 2,55 µg.L⁻¹ e fora da Baía 1,43 µg.L⁻¹. A concentração de material particulado total foi também mais elevada na Baía Norte, 27,13 mg.L⁻¹, comparado a Baía Sul, 9,41 mg.L⁻¹ e fora da baía, 8,90 mg.L⁻¹. A grande quantidade de material particulado de relativamente baixa qualidade, entre 0,19 e 0,29 de fração orgânica, faz com que este alimento pouco disponível aos filtradores de material em suspensão. Em função dos resultados obtidos, verifica-se a necessidade de um monitoramento mais rigoroso da produção de moluscos marinhos e sua relação com as áreas utilizadas para o cultivo.

ABSTRACT

A monitoring program has been developed in five different locations along Santa Catarina's coast (27°23 ' and 27°55 ' S; 48°40 ' and 48°20 ' W), in order to conduct a seawater characterization in five mollusk culture sites. From January 1999 to December 2002, each 15 days, data was collected in surface and bottom on temperature, DO, pH, salinity, chlorophyll *a* and particulate matter. It was observed variations in the study period however it was not possible to link this variation with the increase of mariculture production. The major differences observed among the different parameters were seasonal and local variations. In the Northern bay of Santa Catarina's island, we found the larger chlorophyll *a* concentration average, 4,00 µg.L⁻¹, compared to the Southern bay, 2.55 µg.L⁻¹ and outside the bay, 1.43 µg.L⁻¹. The concentration of total particulate suspended matter was also higher in the Northern Bay, 27.30 mg.L⁻¹ than in the Southern Bay, 9.41 mg.L⁻¹ and outside the bay, 8.90 mg.L⁻¹. The great quantity of particulate matter with relatively low quality, from 0,19 to 0,29 organic fraction, make the feed less available for the filter feeders. The results of this study showed the importance of conducting a monitoring program and its relations with the culture sites and the amount of culture units per area.

INTRODUÇÃO

A aqüicultura foi o sistema de produção em maior expansão no mundo durante os últimos anos, sendo que a produção mundial de ostras e mexilhões em 2003 foi de 6.086.123 toneladas (FAO, 2005). A produção dos moluscos bivalves *Perna perna* e *Crassostrea gigas* no estado de Santa Catarina em 2004 foi de 12.312,8 toneladas (OLIVEIRA NETO, 2005), o que corresponde a aproximadamente 80 % da produção brasileira. (Figura I.1)

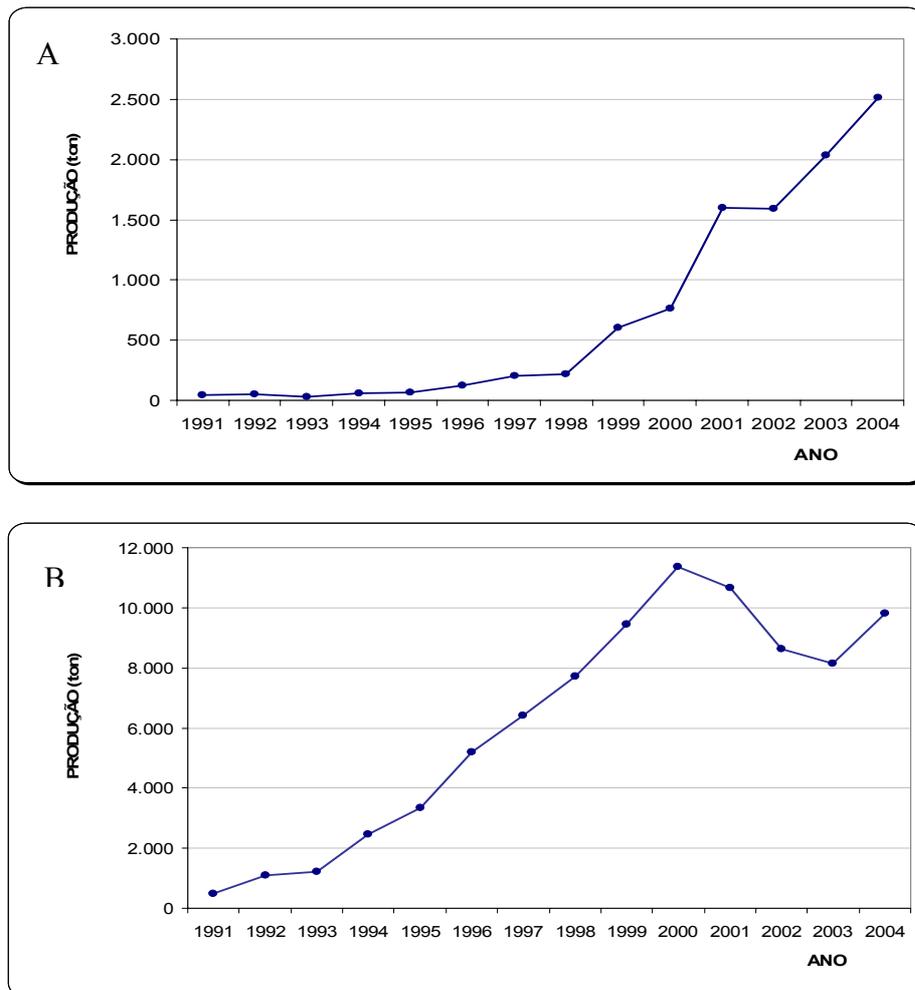


Figura I.1. Evolução da produção de moluscos cultivados em Santa Catarina entre os anos de 1991 a 2004, (A) ostras (*C. gigas*) e (B) mexilhões (*P. perna*) (OLIVEIRA NETO, 2005).

Apesar da crescente exploração do ambiente costeiro, existem poucos estudos a respeito de parâmetros importantes para a utilização deste ecossistema, tais como fatores físico-químicos, biológicos, de dinâmica de circulação e as interações entre estes fatores. O conhecimento do ecossistema, no qual se está introduzindo uma considerável biomassa de organismos é essencial para o desenvolvimento sustentável da aqüicultura.

As populações de bivalves influenciam significativamente os ecossistemas aos quais estão associados, por sua capacidade de reter e concentrar sedimento, agindo como um importante mecanismo de ligação entre o sistema pelágico e o bentônico (DAME, 1996). Smaal (1991) cita que filtradores de material em suspensão podem ter uma influência estabilizadora em parâmetros funcionais do ecossistema, como o fluxo de energia através do primeiro e do segundo nível trófico, no entanto, segundo Dame e Allen (1996), podem também, serem drasticamente influenciadas por alterações nas condições ambientais.

O alimento desses animais é composto, principalmente, por microalgas e matéria orgânica particulada em suspensão. As características estruturais e funcionais dos bivalves, assim como a dinâmica do fluxo de água atuam em conjunto regulando a filtração (DAME, 1993; WILDISH; KRISTMANSON, 1997).

Segundo Dame (1993), os bivalves filtradores têm um papel dinâmico na estrutura e função de ecossistemas costeiros, apresentando funcionalmente o potencial de influenciar as concentrações de fitoplâncton e seston na coluna de água contribuindo para mudar a estrutura do ecossistema. Grant et al. (1993), verificaram que uma alta biomassa de animais cultivados pode produzir um *feedback* negativo para o ambiente local através do aumento da carga orgânica e condições anaeróbicas, podendo degradar potencialmente o ambiente de cultivo. Para Schettini (1997), alguns dos problemas que podem surgir com o aumento da população de organismos filtradores são os aumentos nas taxas de sedimentação e de biodeposição, além da alteração do regime de correntes e o incremento no fluxo vertical de carbono.

O ecossistema marinho é extremamente dinâmico devido à existência de correntes oceânicas, induzidas pela variação de maré, ventos e influenciadas pelas características geomorfológicas. Esse dinamismo, em diferentes níveis, ocasiona a movimentação de moléculas de água, transporte de material em suspensão, sedimentação e resuspensão. Sendo assim, os efeitos emergentes do cultivo de bivalves de determinado ecossistema, dependerão de características específicas de cada local, assim como da intensidade de exploração.

Monitoramento ambiental

Para Grant et al. (1993), os estudos de campo são essenciais, para melhor compreender o ecossistema e suas interações com as populações de bivalves. Dados ambientais podem ser utilizados como instrumentos para o dimensionamento e manejo racional dos cultivos, uma vez que se deve visar a utilização do ambiente natural sem esgotar o estoque energético do meio, o que prejudica outras espécies e compromete a qualidade da água. Além disso, a existência de uma base de dados na qual esteja representada a variabilidade natural dos parâmetros que caracterizam o meio marinho facilita o monitoramento de eventuais impactos causados por essa atividade.

A capacidade ambiental é uma propriedade do ambiente de acomodar uma atividade particular ou taxa de uma atividade com impacto dentro de limites aceitáveis (GESAMP, 1996). A

avaliação da capacidade ambiental e de seus limites para absorver alterações é uma ferramenta potencial para integrar a aqüicultura às iniciativas de manejo e gerenciamento de sistemas costeiros.

A estimativa da capacidade ambiental permite a determinação de impactos cumulativos ou combinados de níveis aceitáveis de mudança ambiental compatíveis com as metas do manejo costeiro. Em aqüicultura, esta estimativa da capacidade total pode ser destinada para estimar a produção que uma área pode suportar, podendo incluir diferentes usos do ambiente. Quantificar a capacidade ambiental em relação às qualidades do habitat é, em parte, subjetivo e deve ser tratado como parte de um direcionamento em um alvo ambiental, relacionado a setores ou atividades determinadas. Em geral, esta abordagem vem sendo amplamente implementada em relação à aqüicultura, principalmente por causa da falta de informação quantitativa sobre ligações casuais entre os resíduos da aqüicultura e seus efeitos ambientais e o alto custo para obter e aplicar esta informação, incluindo o efeito de todas as atividades econômicas desenvolvidas (GESAMP, 2001).

Segundo Schmitt (1996), na prática em relação à aqüicultura, isto pode ser interpretado como a taxa com que nutrientes são adicionados sem desencadear a eutrofização, ou a taxa de fluxo orgânico para o bentos sem perturbação dos processos bentônicos naturais. Dame et al. (1998), definiram a capacidade de suporte como a biomassa total de bivalves suportada por determinado ecossistema como uma função do tempo de residência, produção primária e tempo de clareamento dos bivalves.

Segundo Gesamp (2001), a predição do impacto ambiental segue em três fases:

- Definir limites aceitáveis de mudança ambiental para uma área ou zona particular;
- Definir e, se possível, quantificar a relação entre a aqüicultura e outras atividades e variáveis mensuráveis;
- Calcular a máxima taxa ou nível de atividade os quais não irão extrapolar os limites aceitáveis.

Ainda segundo os mesmos autores, a determinação dos limites aceitáveis de variáveis mensuráveis deve ser idealmente baseada em previsões de conseqüências ambientais das mudanças nestas variáveis, como destruição de organismos ou habitats, eutrofização, ou depleção de recursos em um nível que a torne limitante para outros organismos e usos (GESAMP, 2001).

Segundo Schmitt (1996), o esclarecimento das relações entre atividades aqüícolas, variáveis mensuráveis e as conseqüências ambientais dependerão de um entendimento dos processos físicos, químicos e ecológicos incluindo, a dispersão de nutrientes (ou outras substâncias) na água que entra e circula no ambiente, a diluição destas substâncias na água estes dois podem ser obtidos através de balanço de massas e modelos de dispersão. Outros processos que são mais complexos e geralmente ignorados ou aproximados são a degradação ou quebra destas substâncias na coluna d'água ou sedimentos, a adsorção destas substâncias nos sedimentos; a assimilação destes materiais pelas plantas e animais e o efeito destes materiais em diferentes componentes do ecossistema, sendo que a complexidade destes dependerá da hidrologia local.

Na prática, a relação entre as variáveis medidas e qualidade ambiental são difíceis de serem estabelecidas e, as próprias variáveis mensuráveis, são comumente usadas diretamente como indicadores para os padrões ambientais. Se os limites padrões destes indicadores não estão

disponíveis, deve-se usar valores conservativos, que devem ser refinados progressivamente, baseados no monitoramento destas variáveis na aplicação e estudo das relações.

O monitoramento é parte integrante do processo regulatório e o seu principal objetivo é verificar se as mudanças associadas à aquicultura estão dentro dos limites predeterminados. No entanto, o monitoramento tem seu uso limitado, caso não esteja ligado a uma resposta de manejo predeterminada no evento em que as variáveis monitoradas se encontrarem fora de seus limites aceitáveis. A resposta às previsões resultantes deste monitoramento, através do manejo, fornece o mecanismo para a otimização da utilização dos recursos naturais. Sendo assim, também deveria ser parte do planejamento, um acordo sobre a ação que será tomada, se os impactos excederem os níveis previstos.

Os programas de monitoramento visam acompanhar a evolução do processo de ocupação e a sua gestão, buscando atualizar informações disponíveis, a partir da definição de indicadores e de responsabilidades referentes à sistemática de coleta de dados (CORDEIRO, 1997).

O cultivo de moluscos e a qualidade ambiental

Dos parâmetros avaliados no presente estudo, o material particulado total, as suas frações orgânicas e inorgânicas, assim como a clorofila **a**, são indicadores da qualidade ambiental, no que se refere à oferta alimentar para os moluscos. O fitoplâncton é o principal componente alimentar da fração orgânica das partículas em suspensão. Os valores de clorofila **a**, expressos por unidade de volume, refletem a disponibilidade instantânea de alimento na coluna de água para os filtradores. Segundo Mantoura et al. (1997), a determinação do pigmento fotossintético clorofila-a tem sido utilizada amplamente na ecologia aquática, como um dos mais importantes índices de biomassa do fitoplâncton.

O significado funcional de analisar o material particulado, é que as menores partículas retidas pelos filtros padrão (com porosidade de 0,45µm) tem o tamanho aproximado de muitas bactérias, que corresponde as menores partículas que podem ser retidas por organismos que se alimentam de material em suspensão. Indivíduos da espécie *Perna perna* com comprimentos de concha entre 45 e 95 mm filtraram partículas de 0,45 µm até 7 µm de diâmetro (BERRY; SCHLEYER, 1983). Partículas menores que 1 µm dificilmente são retidas por bivalves filtradores adultos e partículas maiores não são ingeridas, sendo eliminadas nas pseudofezes (DAME, 1996). Entretanto, as partículas menores, que não são diretamente absorvidas pelos bivalves e, mesmo o material dissolvido, estão influenciando positivamente ou negativamente na qualidade e disponibilidade do alimento, pois podem estar bloqueando a luz para a fotossíntese e servindo como fonte de nutrientes para o fitoplâncton e contribuindo também, para a formação de pseudofezes.

Para Navarro e Iglesias (1993), muitas informações podem ser obtidas apenas a partir das variações na quantidade e na proporção entre matéria particulada total e matéria orgânica particulada disponível para os animais. Nesse contexto, a qualidade da matéria particulada em suspensão na água é definida como sendo a sua fração orgânica.

As respostas alimentares aos aspectos qualitativos da disponibilidade de seston podem ser tão importantes, quanto as respostas às medidas quantitativas da disponibilidade de seston (NAVARRO; IGLESIAS, 1996; HAWKINS et al., 1998). Sendo assim, comportamentos ecologicamente interessantes só podem ser observados sob condições naturais de alimentação (Foster-Smith, 1975), enquanto ajustamentos contínuos inter-relacionados entre diferentes componentes do comportamento alimentar atuam para manter a taxa de absorção orgânica, independente das mudanças naturais na composição do seston (HAWKINS et al., 1998).

A concentração e a qualidade do seston influenciam na taxa de filtração. Segundo Bayne (1993), a eficiência de absorção cresce em função da taxa de filtração e da taxa de ingestão de matéria orgânica até atingir um patamar máximo, a partir do qual a velocidade do alimento que passa pelo trato digestivo continua aumentando sem que a taxa de absorção aumente. Segundo Day et al. (1989), a proporção de matéria orgânica em relação à quantidade total de material em suspensão na água pode variar de 5% a 80% no ambiente natural.

A variação na taxa de ingestão de alimento ocorre por adaptações às condições locais. Mello (1999) concluiu que, nas condições naturais da Baía de Florianópolis, o principal fator condicionando o processo de filtração do mexilhão *P. perna* é o grau de diluição do alimento (detritos orgânicos e fitoplâncton) em relação às partículas inorgânicas. Para *Mytilus edulis* (HAWKINS et al., 1998), a taxa de filtração e a taxa de ingestão aumentam em função da concentração de seston, com uma influência positiva da concentração de matéria orgânica particulada nessas mesmas taxas.

O processo de formação de pseudofezes representa uma maneira efetiva de seleção, mantendo a qualidade do material ingerido mesmo quando a proporção de matéria orgânica no seston varia. A eficiência na absorção do alimento ingerido aumenta até um patamar ótimo de concentração de matéria inorgânica, que varia com a espécie. No caso do mexilhão *M. edulis*, a presença de matéria inorgânica faz com que passe a produzir pseudofezes em concentrações de matéria em suspensão mais altas do que em situações onde há apenas algas em suspensão (FOSTER-SMITH, 1975). Não é um processo com eficiência total e, essa eficiência, diminui com o aumento na proporção de matéria inorgânica (NAVARRO et al., 1996).

Existem relatos, de ordem empírica, de que estão ocorrendo modificações no que se refere ao crescimento dos moluscos. Cordeiro (1997) constatou que, quando o cultivo comercial de *P. perna* e *C. gigas* estava iniciando, no município de Palhoça em Santa Catarina, em seis meses de cultivo estas espécies atingiam o tamanho comercial. Atualmente, segundo produtores, as espécies cultivadas estão levando pelo menos 9 meses para atingir 7 cm. Arana (2000) constatou que maricultores da Enseada do Brito foram prejudicados ao ultrapassar a capacidade de carga do local de cultivo. O relato de técnicos locais também indica que houve modificações ambientais neste local, uma vez que aproximadamente 10 anos atrás os mexilhões atingiam 9 cm em 5 meses.

Área de estudo

Na região da Ilha de Santa Catarina, entre a Ilha e o Continente, se formam duas baías caracterizadas como um corpo de água longilíneo, com cerca de 55 Km de extensão dispostos no

sentido Norte-Sul, separando a Ilha do continente (SALLES, 2001). Este corpo de água se divide em duas partes, chamadas Baía Sul e Baía Norte, ligadas por um canal estreito, com aproximadamente 550 m de largura e 21 m de profundidade. A Baía Norte é ligada ao Oceano Atlântico por um canal de 10 m de profundidade e 10 Km de largura, na Baía Sul, o canal tem 30 m de profundidade e largura de 1 km (PRUDÊNCIO, 2003). A Baía Norte possui uma área de 244,38 Km² e a Baía Sul 180,70 Km² (SEAP/PR, 2007). As correntes oceânicas nesta parte do Atlântico se propagam na direção Norte-Sul.

Na região da Ilha de Santa Catarina estão os municípios de Florianópolis, Governador Celso Ramos, Biguaçu, Palhoça e São José, que reúne uma população de aproximadamente 700 mil habitantes (IBGE, 2005). Segundo Cerutti (1996), a região da Ilha de Santa Catarina recebe uma grande descarga de efluentes domésticos e industriais e sofre ainda a influência de ocupação das encostas e desmatamentos.

A área de estudo recebe a influência de rios, mangues, estuários e possui uma costa bem recortada, o que torna os pontos de estudo distintos entre si. As principais contribuições de águas fluviais que desembocam na Baía Norte são os rios Ratoles e Itacorubi, de origem insular, e o Rio Biguaçu, de origem continental, enquanto na Baía Sul são os rios Tavares e Ribeirão, de origem insular, e o rio Cubatão, de origem continental (CRUZ, 1998). Ainda segundo a mesma autora, os manguezais de importância regional situados nas Baías Norte e Sul, localizam-se na Ilha de Santa Catarina: Mangue do Rio Ratoles, Mangue do Saco Grande, Mangue do Itacorubi, Mangue do Rio Tavares e Mangue da Tapera e na região continental: Mangue da Palhoça, Mangue do Aririú-Cubatão e o Mangue do Massiambu.

O comportamento das marés segue um andamento de tipo semidiurno e é influenciado tanto astronômica quanto eolicamente. As correntes provocadas pelas variações de maré seguem as direções Norte-Sul e Sul-Norte simultaneamente e se encontram em frente da área central da cidade de Florianópolis (CRUZ, 1998). Sua velocidade média raramente supera 0,26 m/s, mas durante a sizígia pode atingir 0,75 m/s (PRUDÊNCIO, 2003). A Baía de Florianópolis, segundo Melo et al. (1997), funciona como um longo canal, no interior do qual se forma uma onda estacionária, devido à sua geometria, principalmente ao estreitamento na embocadura sul, o antinó se forma na Baía Sul. Uma descrição mais detalhada sobre a propagação da maré na baía pode ser encontrada em Melo et al., (1997). Nesta região onde as ondas de maré se encontram, também conhecida como tombo da maré, as correntes tendem a ser muito fracas, porque os gradientes de nível de água, que são os responsáveis pelo movimento horizontal da água, são igualmente fracos nesta zona (MARTINS et al., 1997).

O estudo de Laurenti et al. (1996), com dados coletados em 1987, sugere uma evolução anual das características de temperatura e salinidade da baía, e uma clara diversidade entre as baías Norte e Sul. Uma comparação com valores medidos pela Hidrologia S.A. durante um ciclo de maré em 1971, sugere a consistência desta hipótese. As medições de Laurenti et al. (1996) também mostraram que a temperatura das águas da Baía Sul são um pouco mais frias do que às da Baía Norte, enquanto que a salinidade da primeira apresenta valores menores e uma maior variabilidade ao longo do ano do que a última.

Cerutti (1996), num estudo em alguns pontos da Baía norte, constatou que a matéria em suspensão e a transparência da água mostraram intensas variações, que foram atribuídas aos índices de pluviosidade, sendo mais marcantes em locais próximos a desembocadura de rios, sendo que Santo Antônio de Lisboa foi considerado um local pouco turbido em relação aos outros, com uma média anual de 24 mg. L^{-1} , bem próxima a média encontrada no presente estudo. Outros parâmetros avaliados por Cerutti (1996), tais como salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura e pH, também tiveram médias próximas aos valores que foram obtidos na Baía Norte.

Existem poucos estudos na região da Ilha de Santa Catarina sobre hidrodinâmica e outros fatores importantes para maricultura. O comportamento das correntes é complexo, com variações diárias, semanais e sazonais, influência das marés e dos ventos. A compreensão limitada do comportamento hidrodinâmico das baías não é suficiente para uma descrição satisfatória dos processos de dispersão de substâncias dissolvidas neste corpo d'água, uma descrição mais abrangente e de caráter quantitativo ainda se faz necessária, para permitir um gerenciamento apropriado de um corpo d'água da importância e complexidade como este (MELO *et al.*, 1997).

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi estudar parâmetros físico-químicos da água do mar em áreas de cultivo de moluscos bivalves nas Baías da Ilha de Santa Catarina, como forma de contribuir na avaliação da relação entre o aumento dos cultivos e a qualidade desses ambientes.

Entre os objetivos específicos estão à caracterização de parâmetros físico-químicos da coluna de água de ambientes utilizados para cultivos marinhos, a análise de suas interações com as características ambientais, o estudo da evolução dos cultivos nos locais de coleta de dados durante os anos de coleta, verificando se ocorreram modificações temporais nos parâmetros físico-químicos e sua relação com a produção em cada ponto.

PUBLICAÇÃO

Avaliação comparada de variações temporais de características físico-químicas da água do mar em áreas de produção de moluscos de Santa Catarina - Brasil.

Compared assessment of temporal variations of physical-chemicals characteristics of seawater on mollusc production sites of Santa Catarina - Brazil

Besen, Kelly¹ and Ferreira, Jaime Fernando^{2*}.

¹. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina

². Laboratório de Moluscos Marinhos, Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC-Brasil, cp 476, cep 88040-900

* corresponding author – jff@cca.ufsc.br

Abstract

A monitoring program has been developed in five different locations along Santa Catarina's coast (27°23 ' and 27°55 ' S; 48°40 ' and 48°20 ' W), in order to conduct a seawater characterization of culture sites of mussel *Perna perna* and oyster *Crassostrea gigas*. From January 1999 to December 2002, each 15 days, data was collected on physical-chemical parameters in surface and bottom, temperature, DO, pH, salinity, chlorophyll *a* and particulated matter. It was observed variations in the study period however it was not possible to link this variation with the increase of mariculture production. The major differences observed among the different parameters were the local environmental and seasonal variations. In the Northern bay of Santa Catarina's island, we found a larger chlorophyll *a* concentration average, 4.00 µg.L⁻¹, compared to the Southern bay, 2.55 µg.L⁻¹, and outside the bay, 1.43 µg.L⁻¹. The concentration of total particulated suspended matter average was also higher in the Northern Bay, 27.13 mg.L⁻¹, than in the Southern Bay, 9.41 mg.L⁻¹, and outside the bay 8.90 mg.L⁻¹. The great quantity of particulated matter with relatively low quality, from 0,19 to 0,29 organic fraction, make the feed less available for the filter. The results of this study showed the importance of conducting a monitoring program and its relations with the culture sites.

Key words: *Mollusc Culture, Environmental Parameters, Mariculture, Physical-Chemicals Parameters*

1. INTRODUÇÃO

No litoral catarinense, o cultivo comercial de moluscos marinhos, principalmente de *Crassostrea gigas* e *Perna perna*, iniciou na década de 1990 e vem aumentando significativamente. A produção destes moluscos no estado de Santa Catarina em 2004 foi de 12.312,8 toneladas (Oliveira Neto, 2005), o que corresponde a aproximadamente 80 % da produção brasileira. Um programa de monitoramento foi conduzido entre janeiro de 1999 a dezembro de 2002, com intuito de estudar parâmetros físico-químicos da água do mar em áreas de cultivo de moluscos bivalves em Santa Catarina, como forma de conhecer os padrões dos parâmetros da coluna de água, caracterizar este ecossistema e contribuir na avaliação da relação entre o aumento dos cultivos e a qualidade desses ambientes.

O entendimento da complexa dependência existente entre a absorção de alimento e as características do ambiente onde esse alimento se encontra, podem ser usados para avaliar o potencial de cultivo de uma área, definindo-se as densidades de cultivo máximas que podem ser mantidas em um determinado ambiente (Bayne, 1993). Devido às amplitudes de variação na qualidade e na quantidade de matéria particulada em suspensão que ocorrem na água do mar, experimentos acompanhando as mudanças ambientais e as conseqüências destas mudanças são relevantes para a compreensão do impacto do cultivo de mexilhões, como os organismos suspensívoros, no fluxo de partículas em ambientes costeiros (Heral, 1993; Dame, 1996).

Alguns dos impactos potenciais do cultivo de moluscos, segundo Barg (1992), se devem ao fato de que as condições hidrodinâmicas de um ambiente são fortemente modificadas pela presença de estruturas de cultivo, pois a agitação das águas é enfraquecida, as correntes são desaceleradas e a capacidade de transporte diminui, podendo originar depósitos. Altas densidades de bivalves filtradores podem ocasionar a depleção do fitoplâncton na interface bentônica, e conseqüentemente, baixa nas concentrações de alimento para os bivalves que se encontram nas camadas limite de fundo ou, em regiões abrigadas como um todo (Prins *et al.*, 1998; Barg, 1992).

Segundo Dame (1993), densas populações de bivalves transferem grande quantidade de material da coluna de água para os sedimentos, onde a biogeoquímica pode ser alterada, além disso, estes organismos parecem ter um papel central em águas rasas costeiras onde eles aceleram a ciclagem de nutrientes e geram a retenção destes. Ao mesmo tempo em que mexilhões fortemente reduzem a biomassa fitoplanctônica, os estoques de mexilhões têm o potencial de promover a produção primária (Asmus & Asmus, 1991). Bancos de moluscos liberam grandes quantidades de nutrientes inorgânicos para a coluna de água, pseudo-fezes e fezes são biodepositados e aumentam a sedimentação. Os nutrientes regenerados através da mineralização dos biodepósitos podem se tornar disponíveis novamente para a produção primária e para os bivalves (Smaal & Prins, 1993).

Dame (1993) cita que, medições *in situ* têm mostrado que a retirada de material orgânico particulado e a devolução de nutrientes inorgânicos dissolvidos, pelos bancos de bivalves, têm como conseqüência o aumento na regeneração de nutrientes inorgânicos. Isto pode resultar no controle da eutrofização, assim como na promoção da produtividade primária. A magnitude da funcionalidade dos

bivalves suspensívoros como mecanismos reguladores em estuários é uma importante e aberta questão de interesse científico e de manejo.

O litoral do estado de Santa Catarina, sul do Brasil, possui condições favoráveis ao cultivo de moluscos, as ostras e mexilhões apresentam um bom crescimento, atingem o tamanho comercial (7-9 cm, a partir de sementes de 1 cm) em 6 a 12 meses. No entanto, algumas das áreas de cultivo localizadas em baías estão em regiões muito sensíveis a modificações, pois se tratam de áreas semi-fechadas que estão recebendo uma forte pressão antrópica. Além disso, algumas características tornam esse ambiente suscetível, como a presença de altas concentrações de material particulado com baixa fração orgânica e a presença de áreas muito rasas com baixa circulação de água.

Sendo assim, é necessário para o desenvolvimento sustentável da maricultura e integridade do ecossistema, que sejam desenvolvidos programas de monitoramento dos locais de cultivo, que se integrem os dados já existentes e que se faça um rigoroso programa de gerenciamento costeiro. Nesse sentido, o presente trabalho buscou caracterizar parâmetros físico-químicos da coluna de água de ambientes utilizados para cultivos marinhos, realizar análises temporais e espaciais desses dados, acompanhamento da evolução da produção, como forma de contribuir na avaliação da relação entre o aumento dos cultivos e a qualidade desses ambientes, tanto para análises ambientais, quanto certificação de áreas de cultivo de moluscos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi a coleta de uma série temporal de dados em pontos de cultivo e a busca em bibliografia, por informações complementares tais como dados geomorfológicos, meteorológicos e sócio-ambientais. No total, foram feitas 498 coletas nos 5 pontos de estudo, os dados obtidos foram comparados entre a superfície e o fundo de cada local, entre as médias sazonais, entre as médias dos anos de estudo e entre os locais de estudo.

2.1. Local de estudo

A estudo foi conduzido na região da Ilha de Santa Catarina, em 5 pontos de cultivo de moluscos marinhos, entre as latitudes 27°23' e 27°55' S, longitude 48°40' e 48°20' W. O estudo foi realizado em quatro pontos dentro das baías, dois na Baía Sul, dois na Baía Norte e um quinto, próximo à entrada Sul, fora da baía, na Praia da Pinheira (Figura 1).

Os locais em estudo diferem entre si quanto a características ambientais, geomorfológicas e de fluxo de água (Cruz, 1998). Também diferem em relação às características dos cultivos como volume produzido, densidades adotadas e sistemas de cultivo (Tabela 1).

2.2. Análises de água

As amostras foram tomadas entre janeiro de 1999 e dezembro de 2002, com coletas aproximadamente quinzenais, como parte de um projeto de monitoramento realizada por uma equipe

do Laboratório de Moluscos da UFSC. As amostragens foram feitas em duas profundidades, na superfície (0,30 m de profundidade) e fundo (a 0,50 m do fundo), sendo que se tratava de áreas relativamente rasas, variando de 1,5 m a 5,0 m.

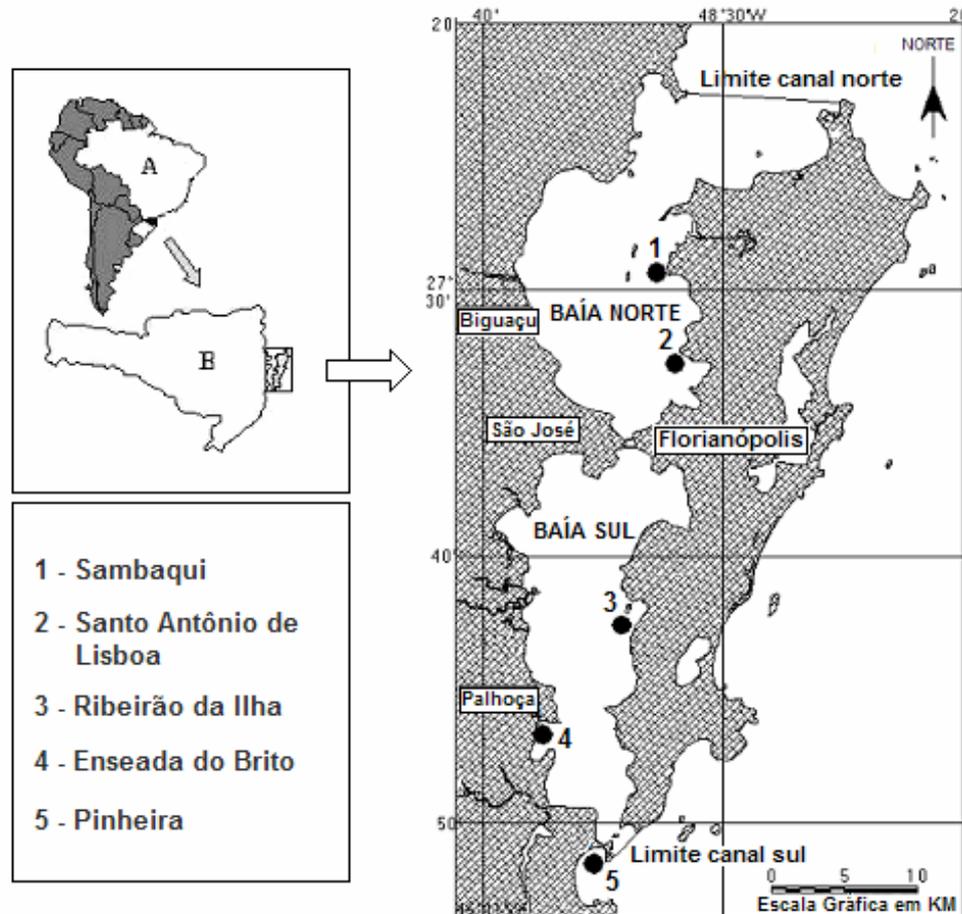


Figura 1. Localização dos locais de estudo. A- Brasil na América do Sul; B- Estado de Santa Catarina; C- Ilha de Santa Catarina. Pontos de estudo: 1,2- Baía Norte; 3-4 Baía Sul; 5- fora da Baía (Praia da Pinheira). Com indicação (barras) dos limites utilizados para cálculo de área e volume.

Foram analisados parâmetros físico-químicos, clorofila *a* e material particulado em suspensão na coluna d'água. Para a determinação de temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido (OD) foi utilizado um equipamento multiparâmetro Multiline P4 (WTW), sendo que as determinações foram realizadas *in loco*. A matéria particulada total (MTP), matéria orgânica particulada (MOP), matéria inorgânica particulada (MIP) e clorofila *a*, foram determinados em laboratório. As amostras de água foram obtidas com o auxílio de uma garrafa de Niskys, coletando-se 4 litros de água por ponto amostrado. Tomando-se os devidos cuidados no armazenamento das amostras, mantendo abrigada do calor e da luz, até a chegada ao laboratório e efetuando as filtrações de preparo para análise no máximo quatro horas depois da coleta.

O material particulado (MTP, MIP e MOP) foi avaliado usando a metodologia adaptada da descrita em Strickland & Parsons (1972) e Littlepage (1998). As amostras foram filtradas por uma malha de 230 μm para reter as partículas maiores, sendo depois filtradas em filtro de fibra de vidro (Whatman GF/F) de 0,45 μm de porosidade e lavados com água destilada para a remoção de sais. Posteriormente os filtros foram secos a 60°C por 48 horas, pesados e queimados a 450°C por duas

horas para a determinação da fração orgânica e inorgânica do material particulado total. Em todos os casos foram realizadas três repetições para cada amostra.

Tabela 1. Descrição dos locais de estudo, Sambaqui, Santo Antônio, Ribeirão, Enseada e Pinheira. Características: profundidade, área, volume, circulação, sistema de cultivo, posicionamento, sedimento e vento mais influente.

Características	Sambaqui	Sto.Antônio	Ribeirão	Enseada	Pinheira
Profundidade ¹ (m)	2,5 a 3,5	1,5 a 2,5	3,0 a 4,0	1,5 a 2,5	4,0 a 5,0
Área ² (ha)	14,17	7,14	104,00	38,20	16,00
Volume (m ³)	425.100	142.800	3.640.000	373.000	720.000
Circulação ³	Intermediária	Baixa	Intermediária	Baixa	Alta
Sistema de cultivo	Long-lines	Fixo	Long-lines	Fixo	Long-lines
Posicionamento ⁵	O	NO	NO	E	O
Sedimento ⁶	Lodo/areia	Lodo	Areia	Lodo	Areia
Vento ⁷	N	N	S	NE	S

Fontes: ¹Marinha do Brasil I(2003); ²Oliveira Neto(2005); ³Prudêncio (2003); ⁴Voltado para; ⁵Marinha do Brasil (2003); ⁶Cruz(1998), ⁷vento mais influente Sales (2001)

A clorofila-*a* foi determinada através do método fluorimétrico por extração (Strickland & Parsons, 1972; Littlepage, 1998) sendo a leitura realizada em Fluorímetro AU 10 (Turner Designs ®). A concentração de clorofila-*a* vem sendo usada como uma medida de campo para um índice de biomassa fitoplantônica (Day *et al.*, 1989), embora segundo Behrenfeld & Boss (2006), seja variável e influenciada pelas mudanças fisiológicas na pigmentação intracelular em resposta a variações das condições de crescimento.

Para determinação da área de cada local de cultivo estudado, usaram-se como base as áreas aquícolas apresentados em Oliveira Neto (2005), somando os polígonos próximos, pertencentes ao mesmo local, usando como critério para a soma, características inerentes a cada ponto (costão, enseada, área de cultivo, proximidade).

Para determinação da produção, se fixou a área de cultivos e se assumiu que houve um aumento de densidade. Para facilitar a apresentação, adotamos uma simplificação para o ciclo de crescimento dos moluscos, considerando que o tempo para atingir o tamanho comercial, é de aproximadamente um ano, e que de modo geral a sementeira só acontece em período por ano, obtivemos os dados de produção em g m⁻³ ano⁻¹.

Os dados de pluviometria, dos quais foram extraídas as médias de precipitação acumulada, foram fornecidos em parte pelo Climehr (Centro Integrado de Meteorologia e Recursos. Hídricos de Santa Catarina) 1999 a 2001 e estação meteorológica do Aeroporto para o período 2001 e 2002.

2.3. Tratamento dos dados

Para verificar se houve diferença significativa entre superfície e fundo, entre estações e, entre os locais, após verificação de normalidade, foi usado ANOVA. Quando verificada diferença significativa entre os dados e, havendo homogeneidade entre as variâncias, segundo teste de Bartlett, foi aplicado o teste de comparação entre médias, segundo Tukey. Os dados de produção e clorofila-*a* foram analisados através da correlação de Pearson, $\alpha=0,05$, utilizando o programa Statistica for Windows, versão 5.1 (Stat Soft).

Através da análise multivariada dos componentes principais (APC) foram avaliadas as semelhanças entre os locais de estudo e os dados sazonais, uma vez que a APC ajuda a verificar as semelhanças ecológicas das amostras (Pielou, 1984). Para a aplicação deste método foi utilizado o programa de computador XLSTAT, versão 7.1 (Addinsoft).

3. RESULTADOS

3.1. Análise entre profundidades

Os dados de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido (OD), pH e clorofila *a* não apresentaram diferenças significativas entre os dados de superfície e de fundo, em nenhum dos locais de estudo. A feofitina-*a* apresentou diferença significativa em Sambaqui e na Enseada, nos demais pontos não houve diferença entre superfície e fundo (Tabela 02).

Os dados de MTP no fundo, foram maiores do que os de superfície com diferenças significativas em Sambaqui, Santo Antônio e Enseada (Tabela 02). No entanto não foi observada diferença significativa na fração orgânica (FO) entre os dados de superfície e fundo (Tabela 3). No Ribeirão e na Pinheira não houve diferença significativa em nenhum desses parâmetros.

3.2. Análise entre locais

Na análise espacial, entre os cinco pontos estudados, usando as médias acumuladas dos quatro anos de estudo, os valores de clorofila *a* apresentaram diferenças significativas na superfície e no fundo (Tabela 02). A média de clorofila *a* em Santo Antônio foi maior que todos os outros pontos; Sambaqui foi maior que Pinheira; Ribeirão maior que Pinheira e menor que em Santo Antônio; e Enseada maior que Pinheira e menor que Santo Antônio. Apenas nos dados de superfície, Sambaqui foi maior que Enseada e apenas nos dados de fundo, Sambaqui foi maior que Ribeirão (Tabela3; Figura 3).

Os valores de feofitina-*a* apresentaram diferença significativa, na superfície e no fundo, na Pinheira foi menor que Sambaqui e Santo Antônio e apenas no fundo Ribeirão foi menor do que em Sambaqui.

A MPT apresentou diferenças significativas na superfície e no fundo, em Sambaqui foi mais alta do que em todos os outros pontos (Tabela 2). Em Santo Antônio foi mais alta que no Ribeirão, na Enseada e na Pinheira, entre os três últimos não houve diferenças nesse parâmetro. Os valores de

MIP e MOP apresentaram o mesmo padrão da MPT, com diferenças significativas entre os dados de superfície e fundo.

Entre os locais estudados, a fração orgânica foi estatisticamente diferente no fundo, na Pinheira foi maior do que em Sambaqui, Santo Antônio e Enseada. Na superfície, a FO somente apresentou diferença entre Sambaqui e Pinheira (Tabela 4).

Tabela 2. Dados Médios dos 5 pontos estudados em 2 profundidades. Médias anuais (1999 a 2002) e respectivos desvios padrão de parâmetros físico químicos, Temp, pH, OD, O₂, sal, Clor, Feo, MPT, FO, MIP, MOP e Turb.

Parâmetros	Profundidade	Sambaqui	Sto Antônio	Ribeirão	Enseada	Pinheira
Temp °C	Sup	22,86 (±3,49)	23,02 (±3,74)	21,79 (±3,79)	22,78 (±3,69)	20,59 (±2,70)
	Fun	22,75 (±3,48)	22,88 (±3,67)	21,65 (3,63)	22,53 (±3,57)	20,47 (±2,65)
pH	Sup	8,06 (±0,33)	8,04 (±0,35)	8,07 (±0,28)	7,95 (±0,38)	8,05 (±0,39)
	Fun	8,06 (±0,36)	8,00 (±0,38)	8,04 (0,30)	7,94 (±0,38)	8,02 (±0,41)
OD mg.L ⁻¹	Sup	6,88 (±0,98)	6,82 (±1,19)	7,21 (±1,18)	6,71 (±1,14)	7,14 (±0,89)
	Fun	6,75 (±1,15)	6,58 (±1,10)	7,18 (±1,22)	6,51 (±1,11)	7,22 (±0,92)
O ₂ %	Sup	91,13 (±9,93)	90,30 (±13,18)	92,17(±12,27)	88,95(±13,73)	92,11(±10,80)
	Fun	89,53 (±10,77)	86,98 (±12,57)	91,95 (±13,05)	86,18 (±13,63)	92,68 (±10,80)
Sal ‰	Sup	31,47 (±2,10)	31,63 (±1,97)	31,64 (±2,37)	31,95 (±2,41)	33,25 (± 2,11)
	Fun	31,70 (±1,81)	31,72 (±1,87)	31,80 (±2,19)	32,17 (±2,13)	33,35 (2,09)
Clor μg.L ⁻¹	Sup	3,22 (±1,62)	4,00 (±2,57)	2,55 (±1,55)	2,47 (±1,39)	1,43 (±1,06)
	Fun	3,48 (±1,75)	4,27 (±2,65)	2,58 (±1,52)	2,95 (±1,68)	1,69 (±1,38)
Feo μg.L ⁻¹	Sup	1,44 (±0,75)	1,87 (±1,04)	1,36 (±0,87)	1,42 (±1,03)	0,90 (±0,77)
	Fun	1,77 (±0,89)	2,15 (±1,37)	1,50 (±0,89)	1,80 (±0,88)	1,10 (±0,84)
MPT mg.L ⁻¹	Sup	27,13 (±17,19)	20,60 (±15,07)	9,26 (±5,92)	11,12 (±8,33)	7,92 (±6,75)
	Fun	39,54 (±25,55)	30,21 (±20,87)	11,33 (±9,26)	17,42 (±11,86)	10,11 (±10,11)
FO Fração	Sup	0,19 (±0,09)	0,22 (±0,14)	0,23 (±0,12)	0,23 (±0,21)	0,25 (±0,17)
	Fun	0,19 (±0,07)	0,22 (±0,13)	0,23 (±0,15)	0,19 (±0,12)	0,29 (±0,20)
MIP mg.L ⁻¹	Sup	22,71 (±14,42)	17,21 (±12,60)	7,89 (±5,45)	9,54 (±7,49)	6,78 (±6,06)
	Fun	34,31 (±22,55)	24,21 (±16,72)	9,51 (±7,88)	14,95 (±10,54)	9,15 (±9,20)
MOP mg.L ⁻¹	Sup	4,17 (±3,32)	3,49 (±2,85)	1,71 (±1,22)	1,56 (±1,08)	1,28 (±0,92)
	Fun	5,63 (±3,94)	4,91(±4,09)	1,97 (±1,63)	2,34 (±1,66)	1,85 (±1,72)
Turbidez NTU	Sup	10,11 (±9,48)	7,29 (±4,90)	4,15 (±2,56)	5,88 (±5,65)	3,08(±3,06)
	Fun	17,68 (±17,96)	10,80 (±6,49)	5,50 (± 4,70)	8,37 (±6,06)	3,71 (±3,64)

Tabela 03. Resultado ANOVA, análise entre profundidades, superfície e fundo, dentro de cada local, nos pontos que apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Local	Parâmetro	p	F
Sambaqui	MPT	<0,01	F(1,24)=18,91
Enseada	MPT	<0,01	F(1,17)=9,84
Santo Antônio	MPT	<0,01	F(1,17)=13,35
Sambaqui	Feofitina-a	<0,01	F(1,23)=9,08
Enseada	Feofitina-a	<0,01	F(1,18)=10,69

Tabela 04. Resultado ANOVA para análise entre os 05 locais estudados.

Parâmetro	Superfície		Fundo	
Clorofila-a	p<0,01	F(4,43)=24,75	p<0,01	F(4,43)=21,91
Feofitina-a	p<0,01	F(4,44)=6,38	p<0,01	F(4,42)=5,23
FO	p<0,05	F(4,42)=2,82	p<0,01	F(4,42)=8,45
MPT	P<0,01	F(4,42)=40,95	p<0,01	F(4,42)=47,53
MIP	p<0,01	F(4,42)=31,43	p<0,01	F(4,42)=21,71
MOP	p<0,01	F(4,42)=41,13	p<0,01	F(4,42)=27,47
Turbidez	p<0,01	F(4,34)= 14,10	p<0,01	F(4,34)=18,98

Na turbidez houve diferença significativa nos dados de superfície, em Sambaqui foi maior que todos os outros pontos, e em Santo Antônio foi maior que no Ribeirão e na Pinheira. No fundo, Sambaqui também apresentou os maiores valores em relação aos outros pontos e Santo Antônio foi maior apenas que a Pinheira (Tabela 2 e 4).

3.3. Análise sazonal

Foram analisadas as médias sazonais de cada local durante os quatro anos de estudo. Na salinidade, ocorreu sazonalidade em Sambaqui apenas nos dados de fundo, na primavera foi mais alta que no inverno. Na Enseada, na salinidade, houve diferença somente na superfície, sendo na primavera maior do que no verão. Na Pinheira, ocorreu diferença na superfície e no fundo, sendo que no inverno a salinidade foi menor do que na primavera e no verão (Tabela 5).

As temperaturas foram significativamente diferentes, as maiores temperaturas ocorreram no verão em relação à primavera, outono e inverno em todos os pontos. Entre as temperaturas de primavera e outono não houve diferenças significativas (Tabela 6).

Na análise sazonal dos valores de MPT (Tabela 3), os dados do Ribeirão apresentaram diferença significativa somente na superfície, onde na primavera ocorreu maior concentração de MPT. Na Enseada, a MPT somente apareceu diferença nas médias de fundo, na primavera maior concentração do que no verão. Na Pinheira, somente ocorreu diferença nos dados de fundo, na primavera e no inverno foram maiores do que no verão e no outono. Os valores sazonais de MPT não mostraram diferença em Sambaqui, Santo Antônio e na superfície da Enseada. Na FO não houve diferença significativa entre as estações em nenhum dos locais (Figura 3).

Tabela 5. Médias sazonais e desvios padrões, de quatro anos (1999 a 2002), de alguns parâmetros, Clor, Feo, MPT, FO, sal e Temp. Nos 5 pontos de estudo em 2 profundidades. Verão, Outono, Inverno e Primavera.

Locais	Est	Prof	Clor $\mu\text{g.L}^{-1}$	Feo $\mu\text{g.L}^{-1}$	MPT mg.L^{-1}	FO	Sal ‰	Temp °C
Sambaqui	Ver	Sup	3,82(\pm 1,72)	1,52(\pm 0,77)	26,32(\pm 15,43)	0,22(\pm 0,09)	31,51(\pm 1,90)	26,85(\pm 1,32)
		Fun	4,28(\pm 1,99)	1,97(\pm 1,01)	36,23(\pm 17,92)	0,20(\pm 0,07)	31,74(\pm 1,78)	26,69(\pm 1,27)
	Out	Sup	4,24(\pm 1,51)	2,00(\pm 0,88)	21,47(\pm 11,30)	0,20(\pm 0,11)	31,84(\pm 1,90)	22,68(\pm 2,56)
		Fun	4,27(\pm 1,47)	2,23(\pm 0,97)	35,59(\pm 22,41)	0,17(\pm 0,05)	31,98(\pm 1,84)	22,61(\pm 2,57)
	Inv	Sup	2,68(\pm 1,27)	1,38(\pm 0,54)	30,98(\pm 23,80)	0,17(\pm 0,10)	30,92(\pm 1,85)	18,81(\pm 1,64)
		Fun	3,06(\pm 1,40)	1,53(\pm 0,61)	37,29(\pm 24,91)	0,16(\pm 0,09)	31,98(\pm 1,81)	18,62(\pm 1,56)
	Pri	Sup	2,20(\pm 1,17)	0,98(\pm 0,47)	29,01(\pm 14,05)	0,16(\pm 0,06)	31,69(\pm 2,67)	23,69(\pm 2,01)
		Fun	2,52(\pm 1,43)	1,43(\pm 0,84)	48,50(\pm 32,90)	0,16(\pm 0,06)	32,22(\pm 1,64)	23,53(\pm 1,99)
Santo Antônio	Ver	Sup	5,12(\pm 3,34)	2,18(\pm 1,25)	21,15(\pm 11,45)	0,28(\pm 0,10)	31,79(\pm 2,14)	27,71(\pm 1,67)
		Fun	5,22(\pm 3,09)	2,64(\pm 1,85)	32,42(\pm 21,63)	0,24(\pm 0,08)	31,99(\pm 1,85)	27,46(\pm 1,60)
	Out	Sup	5,05(\pm 2,64)	2,54(\pm 1,10)	24,38(\pm 16,99)	0,26(\pm 0,18)	31,96(\pm 1,78)	23,20(\pm 2,71)
		Fun	5,75(\pm 2,97)	2,92(\pm 1,40)	26,16(\pm 16,67)	0,26(\pm 0,18)	32,13(\pm 1,62)	23,10(\pm 2,70)
	Inv	Sup	3,34(\pm 2,02)	1,50(\pm 0,71)	21,12(\pm 18,11)	0,20(\pm 0,14)	30,92(\pm 2,06)	18,89(\pm 1,80)
		Fun	3,46(\pm 2,18)	1,57(\pm 0,78)	36,83(\pm 34,33)	0,21(\pm 0,13)	30,91(\pm 1,92)	18,72(\pm 1,71)
	Pri	Sup	2,83(\pm 1,06)	1,34(\pm 0,52)	21,15(\pm 11,45)	0,17(\pm 0,04)	31,99(\pm 1,67)	24,02(\pm 2,15)
		Fun	2,98(\pm 1,10)	1,55(\pm 0,51)	32,42(\pm 21,63)	0,17(\pm 0,05)	32,06(\pm 1,54)	23,78(\pm 2,04)
Ribeirão	Ver	Sup	3,66(\pm 1,79)	1,57(\pm 0,77)	8,23(\pm 7,10)	0,26(\pm 0,15)	31,50(\pm 2,08)	27,04(\pm 1,71)
		Fun	3,55(\pm 1,91)	1,87(\pm 0,88)	11,05(\pm 7,96)	0,29(\pm 0,21)	31,61(\pm 1,87)	26,65(\pm 1,44)
	Out	Sup	2,17(\pm 0,96)	1,25(\pm 0,68)	6,86(\pm 2,81)	0,19(\pm 0,09)	32,13(\pm 2,19)	21,46(\pm 2,36)
		Fun	2,25(\pm 1,02)	1,32(\pm 0,65)	9,79(\pm 7,23)	0,17(\pm 0,09)	32,47(\pm 1,48)	21,36(\pm 2,26)
	Inv	Sup	2,16(\pm 1,37)	1,47(\pm 1,09)	8,86(\pm 5,01)	0,24(\pm 0,11)	31,21(\pm 2,64)	17,80(\pm 1,91)
		Fun	2,35(\pm 1,43)	1,55(\pm 1,09)	9,64(\pm 4,41)	0,22(\pm 0,08)	31,27(\pm 2,58)	17,76(\pm 1,88)
	Pri	Sup	2,28(\pm 1,51)	1,19(\pm 0,87)	13,20(\pm 8,36)	0,25(\pm 0,13)	31,36(\pm 2,51)	22,39(\pm 2,13)
		Fun	2,25(\pm 1,30)	1,24(\pm 0,87)	15,28(\pm 14,60)	0,25(\pm 0,16)	31,78(\pm 2,48)	22,25(\pm 2,04)
Enseada	Ver	Sup	2,73(\pm 1,66)	1,27(\pm 0,76)	10,44(\pm 8,48)	0,32(\pm 0,32)	31,17(\pm 2,57)	26,96(\pm 1,83)
		Fun	3,86(\pm 2,14)	1,99(\pm 0,92)	13,37(\pm 9,23)	0,22(\pm 0,12)	31,69(\pm 2,20)	26,64(\pm 1,88)
	Out	Sup	2,54(\pm 1,07)	1,74(\pm 1,27)	9,03(\pm 6,25)	0,21(\pm 0,14)	32,08(\pm 1,56)	21,92(\pm 2,61)
		Fun	2,84(\pm 0,94)	1,91(\pm 0,87)	15,56(\pm 8,96)	0,17(\pm 0,07)	32,38(\pm 1,56)	21,56(\pm 2,27)
	Inv	Sup	2,16(\pm 1,41)	1,48(\pm 1,27)	13,73(\pm 9,04)	0,21(\pm 0,24)	31,57(\pm 2,59)	17,88(\pm 1,50)
		Fun	2,07(\pm 1,28)	1,70(\pm 1,71)	19,31(\pm 13,52)	0,20(\pm 0,17)	31,66(\pm 2,44)	17,86(\pm 1,48)
	Pri	Sup	2,39(\pm 1,38)	1,20(\pm 0,62)	11,86(\pm 9,46)	0,20(\pm 0,15)	32,99(\pm 2,66)	22,98(\pm 1,96)
		Fun	2,85(\pm 1,58)	1,58(\pm 0,67)	22,32(\pm 14,35)	0,15(\pm 0,11)	32,90(\pm 2,28)	22,72(\pm 2,01)
Pinheira	Ver	Sup	1,06(\pm 0,64)	0,52(\pm 0,40)	5,64(\pm 5,82)	0,23(\pm 0,09)	34,09(\pm 1,44)	24,38(\pm 1,73)
		Fun	1,40(\pm 0,93)	0,79(\pm 0,47)	6,16(\pm 5,99)	0,32(\pm 0,20)	34,19(\pm 1,16)	24,08(\pm 1,99)
	Out	Sup	1,13(\pm 0,53)	1,06(\pm 0,89)	7,30(\pm 6,57)	0,31(\pm 0,23)	33,16(\pm 1,71)	21,15(\pm 1,87)
		Fun	1,26(\pm 0,56)	1,22(\pm 0,88)	7,39(\pm 6,21)	0,24(\pm 0,24)	33,34(\pm 1,73)	21,10(\pm 1,85)
	Inv	Sup	1,77(\pm 1,56)	1,15(\pm 1,26)	9,78(\pm 8,32)	0,24(\pm 0,14)	32,14(\pm 2,55)	17,86(\pm 1,25)
		Fun	1,85(\pm 1,74)	1,26(\pm 1,09)	13,23(\pm 13,13)	0,25(\pm 0,15)	32,20(\pm 2,53)	17,84(\pm 1,25)
	Pri	Sup	1,69(\pm 0,69)	0,86(\pm 0,56)	7,98(\pm 4,45)	0,21(\pm 0,15)	34,35(\pm 1,79)	20,56(\pm 1,59)
		Fun	2,21(\pm 1,14)	1,08(\pm 0,64)	12,57(\pm 10,62)	0,23(\pm 0,19)	34,39(\pm 1,70)	20,36(\pm 1,49)

Tabela 6. Resultado ANOVA, análise sazonal, média acumulada das estações nos anos estudados.

Parâmetro	Local	Superfície	Fundo
-----------	-------	------------	-------

Salinidade	Sambaqui	-	-	p<0,05	F(3,11)=2,75
	Enseada	p<0,05	F(3,89)=2,68	-	-
	Pinheira	P<0,01	F(3,71)=6,12	p<0,01	F(3,71)=6,30
Temperatura	Sambaqui	p<0,01	F(3,11) =88,43	p<0,01	F(3,11) =92,08
	Sto. Ant.	p<0,01	F(3,79)=60,77	p<0,01	F(3,79)=63,99
	Ribeirão	p<0,01	F(3,68)=64,84	p<0,01	F(3,68)=66,47
	Enseada	p<0,01	F(3,89)=77,42	p<0,01	F(3,89)=80,36
	Pinheira	p<0,01	F(3,71)=52,52	p<0,01	F(3,71)=47,06
MPT	Ribeirão	p<0,01	F(3,68)=3,89	-	-
	Enseada	-	-	p<0,05	F(3,87) =2,84
	Pinheira	-	-	p<0,05	F(3,71)=2,95
Clorofila-a	Sambaqui	p<0,01	F(3,11)=12,05	p<0,01	F(3,11)=8,89
	Santo Antônio	p<0,01	F(3,83)=4,86	p<0,01	F(3,93)=6,47
	Ribeirão	p<0,01	F(3,68)=4,44	p<0,05	F(3,68)=3,25
	Enseada	-	-	p<0,01	F(3,89)=5,25
Feofitina-a	Sambaqui	p<0,01	F(3,11)=10,64	p<0,01	F(3,11)=4,91
	Santo Antônio	p<0,01	F(3,82)=7,92	p<0,01	F(3,82)=7,10

Em Santo Antônio, a clorofila-a apresentou diferença significativa entre as estações, na superfície e no fundo, onde no verão e no outono os valores foram maiores que na primavera, e somente no fundo no outono foi maior que no inverno. A feofitina na superfície, na primavera foi menor que no verão e no outono, no fundo, na primavera e o inverno foram menores do que o outono e que no verão.

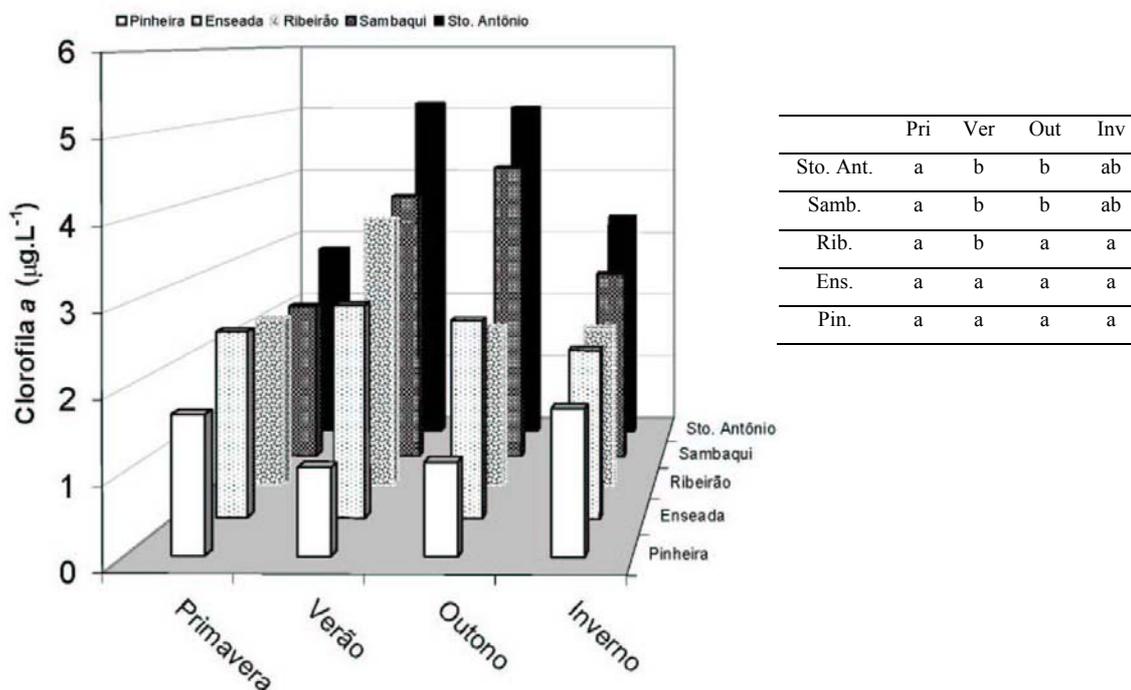


Figura 2. Variação sazonal da clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) nos diferentes pontos de estudo, dados de superfície, de 1999 a 2002 médias sazonais de valores agrupados. Resultado de análise de Tukey entre as estações dentro de cada ponto.

Na análise sazonal da clorofila-a (Figura 2), em Sambaqui houve diferença entre as estações na superfície, no outono os valores foram maiores que na primavera e que no inverno; no verão os

valores de clorofila-a foram maiores que na primavera. No fundo a clorofila-a foi menor na primavera do que no verão e no outono, e estes últimos foram maiores que no inverno. Ainda em Sambaqui, os valores de feofitina-a foram diferentes na superfície, na primavera foram menores que no verão e no inverno, e no inverno foi menor do que no outono. Os valores de fundo também apresentaram diferença significativa, no outono foi maior que na primavera e que no inverno.

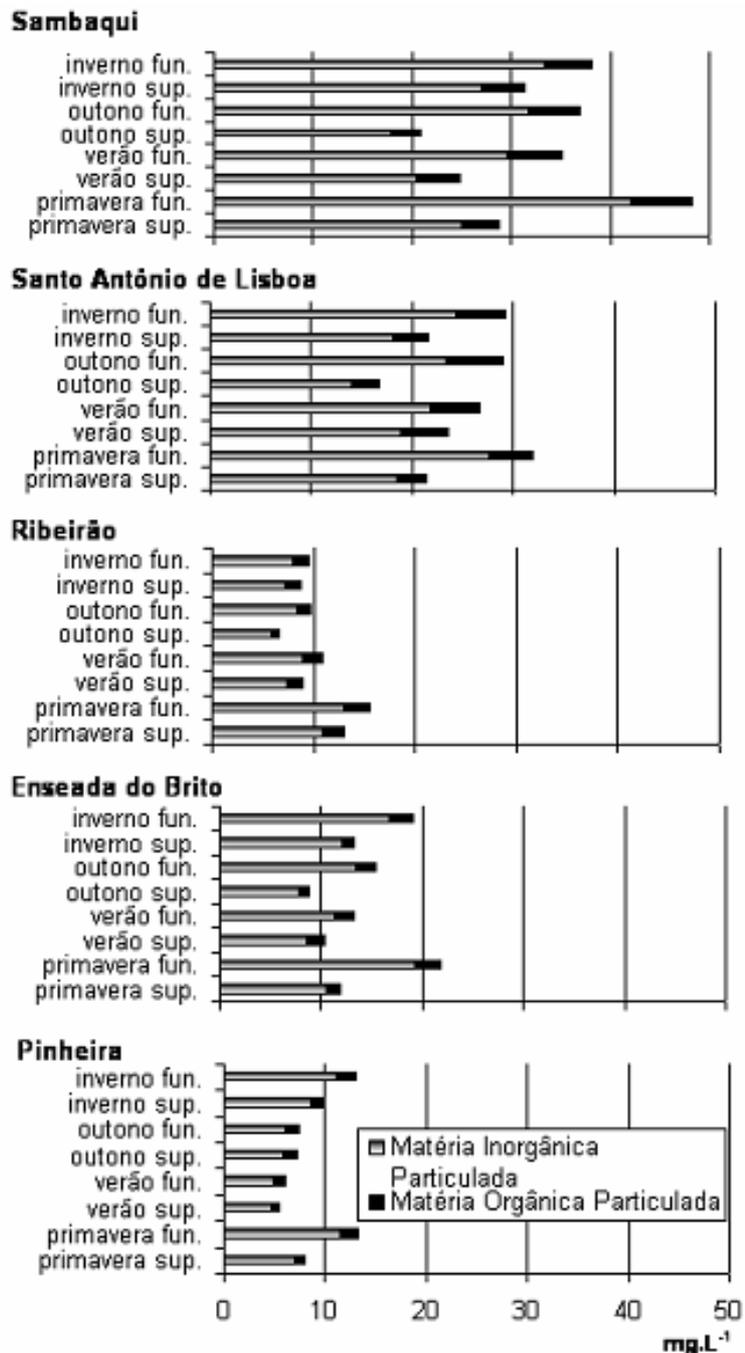


Figura 3. Quantidade e qualidade de MPT. MIP \square e MOP \blacksquare (mg.L⁻¹) nos diferentes locais de amostragem. Dados de 1999 a 2002 agrupados em médias sazonais.

No Ribeirão, os valores de clorofila-a apresentaram diferença na superfície, no verão, houve maior concentração de clorofila-a do que na primavera, no outono e no inverno. Nos dados de fundo

apenas houve diferença entre o verão e a primavera. A feofitina-a não apresentou diferença entre estações neste local.

Na Enseada houve diferença nos dados de fundo, onde no verão a concentração de clorofila-a foi maior do que no inverno, a feofitina-a não apresentou diferença. Na Pinheira não houve diferença na clorofila-a e na feofitina-a entre as estações.

3.4. Análise temporal

Na análise temporal foram comparadas as médias dos anos de 1999 a 2002. A MPT em Sambaqui, na superfície, no ano de 2001, foi maior do que em 1999; no fundo, em 2001 foi maior do que em 1999 e 2000. Em Santo Antônio somente houve diferença significativa no fundo, sendo que 2001 foi maior que 1999.

Tabela 7. Médias anuais e desvios padrões, de Clor, MPT e FO, dos quatro anos de estudo, 1999, 2000, 2001, 2002, nos 5 pontos a 2 profundidades.

Local	Ano	Clor $\mu\text{g.L}^{-1}$		MPT mg.L^{-1}		FO	
		Superfície	Fundo	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
Sambaqui	1999	4,72 ($\pm 1,73$)	5,10 ($\pm 1,95$)	19,26 ($\pm 13,37$)	24,96 ($\pm 15,17$)	0,17 ($\pm 0,08$)	0,15 ($\pm 0,08$)
	2000	3,05 ($\pm 1,28$)	3,05 ($\pm 1,00$)	21,74 ($\pm 10,68$)	33,84 ($\pm 18,90$)	0,18 ($\pm 0,12$)	0,16 ($\pm 0,07$)
	2001	2,91 ($\pm 1,46$)	3,40 ($\pm 1,80$)	32,36 ($\pm 22,11$)	49,88 ($\pm 31,00$)	0,20 ($\pm 0,09$)	0,19 ($\pm 0,07$)
	2002	2,74 ($\pm 1,43$)	2,82 ($\pm 1,35$)	28,74 ($\pm 12,36$)	38,19 ($\pm 20,70$)	0,19 ($\pm 0,08$)	0,17 ($\pm 0,07$)
Santo Antônio	1999	5,93 ($\pm 3,12$)	5,97 ($\pm 3,19$)	14,09 ($\pm 11,49$)	18,97 ($\pm 11,76$)	0,27 ($\pm 0,15$)	0,34 ($\pm 0,21$)
	2000	3,23 ($\pm 1,61$)	3,14 ($\pm 1,31$)	18,07 ($\pm 11,38$)	29,09 ($\pm 18,09$)	0,19 ($\pm 0,08$)	0,40 ($\pm 0,34$)
	2001	4,12 ($\pm 2,97$)	4,95 ($\pm 3,20$)	25,80 ($\pm 17,13$)	40,50 ($\pm 26,07$)	0,27 ($\pm 0,19$)	0,37 ($\pm 0,30$)
	2002	3,10 ($\pm 1,51$)	3,39 ($\pm 1,86$)	23,42 ($\pm 16,98$)	36,29 ($\pm 30,76$)	0,17 ($\pm 0,09$)	0,30 ($\pm 0,26$)
Ribeirão	1999	2,82 ($\pm 1,17$)	3,00 ($\pm 1,15$)	6,88 ($\pm 2,90$)	8,38 ($\pm 3,35$)	0,20 ($\pm 0,09$)	0,24 ($\pm 0,12$)
	2000	2,20 ($\pm 1,40$)	2,30 ($\pm 1,26$)	8,40 ($\pm 7,31$)	10,06 ($\pm 8,32$)	0,27 ($\pm 0,15$)	0,32 ($\pm 0,30$)
	2001	3,05 ($\pm 2,15$)	2,93 ($\pm 2,06$)	12,98 ($\pm 5,78$)	11,48 ($\pm 7,11$)	0,23 ($\pm 0,22$)	0,22 ($\pm 0,22$)
	2002	2,14 ($\pm 1,22$)	2,14 ($\pm 1,34$)	9,27 ($\pm 5,69$)	14,49 ($\pm 13,08$)	0,21 ($\pm 0,09$)	0,21 ($\pm 0,09$)
Enseada	1999	2,93 ($\pm 1,30$)	3,11 ($\pm 1,45$)	9,14 ($\pm 5,24$)	13,12 ($\pm 6,60$)	0,14 ($\pm 0,09$)	0,16 ($\pm 0,07$)
	2000	1,86 ($\pm 1,15$)	2,37 ($\pm 1,79$)	9,52 ($\pm 8,13$)	18,97 ($\pm 11,59$)	0,22 ($\pm 0,17$)	0,19 ($\pm 0,13$)
	2001	2,74 ($\pm 1,67$)	3,55 ($\pm 1,91$)	11,53 ($\pm 9,97$)	16,19 ($\pm 12,83$)	0,26 ($\pm 0,24$)	0,19 ($\pm 0,09$)
	2002	2,20 ($\pm 1,03$)	2,48 ($\pm 1,17$)	12,02 ($\pm 7,33$)	18,62 ($\pm 11,90$)	0,29 ($\pm 0,27$)	0,22 ($\pm 0,18$)
Pinheira	1999	1,76 ($\pm 1,11$)	1,82 ($\pm 1,10$)	6,32 ($\pm 6,21$)	5,59 ($\pm 6,35$)	0,28 ($\pm 0,19$)	0,32 ($\pm 0,23$)
	2000	1,44 ($\pm 0,70$)	1,89 ($\pm 0,94$)	9,33 ($\pm 8,64$)	13,62 ($\pm 14,07$)	0,32 ($\pm 0,23$)	0,35 ($\pm 0,22$)
	2001	1,26 ($\pm 0,75$)	1,71 ($\pm 1,71$)	9,06 ($\pm 6,19$)	14,62 ($\pm 12,59$)	0,19 ($\pm 0,06$)	0,24 ($\pm 0,17$)
	2002	1,02 ($\pm 0,71$)	1,13 ($\pm 0,76$)	7,74 ($\pm 5,96$)	9,07 ($\pm 5,28$)	0,22 ($\pm 0,12$)	0,22 ($\pm 0,13$)

Tabela 8. Resultado ANOVA para análise temporal, médias dos anos estudados.

Parâmetro	Local	Superfície	Fundo
-----------	-------	------------	-------

MTP	Sambaqui	p<0,01	F(3,12)=4,16	p<0,01	F(3,12)=5,97
	Santo Antônio	-	-	p<0,05	F(3,84)=3,33
	Ribeirão	p<0,05	F(3,66)=3,95	-	-
	Pinheira	-	-	p<0,05	F(3,69)=3,65
Clorofila a	Sambaqui	p<0,01	F(3,12)=9,92	p<0,01	F(3,12)=10,48
	Santo Antônio	p<0,01	F(3,84)=8,61	p<0,01	F(3,84)=7,02
	Pinheira	p<0,05	F(3,69)=2,81	-	-
	Enseada	p<0,05	F(3,86)=3,23	-	-

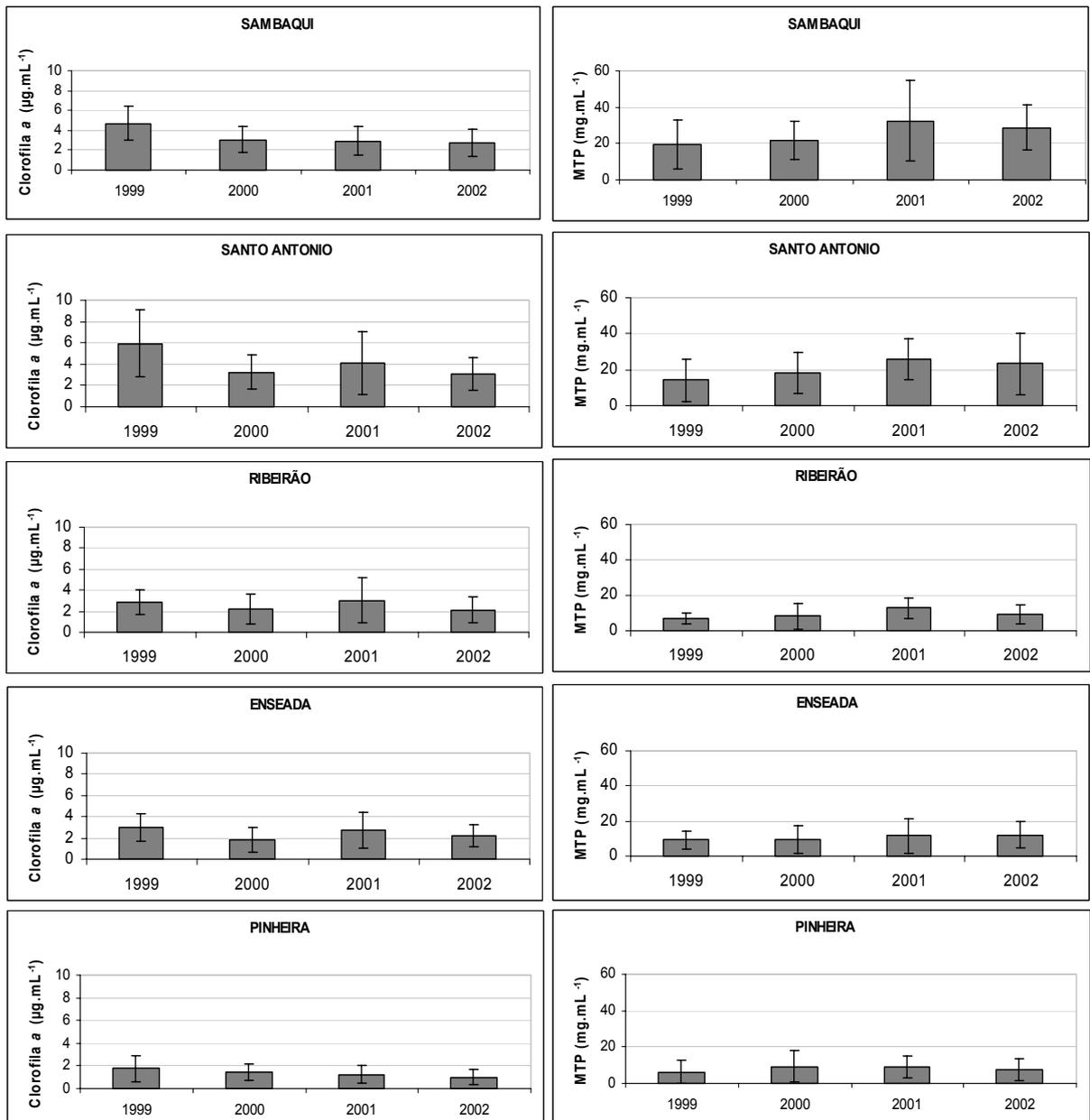


Figura 4. Dados anuais, de 1999 a 2002, de Clorofila-a e MTP nos cinco pontos de estudo, Sambaqui, Sto. Antônio, Ribeirão, Enseada e Pinheira (dados de superfície).

A MTP no Ribeirão houve diferença na superfície, em 2001 foi mais alta que em 1999. Na Pinheira somente houve diferença nos dados de fundo, quando em 2001 apresentou maior concentração de MTP do que em 1999. Na Enseada não houve diferença significativa entre os anos na MPT. A FO não apresentou diferença entre os anos em nenhum dos pontos de estudo. No parâmetro clorofila *a*, em Sambaqui, houve diferença na superfície e fundo, sendo que em 1999 foi maior do que nos outros anos.

Em Santo Antônio, na superfície o ano de 1999 apresentou concentração mais alta de clorofila *a* na superfície em relação aos outros anos do estudo, e no fundo em 1999 foi maior que em 2000 e em 2002. Na Pinheira a clorofila *a* mostrou diferença nos dados de superfície, onde 1999 foi maior do que 2002. Na Enseada houve diferença na superfície, em 1999 foi maior do que em 2000. No Ribeirão não houve diferença significativa entre os anos de estudo.

3.4. Análise dos componentes principais

A análise de componentes principais (Figura 4, Tabela 3), com entrada de 220 dados de parâmetros físico-químicos, dos 5 pontos estudados, apresentou uma percentagem de variância de 61,78% para os dois primeiros eixos, sendo de 33,07% para o eixo F1 e de 28,71% para o eixo F2.

Tabela 9. Análise dos componentes principais, porcentagem de variância dos eixos e contribuição relativa das variáveis para cada eixo ($p < 0,05$) (referente à Figura 5)

Caracterização dos eixos - Variáveis	Eixo 1 Espacial	Eixo 2 Sazonal
Porcentagem de variância dos eixos	33,07 %	28,71 %
	Correlações	Correlações
Média de precipitação acumulada (mm)	0,811	26,667
Clorofila <i>a</i>	14,848	6,832
Material Particulado total	21,636	0,042
Temperatura	0,291	28,088
Oxigênio dissolvido	1,978	11,299
pH	0,151	1,011
Salinidade	14,305	1,097
Fração orgânica do MPT	13,050	2,057
Feofitina <i>a</i>	13,352	1,595
Turbidez	18,702	1,260
Saturação de oxigênio (O ₂ %)	0,876	20,053

O cálculo da contribuição relativa das amostras (Tabela 9) permite avaliar a importância de cada eixo sobre a posição relativa dessas amostras. Em APC essas amostras são iguais às coordenadas dos pontos sobre cada eixo. A Tabela 10 mostra a matriz de correlação utilizada como base para estabelecer o conjunto de eixos (componentes) perpendiculares.

Transpondo os dados sobre o eixo F1, foi possível identificar agrupamentos de dados, na parte negativa, os dados da Pinheira (fora da Baía), na área central Ribeirão e Enseada (Baía Sul) e no lado positivo, os dados de Santo Antônio e Sambaqui (Baía Norte), o que caracteriza um eixo com distribuição espacial. O agrupamento positivo deste eixo, Baía Norte, está correlacionado a maior quantidade de clorofila *a*, material particulado total e turbidez (Tabela 9). O grupamento do lado

negativo, onde está a Pinheira possui correlação com salinidade e fração orgânica. Na porção positiva do eixo estão representados 100% das amostras da Baía Norte. Os pontos da Baía Sul estão na parte intermediária do eixo F1, caracterizando-as como um ambiente intermediário entre a baía Norte e fora da Baía.

Tabela 10. Matriz de correlação obtida através das médias de 4 anos de estudo (1999 –2002) dos dados de superfície dos 5 pontos de cultivo de moluscos marinhos estudados.

	mm	Clor	MPT	Temp	OD	pH	sal	FO	feo	Turb	O2 %
mm	1	0,203	-0,078	0,916	-0,492	-0,149	0,354	0,189	-0,048	-0,248	0,694
Clor	0,203	1	0,527	0,436	-0,308	-0,119	-0,450	-0,335	0,882	0,323	0,271
MPT	-0,078	0,527	1	0,150	-0,314	0,216	-0,529	-0,615	0,411	0,876	-0,058
Temp	0,916	0,436	0,150	1	-0,582	-0,009	0,009	0,129	0,163	-0,092	0,684
OD	-0,492	-0,308	-0,314	-0,582	1	0,049	-0,001	-0,042	-0,133	-0,240	-0,167
pH	-0,149	-0,119	0,216	-0,009	0,049	1	-0,169	-0,116	-0,248	0,051	-0,046
sal	0,354	-0,450	-0,529	0,009	-0,001	-0,169	1	0,318	-0,508	-0,501	0,249
FO	0,189	-0,335	-0,615	0,129	-0,042	-0,116	0,318	1	-0,274	-0,644	0,328
feo	-0,048	0,882	0,411	0,163	-0,133	-0,248	-0,508	-0,274	1	0,290	0,061
O2 %	-0,248	0,323	0,876	-0,092	-0,240	0,051	-0,501	-0,644	0,290	1	-0,301
Turb	0,694	0,271	-0,058	0,684	-0,167	-0,046	0,249	0,328	0,061	-0,301	1

Sublinhados os valores significantes (exceto diagonais) a nível de significância alfa=0,05

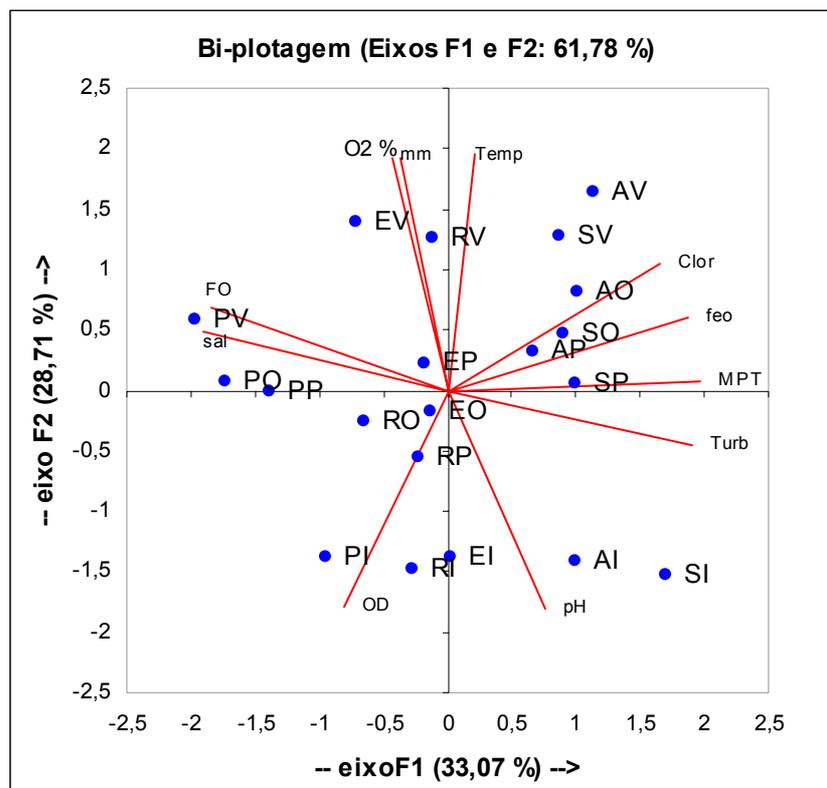


Figura 5. Bi-plotagem da Análise dos Componentes Principais, representando as observações (locais em cada estação do ano) e as variáveis (parâmetros analisados) com entrada de 220 médias sazonais de 4 anos de estudo de variáveis químico-físicas de 5 pontos de cultivo na Baía de Florianópolis (Nas observações a primeira letra maiúscula representa o local de coleta: Pinheira, Sambaqui, Enseada, Santo Antônio e Ribeirão; a segunda letra maiúscula representa as médias por estação: em amostragens de Primavera, Verão, Outono e Inverno).

No eixo F2 as observações estão distribuídas em agrupamentos das estações do ano variação sazonal. Na parte negativa do eixo estão agrupados 100 % das observações de inverno, as de verão estão 100% na parte positiva do eixo e as de outono e primavera a estão em posição intermediárias, formando um gradiente. O eixo F2 está correlacionado, além da temperatura da água, com as variáveis, precipitação acumulada, saturação do oxigênio e OD. A clorofila *a* recebe tanto influência sazonal quanto espacial na área estudada.

Pode-se observar as correlações entre as variáveis (Tabela 10), a precipitação acumulada mostrou correlação positiva com a temperatura e saturação de oxigênio, e correlação negativa com o oxigênio dissolvido. A clorofila *a*, está correlacionada positivamente com MPT e feofitina *a*, e negativamente com a salinidade. A MPT tem correlação negativa com a salinidade e fração orgânica e positiva com a saturação de oxigênio.

3.5. Evolução da produção nos anos de estudo e dados complementares

Durante os anos de estudo, 1999 a 2002, a produção apresentou um aumento relativamente discreto da mitilicultura, pois este ocorreu principalmente entre 1990 e 1998, e mais significativo na ostreicultura, cerca de 80 %, cujo aumento de produção ocorreu a partir de 1996, tendendo a estabilização (EPAGRI/CEPA, 2006). Durante os anos de estudo, pode-se verificar a variação anual da produção de mexilhões e ostras, nos pontos de estudo (Tabela 11).

Tabela 11. Evolução da produção de moluscos, *Perna perna* e *Crassostrea gigas*, durante 4 anos (1999 a 2002) em peso total, produção e biomassa, nos 5 pontos de estudo.

Locais	Anos	Colheita Tonelada ¹	Biomassa g m ⁻³	Produção Kg m ⁻² ano ⁻¹	Variação anual de produção %	Variação total de produção %
Sambaqui	1999	69,36	163,16	0,49		
	2000	76,15	179,13	0,54	10,20	93,88
	2001	112,31	264,20	0,79	46,30	
	2002	135,04	317,67	0,95	20,25	
Santo Antônio	1999	161,84	1.133,33	2,27		
	2000	122,04	854,62	1,57	-30,84	-12,78
	2001	161,90	1133,75	2,27	44,59	
	2002	141,12	988,23	1,98	-12,78	
Ribeirão	1999	544,59	149,61	0,52		
	2000	820,63	225,45	0,79	51,92	132,69
	2001	1.743,92	497,10	1,68	112,66	
	2002	1.259,35	345,97	1,21	-27,98	
Enseada	1999	812,00	2.176,94	2,13		
	2000	868,00	2.327,08	2,27	6,57	28,17
	2001	886,00	2.375,33	2,32	2,20	
	2002	1.042,00	2.793,56	2,73	17,67	
Pinheira	1999	560,00	777,78	3,50		
	2000	672,00	933,33	4,2	20,00	68,86
	2001	796,00	1.105,55	4,97	18,33	
	2002	946,00	1.313,89	5,91	18,91	

¹ Fonte: EPAGRI dados não publicados.

Analisando os dados de produção e de clorofila-a, conforme teste de correlação de Pearson, $\alpha=0,05$, não foi possível estabelecer correlação entre estes dois parâmetros, para os diferentes locais analisados

Na tabela 13 são apresentadas as áreas e volumes das baías estudadas, e a produção no ano de 2004, que ocorreu dentro de cada baía. Foi considerada a densidade de moluscos cultivados e desconsiderado as variações relativas à semeadura e colheita. Estima-se que na Baía Sul exista uma área de cultivo de moluscos de aproximadamente 400 ha (4 Km²), enquanto na Baía Norte a área é de aproximadamente 200 ha (2 Km²) (Oliveira Neto, 2005).

Tabela 12. Dados de área, volume, profundidade e biomassa, das Baías Norte e Sul.

	Área ¹ Km ²	Volume total 10 ⁶ m ³	Profun. Média ² m	Biomassa ³ g m ⁻³	Produção ³ g m ⁻² ano ⁻¹
Baía Norte	244,38	1278	5,23	2,04	12,75
Baía Sul	180,70	800	4,43	6,37	28,23

¹SEAP/PR (2007)

²calculado a partir dos dados de Salles (2001)

³dados de produção fonte: EPAGRI/CEPA (2005)

Tabela 13. Precipitação acumulada por ano, entre 1999 a 2002. Médias acumuladas por estação durante estes anos.

Anos	1999	2000	2001	2002
mm	1.682,60	1.599,20	1.843,30	1.533,20
Estações	Primavera	Verão	Outono	Inverno
mm	738,07	812,90	694,25	479,15

Fonte: Climerh estação meteorológica do Aeroporto Hercílio Luz (dados não publicados)

4. DISCUSSÃO

Existe uma série de fatores que podem alterar o equilíbrio de determinado ecossistema, dentre eles a variação na biomassa de bivalves e na oferta de nutrientes para o fitoplâncton. Em ambientes de cultivo é importante fazer o acompanhamento de variações ambientais, para isso deve-se estabelecer níveis como normais ou padrões, para determinado ecossistema. Os limites destes níveis são obtidos através de mensuração direta, dados históricos, e também devem se manter a níveis que não prejudique ou altere de forma impactante a biota existente. Podemos usar como indicadores de alterações ambientais, acima de limites pré-determinados, parâmetros da qualidade da água como na quantidade de fitoplâncton (clorofila *a*) de nutrientes disponíveis para o fitoplâncton (MPT, MIP, MOP, FO), pela variação na qualidade da água (pH, O₂).

Nos dados coletados pode-se perceber, através dos desvios padrões, que em alguns parâmetros, ocorre uma ampla faixa de variação (Tabela 2), isto provavelmente está relacionado ao fato de se tratar de áreas localizadas nas proximidades da costa e com baixa profundidade. Day et al. (1987) afirma que, a maioria dos ecossistemas estuarinos são abertos e variáveis, dominados e

subsidiados pelos processos físicos, resultando em uma grande troca de materiais bióticos e abióticos, incluindo água, sais, nutrientes, sedimentos e organismos com sistemas vizinhos.

Segundo Bayne (1993), a variabilidade temporal nas características da água ocorre em diferentes escalas, variações em curto prazo geralmente são efeitos das alterações de maré, ainda podem ocorrer em escala de eventos e escala sazonal. Navarro e Iglesias (1993) observaram que, em estuários rasos, a composição do seston parece ser fortemente determinada por fatores hidrodinâmicos, como maré e ventos, que causam ressuspensão do material do fundo. Pode-se perceber que os eventos climáticos, como ventos fortes e chuvas fortes ou prolongadas, influenciam a qualidade da água, na escala de horas e dias.

Em escala espacial, Small e Prins (1993) sugerem que, dependendo principalmente do volume total e do tempo de residência da massa da água, o impacto dos bivalves pode se estender a várias escalas, que são a escala do banco de moluscos, escala de estuário definido ou escala de área de baía, e ainda na escala de interface terra-oceano.

A área de estudo recebe a influência de rios, mangues, estuários e possui uma costa bem recortada, o que torna os pontos de estudo distintos entre si. Isto se mostra nos diferentes padrões das baías Norte e Sul, no que se refere a alguns parâmetros de qualidade de água, MPT e Clorofila *a*, diferenciam espacialmente os locais de estudo, assim como o ponto fora da baía se diferencia das demais, formando um gradiente, como pode ser observado na ACP (Figura 5). Para Valentin (2000), a ACP consiste em simplificar, condensar e representar sinteticamente vastos conjuntos de dados, para que as inter-relações ecológicas possam emergir. Através da análise de componentes principais foi possível explicar 61,78% da variância dos dados, sendo que 33,07% das variações nos parâmetros foram atribuídos a distribuição espacial, e 28,78% foram devido à variação sazonal.

Os valores de clorofila *a* foram influenciados tanto espacialmente se forma mais significativa, 14, % e também sazonalmente, 6,8%, sendo que na Baía Norte, os valores foram maiores durante o verão e outono (Figura 3). Na Baía Sul, as maiores médias foram obtidas no verão, fora da baía, a maior média foi encontrada na primavera, mostrando uma tendência a uma biomassa fitoplantônica nas estações mais quentes. Os fatores que se correlacionaram significativamente com a clorofila *a* foram a MPT, positivamente e a salinidade, negativamente (Tabela 6). Em sistemas tropicais, existe pouca previsibilidade sazonal, onde as mudanças na produtividade podem estar associadas a influxo de água de rios, pluviosidade, disponibilidade de nutrientes, circulação e irradiação, sendo assim, os modelos são mais variáveis (Day *et al.*, 1987).

Os valores de MPT também diferiram entre as baías. A Baía Norte apresentou maior concentração de material em suspensão em relação à Baía Sul, e esta não diferiu com o ponto de estudo fora da Baía. Isto pode estar ocorrendo devido ao aporte de águas costeiras e influência de manguezais próximos aos pontos de estudo na Baía Norte, e de águas fluviais que desembocam na Baía Norte são os rios Ratonés e Itacorubi, de origem insular, e o Rio Biguaçu, de origem continental. Referenciar (Cruz, 1998)+ informações sobre maré e outras influências

Na Baía Sul, segundo Cruz (1998), curvas batimétricas de 3 a 5 metros delimitam áreas rasas, separando profundidades maiores, nas quais vão e voltam as correntes de maré provenientes do Canal Sul, sendo que estas correntes evitam os baixios na Enseada do Brito. O mesmo ocorre na

Baía Norte, onde a água entra pelo Canal Norte em corredores largos, espalha-se pelas reentrâncias litorâneas e ao atingi-las toma a direção do vento local, no entanto desvia-se de fundos mais rasos, como o do saco de Santo Antônio.

Os valores de MTP, MIP e MOP apresentaram diferença significativa entre os dados de superfície e fundo em Santo Antônio, Enseada e Sambaqui, com maiores valores no fundo, provavelmente pela menor circulação de água nesses locais. Isto poderia estar ocorrendo devido à sedimentação do material em suspensão, pela baixa energia da corrente de água, pois estes três pontos possuem fundos lodosos. Segundo Melo *et al.* (1997), uma indicação qualitativa da circulação na baía pode ser também inferida a partir de medições de parâmetros de qualidade de água e de amostras de sedimento.

Não houve diferença significativa nos dados de clorofila *a* entre superfície e fundo, desta forma, supomos que os locais estudados possuem circulação de água suficientemente forte para manter o fitoplâncton suspenso, pois a clorofila *a* se manteve homogênea ao longo da coluna da água em todos os pontos. Segundo Curtius *et al.* (2003), em ambientes com pouca movimentação das águas, mais de 50% da produção primária chega a sedimentar-se através da coluna d'água, em consequência, a maior parte da matéria particulada orgânica é mineralizada no sedimento, e os produtos de sua decomposição acabam retornando à coluna d'água.

Estuários e baías rasas de fundo inconsolidado caracterizam-se por grandes flutuações na quantidade e na composição do seston. A principal causa dessas mudanças é a ressuspensão de sedimentos finos durante períodos de velocidades altas de correntes, devido a marés, ondas e ventos e tempestades ocasionais (Hawkins *et al.*, 1998). A ressuspensão do sedimento de fundo tem um efeito significativo na qualidade e na quantidade de alimento disponível para animais filtradores, apesar de normalmente haver um aumento tanto na concentração de seston total quanto na concentração de matéria orgânica em suspensão, podendo haver uma diminuição acentuada na proporção de matéria orgânica em relação ao seston, alterando, portanto, a qualidade do seston (Bayne *et al.*, 1987).

A fração orgânica está negativamente correlacionada com o MPT (Tabela 6), o aumento da fração orgânica tanto pode ser devido ao aumento de produção primária, quanto a eventos climáticos, que aportam água continental contendo materiais, pois a MPT está negativamente correlacionada a salinidade. Segundo Hawkins *et al.* (1998), o fato de a MOP diminuir quando a MPT aumenta, é um padrão comum em muitos estuários e baías abrigadas. A redução da porção orgânica se deve a diluição das partículas orgânicas quando o silte ressuspendido aumenta a matéria inorgânica particulada na coluna de água (Fréchett & Grant, 1991; Navarro & Iglesias, 1993).

As mudanças ambientais de pequena escala, como na qualidade do alimento, representada aqui pela fração orgânica, influenciam o comportamento alimentar dos mexilhões, alterando a eficiência de seleção e na eficiência de absorção (Navarro *et al.*, 1996). Os processos de ressuspensão do sedimento podem afetar a quantidade e a qualidade de alimento disponível e assimilável por esses animais. Bayne (1993), afirma que os mexilhões respondem de diferentes formas a mudanças do alimento no ambiente.

Em todos os locais estudados, o MPT é constituído em sua maior parte de matéria inorgânica (Figura 3), apenas 19 a 29% de MOP. Segundo Bayne (1993), a taxa de filtração aumenta bruscamente com uma dieta com baixo conteúdo de matéria orgânica, particularmente em altas concentrações de seston. Segundo Dame (1996), altas concentrações de partículas orgânicas reduzem o valor alimentar do material particulado em suspensão.

Suplicy *et al.* (2003), constataram que o mexilhão *Perna perna*, nas condições da costa catarinense, os mexilhões mantêm uma taxa ingestão orgânica relativamente constante em condições de variação de seston, para compensação de baixo conteúdo orgânico através do ajuste da eficiência de seleção e rejeição de matéria inorgânica como pseudofezes.

Mesmo que os dados indiquem uma abundância relativamente maior de alimento para os moluscos na Baía Norte, é provável que este esteja menos disponível, pois requer maior quantidade de energia para sua seleção e metabolismo (Grant & Bacher; 1998). Os processos fisiológicos são dirigidos pela temperatura, concentração de alimento, matéria orgânica particulada, fitoplâncton, entre outros, que influenciam na capacidade do indivíduo em ingerir ou rejeitar uma fração do alimento como pseudofezes (Bayne, 1998). Quando existe uma alta concentração de partículas, nem todo alimento pode ser utilizado pelos filtradores, uma parte é rejeitado sem ser ingerido, parte do que é ingerido não é assimilado, devido ao curto tempo de passagem pelo intestino, a proporção do material rejeitado varia com a quantidade e o conteúdo orgânico do seston (Bayne, 1993; Bacher, 1998).

Existe uma tendência de ocorrência de taxas altas de filtração na presença de altas concentrações de MPT de baixa qualidade e a conseqüente formação de pseudofezes, podendo-se afirmar que os cultivos de mexilhão nesses ambientes exercem um papel significativo como agentes de sedimentação e ciclagem de nutrientes (Bayne 1993; Hawkins *et al.* 1998; Suplicy *et al.*, 2003). As áreas costeiras são muito suscetíveis a modificações das condições ambientais que podem alterar as relações tróficas ou diretamente reduzir o índice de crescimento, funções fisiológicas e os processos de recrutamento e mortalidade (Heral, 1993; Grant *et al.*, 1993),

As diferenças nos valores de MPT, entre os anos de estudo, parecem estar ligados a variações ambientais naturais, como o regime de chuvas, que ocorrem entre os anos. Como ocorreu no ano de 2001 onde houve uma maior precipitação acumulada em relação aos outros anos (Tabelas 7 e 14). No parâmetro clorofila-*a*, em quase todos os pontos, apresentou uma tendência a ser maior no ano de 1999 do que nos outros anos, no entanto não foi possível estabelecer correlação com a produção para os diferentes locais analisados, nem entre o percentual de aumento total de produção e o percentual de variação de clorofila-*a*, pois são somente 04 anos de análise e existem muitos fatores influenciando as variações entre os anos e ao longo de cada ano.

Dame & Libes (1993), em estudos de campo mostraram que a retirada de ostras de estuários não influenciaram a abundância de fitoplâncton, mas reduziram significativamente as concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos, concluíram então que em curta escala de tempo e em estuários pequenos, existe potencialmente a dominância de controle *top-down* e *bottom-up*. Em estuários rasos, sistemas podem ser estabilizados através da atividade de animais suspensívoros, por causa do balanço entre o controle do fitoplâncton pela filtração e controle pela limitação de nutrientes no

fitoplancton (Herman, 1993). Officer *et al.* (1992) discutiram que a estabilidade desta relação só é possível quando o tempo de reciclagem da água é o mesmo que o tempo para o crescimento do fitoplancton, quando existe uma grande biomassa com alta capacidade de filtração e quando a profundidade é limitada, levando a uma baixa relação volume/área.

Segundo Wildish & Kristmanson (1997), produção é a taxa de incremento de biomassa vindo da parte do alimento assimilado que é retido e incorporado na biomassa da população. A biomassa de bivalves no ano de 2004, na Baía Norte foi $2,04 \text{ g m}^{-3}$ e na Sul foi de $6,37 \text{ g m}^{-3}$. Segundo Smaal & Prins (1993), quando a biomassa por volume é baixa, o impacto da filtração dos bivalves ficará limitada a escala de comunidades de bivalves, e o impacto no ecossistema será relativamente pequeno, a não ser que o tempo de residência seja muito longo.

As baías estudadas se mostrem propícias para o cultivo de moluscos, apesar da concentração de clorofila-a não ser muito elevada, a oferta alimentar é constante durante o ano, não havendo grandes alterações sazonais. No entanto, a alta concentração de material inorgânico em suspensão em relação ao material orgânico torna o ambiente sensível, pois em consequência da baixa fração orgânica, a taxa de filtração é alta e a eficiência de absorção é baixa. Por mecanismos de adaptação, os animais produzem maior quantidade de fezes e pseudofezes que tendem a sofrer deposição, esta biodeposição, dependendo da hidrodinâmica, pode causar modificações no bentos e na coluna de água, quando em altas concentrações de cultivo. Sendo assim, trata-se de um ecossistema extremamente suscetível a modificações, devido à alta concentração de material em suspensão, à existência de áreas muito rasas com pouca troca de água, à crescente pressão antrópica através de despejo de efluentes, aterramentos e mau uso do solo.

Embora tenha ocorrido um aumento na produção de moluscos durante os anos de estudo, este parece ser apenas mais um fator entre os vários com potencial de ocasionar mudanças na qualidade da água. Existem muitos fatores antrópicos que podem estar influenciando a qualidade e deste ecossistema, é muito difícil mensurar, avaliar e relacionar todos eles. Em torno da Baía de Florianópolis existem aproximadamente 700 mil habitantes (IBGE, 2005), parte dos efluentes gerados por esta população, além de toda a população que reside nas bacias hidrográficas dos rios que desembocam na Baía, acabam aportando material de toda a natureza para o seu interior. Não existem dados a respeito da entrada de efluentes e se desconhece os efeitos acumulativos destas substâncias orgânicas e inorgânicas para a qualidade da água.

Para que a maricultura se desenvolva com sustentabilidade, Grant *et al.* (1993), sugere que é essencial a implantação de programas de monitoramento para acompanhamento da evolução do processo de ocupação e sua gestão, buscando atualizar as informações disponíveis, a partir da definição de indicadores e de responsabilidades referentes à sistemática de coleta de dados. A padronização e integração de dados como os processos de transporte, dinâmica de sedimentação, modelos a nível de organismos e população e o uso da escala adequada são básicos para o estudo da capacidade de suporte de um ecossistema (Small *et al.*, 1998).

Através dos resultados deste trabalho e de outros estudos desenvolvidos nas condições da costa catarinense, é recomendável que seja feito um acompanhamento nas baías, pois, devido à dimensão das baías em relação à quantidade de cultivos no período deste estudo, mesmo que

alguma modificação esteja ocorrendo é bem provável que esta seja em escala de pontos de cultivo, e não em escala de quilômetros, afetando todo o ecossistema baía. Mas com o aumento da produção e ao longo do tempo possam ocorrer modificações, sendo assim é importante que seja feito um monitoramento constante de indicadores da qualidade ambiental, assim como estudos hidrológicos, como o tempo de residência para o melhor entendimento da dinâmica desse ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asmus, R. M. & Asmus, H. 1991. Mussel beds: limiting or promoting phytoplankton? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 148, 215-232.

Bacher, C.; Duarte, P.; Ferreira, J.G.; Héral, M. & Raill Ard, O. 1998. Assessment and comparison of the Marennes-Oléron Bay (France) and Carlingford Lough (Ireland) carrying capacity with ecosystems models. Aquat. Ecol., 31: 379-394.

Barg, U. C. 1992. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper, 328, 122 p.

Bayne, B. L. 1993. Feeding physiology of the bivalves: time-dependence and compensation for changes in food availability. In: Dame, R. (Ed.), Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes. Springer-Verlang, Berlin, pp. 01-24.

Bayne, B. L. 1998. The physiology of suspension feeding by bivalve molluscs: an introduction to the Plymouth "TROPHEE" workshop. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 219, 1-19.

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 low concentrations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 111, 1-22.

Behrenfeld, M. J. & Boss E. 2006. Beam attenuation and chlorophyll concentration as alternative optical indices of phytoplankton biomass. Journal of Marine Research, 64, 431-451.

Cruz, O. 1998. A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira. Florianópolis: Ed. da UFSC, 276p.

Curtius, A. J.; Seibert, E. L.; Fiedler, H.D.; Ferreira, J. F. & Vieira, P. H. F. 2003. Avaliando a contaminação por elementos traço em atividades de maricultura: resultados parciais de um estudo de caso realizado na Ilha de Santa Catarina, Brasil. Quim. Nova, 26(1), 44-52.

Dame, R. F. & Libes, S. 1993. Oyster reefs and nutrient retention in tidal creeks. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 171, 251-258.

Dame, R.F. 1993a. The role of bivalve filter feeder material fluxes in estuarine ecosystems. In: Dame, R. F. (Ed.), Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes. Springer-Verlang, Berlin, pp. 245- 269.

Dame, R.F., 1996. Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach. CRC Marine Science Series. Day, J. W., Hall, C. A. S.; Kemp, W. M.; Yáñez-arancibia, A., 1989. Estuarine Ecology. New York, USA: A Wiley- Interscience Publication.

EPAGRI/CEPA. Síntese Anual da Agricultura Catarinense 2004-2005. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2006. 400 p.

Fréchette, M. & Grant, J. 1991. An in situ estimation of the effect of the wind-driven resuspension on the growth of the mussel *Mytilus edulis* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 148, 201-213.

- Grant, J., Bacher, C., 1998. Comparative models of mussel bioenergetics and their validation at field culture sites. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 219, 21-44.
- Grant, J., Dowd, M., Thompson, K., Emerson, C., Hatcher, A., 1993. Perspectives on field studies and related biological models of bivalve growth and carrying capacity. In: Dame, R. (Ed.), *Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 371-420.
- 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.* 219, 87-103.
- Héral, M., 1993. Why carrying capacity models are useful tools for management of bivalve molluscs culture. In: *Bivalve filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes*. Dame, R. (Ed.). NATO ASI Series, vol. G 33, pp. 455- 478.
- Littlepage, J. L., 1998. *Oceanografia: Manual de Técnicas Oceanográficas para Trabalhos em Laboratório e a Bordo*. Fortaleza: EUFC.
- Marinha do Brasil. Centro de hidrografia da marinha. Carta Náutica 1903-1904. 2003.
- Navarro, E., Iglesias, J. I. P., 1993. Infaunal filter-feeding bivalves and the physiological response to short-term fluctuations in food availability and composition. In: *Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes*. Dame, R. (Ed.). NATO ASI Series, vol. G 33. pp. 25-56.
- 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.* 198, 175-189.
- Oliveira Neto, F. M. 2005. *Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI, 67p.
- Pielou, E. C., 1984. *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. Wiley, New York, 263 p.
- SEAP/PR, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. 2007. *Planos locais de desenvolvimento da maricultura: PLDM's de Santa Catarina*. Brasília: 313 p.
- Small, A. C. & Prins, T. C., 1993. The uptake of organic matter and the release of inorganic nutrients by bivalve suspension feeder beds. In: Dame, R. F. (Ed.), *Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 271- 298.
- Smaal, A. C.; Prins, T. C.; Dankers, N. & Ball, B. 1998. Minimum requirements for modelling bivalve carrying capacity. *Aquat. Ecol.*, (31): 423-428.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R., 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*, 2. (F.R.B.Can. Bulletin, 167). Ottawa: Queen's Printer.
- Suplicy, F. M.; Schmitt, J. F.; Moltschaniwskyj, N.A. & Ferreira, J. F. 2003. Modelling of filter-feeding behaviour in the brown mussel *Perna perna* (L.), exposed to natural variations of seston availability in Santa Catarina, Brazil. *J. Shellfish Res.*, 22,(1), 125-135.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

ARANA, L. A. V. **Modos de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros**: estudo de caso sobre o potencial e os riscos do cultivo de moluscos marinhos na Baía de Florianópolis, Santa Catarina. 2000. 245 f. Tese (doutorado em Ciências Humanas) – Centro de filosofia e ciências humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BAYNE, B. L.; HAWKINS, A. J. S.; NAVARRO, E. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 111, p. 1-22. 1987.

BERRY, P. F.; SCHLEYER, M. H. The brown mussel *Perna perna* on the Natal coast, South Africa: utilization of available food and energy budget. **Marine Ecology Program Series**, v.13, p. 201-210. 1983.

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura Catarinense 2004-2005**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2005. 400 p.

CERUTTI, R. L. **Contribuição ao conhecimento da poluição doméstica na Baía Norte, área da grande Florianópolis, SC**. 1996. 129 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Faculdade de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1996.

CORDEIRO, A. L. **A ostreicultura**: uma das alternativas econômicas para o Município de Florianópolis. 1997. 65 f. Monografia (Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

DAME, R. F. **Ecology of marine bivalves**: an ecosystem approach. CRC Marine Science Series, 1996. 254 p.

DAME, R. F. The role of bivalve filter feeder material fluxes in estuarine ecosystems. In: Dame, R. F. (Ed.), **Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes**. Springer-Verlag, Berlin, 1993. p. 245 - 269.

DAY, J. W et al. **Estuarine Ecology**. New York, USA: A Wiley - Interscience Publication, 1989. 558 p.

FAO, Fishstat 2005. Disponível em <<http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/FISHPLUS.asp>>. Acesso em: 08 agosto 2005.

FOSTER - SMITH, R. L. The effect of concentration of suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* L., *Cerastoderma edulis* (L.) and *Venerupis pullastra*. 1975. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 17, 1-22.

GESSAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes**. Rep.Stud.GESAMP, (57). 1996. 38 p.

GESSAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Planning and management for sustainable coastal aquaculture development**. Rep.Stud.GESAMP, (68). 2001. 107 p.

HAWKINS, A. J. S et al. Some general relationships in comparing the feeding physiology of suspension-feeding bivalve molluscs. 1998. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 219, p. 87-103.

IBGE, 2005. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 julho 2005.

LAURENTI, A, et al. Annual variations of nutrients and chemical-physical parameters in the Florianopolis Bay. In: Ecossistemas costeiros: do conhecimento a gestão, Florianópolis. 1996. Anais... p. 453-454.

MANTOURA, F. A, et al. Comparison between spectrophotometric fluorimetric and HPLC methods for chlorophyll analysis. In: JEFFREY, S. W. et al. **Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods**. Belgica, 1997. p. 361-380.

MELLO, L. G. M. **Taxas de biodeposição e clareamento do mexilhão *Perna perna* em ambiente de cultivo**. 1999. 33 f. Dissertação (mestrado em Aquicultura) - Departamento de Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NAVARRO, E; IGLESIAS, J. I. P. Infaunal filter-feeding bivalves and the physiological response to short-term fluctuations in food availability and composition. In: **Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystems Processes**. Dame, R. (Ed.). NATO ASI Series, vol. G 33. 1993. 579 p.

NAVARRO, E. et al. The effect of diets of phytoplankton and suspended bottom material on feeding and absorption of raft mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk). 1996. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 198, p. 175-189.

OLIVEIRA NETO, F. M. **Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina**. Santa Catarina: EPAGRI, 2005, 67p.

SALLES, C. M. **Dinâmica das águas**. Tubarão: UNISUL, 2001. 83p.

SCHETTINI, C. A. F. Impactos ambientais associados ao cultivo de moluscos marinhos. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA "A oceanografia rumo ao terceiro milênio", Itajaí: UNIVALI, 1997. p.51-55.

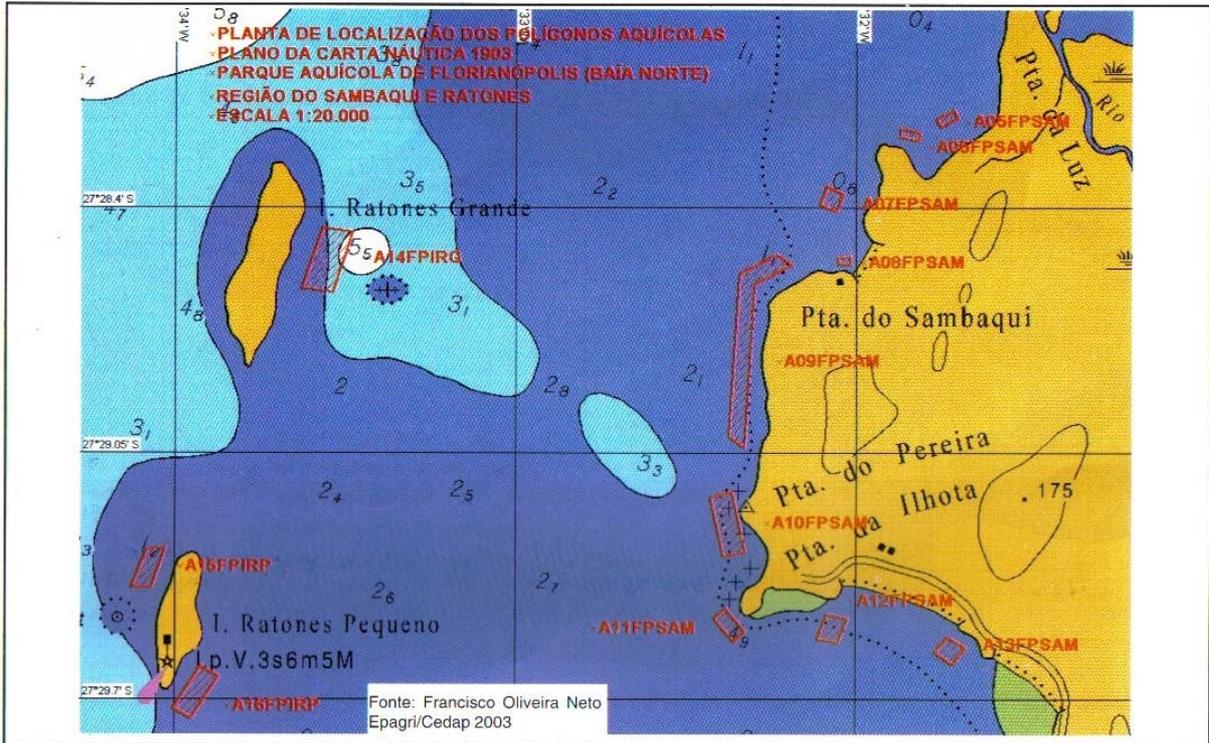
SCHMITT, R.J; OSENBURG, C.W. **Detecting ecological impacts: concepts and applications in coastal marine habitats**. 1996. San Diego, Academic Press, 401 p.

SMALL, A. C. The ecology and cultivation of mussels: new advances. 1991. **Aquaculture**. v.94 p. 245 - 261.

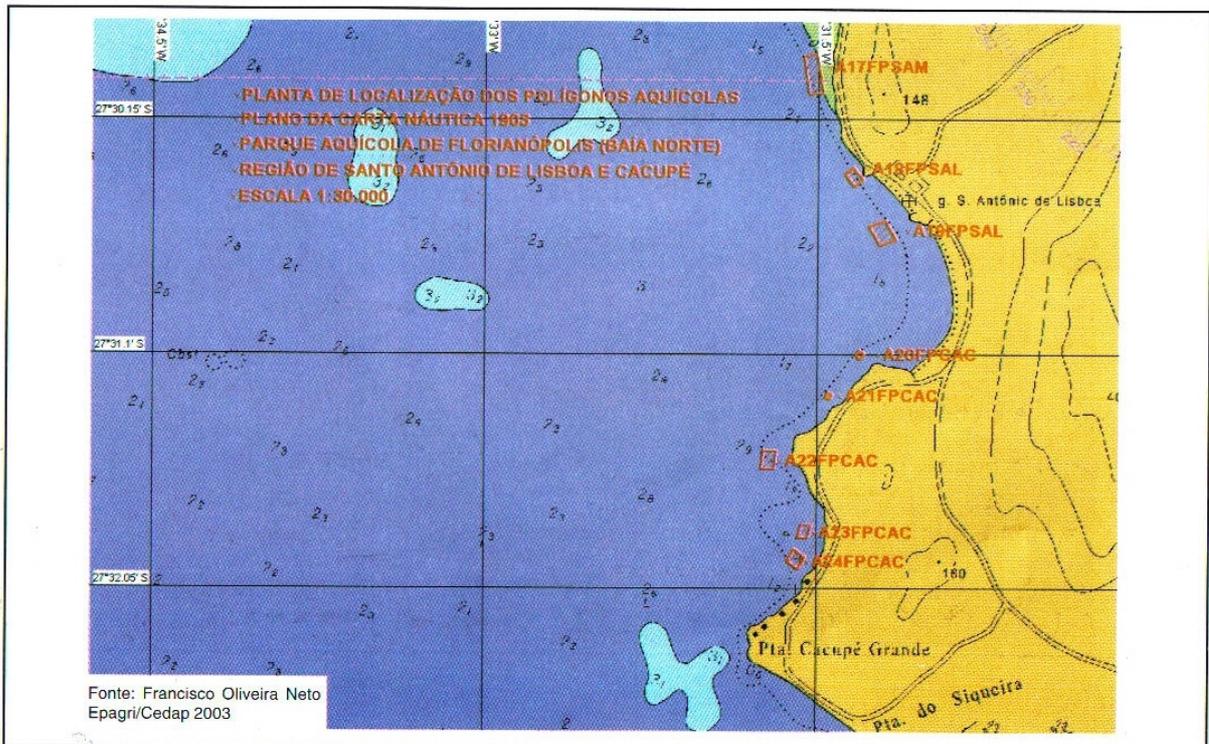
WILDISH, D; KRISTMANSON, D. **Benthic suspension feeders and flow..** Cambridge University Press, 1997. 409 p.

ANEXOS

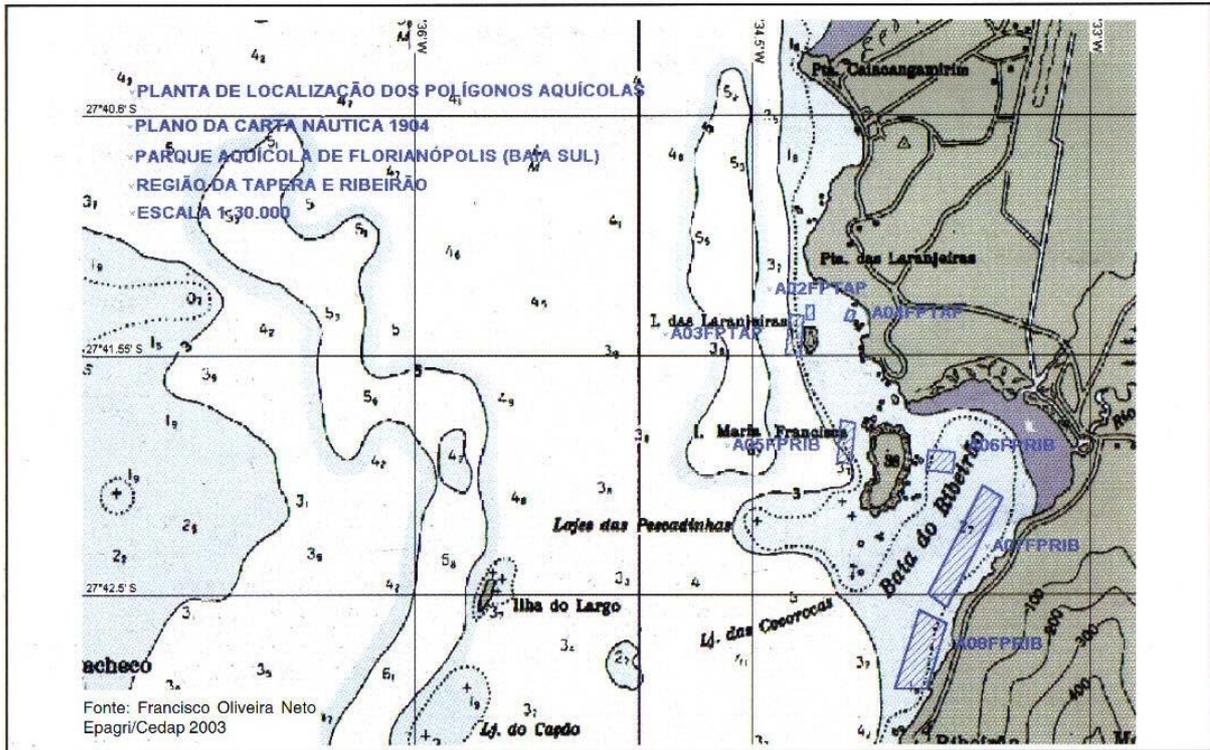
• Região do Sambaqui e Ratores – CN 1903



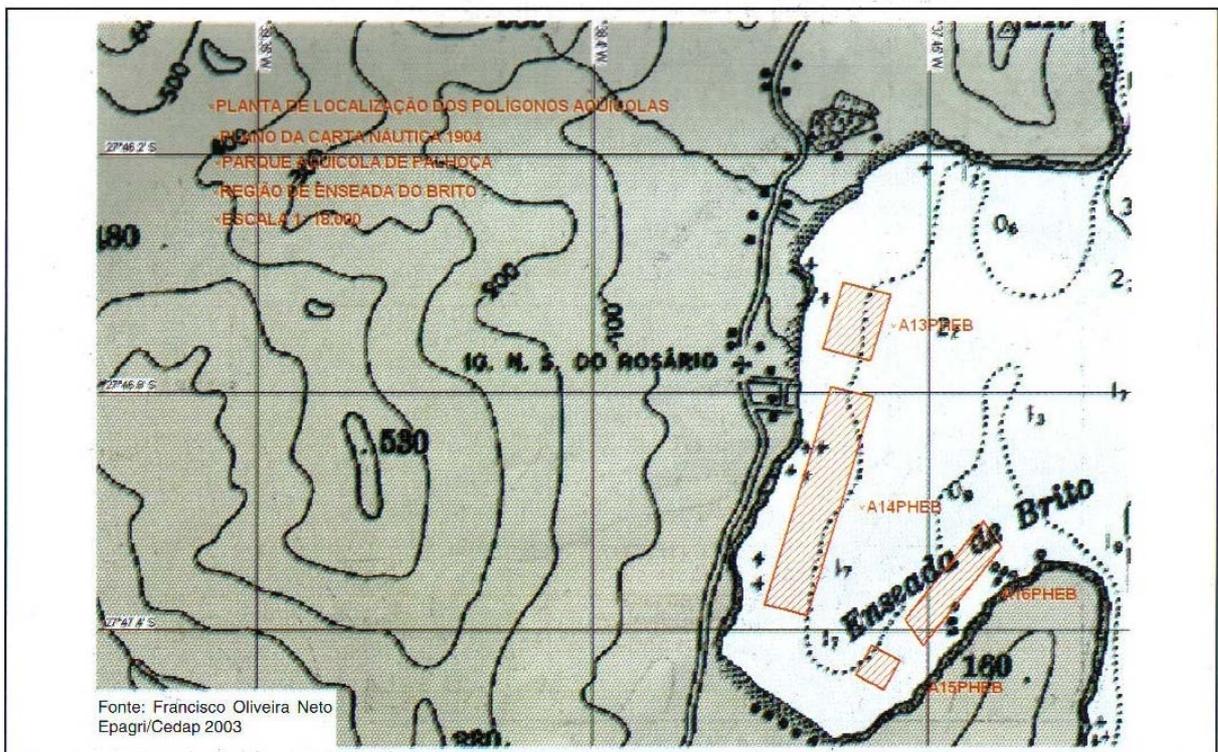
• Região de Santo Antônio de Lisboa e Cacupé – CN 1903



• Região da Tapera e Ribeirão da Ilha I – CN 1904



• Região de Enseada do Brito – 1904



- Região de Ponta do Papagaio – CN 1904

