

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICARDO SCHERER DE SOUZA

EFEITOS DOS CULTIVOS DE BIVALVES (MOLLUSCA, BIVALVIA) SOBRE AS  
ASSOCIAÇÕES BÊNÉTICAS MACROFAUNAIS NA BAÍA DA ILHA DE SANTA  
CATARINA (SC), BRASIL.

CURITIBA  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

RICARDO SCHERER DE SOUZA

EFEITOS DOS CULTIVOS DE BIVALVES (MOLLUSCA, BIVALVIA) SOBRE AS ASSOCIAÇÕES BÊNÉTICAS MACROFAUNAIS NA BAÍA DA ILHA DE SANTA CATARINA (SC), BRASIL.

Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia.

Orientador: Paulo da Cunha Lana

CURITIBA  
2008

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas

Souza, Ricardo Scherer de

Efeitos dos cultivos de bivalves (Mollusca, Bivalvia) sobre as associações bênticas macrofaunais na baía da ilha de Santa Catarina (SC), Brasil./ Ricardo Scherer de Souza . – Curitiba, 2008.

41 p.: il. ; 30cm. + 1CD-ROM

Orientador: Paulo da Cunha Lana

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Bivalve 2. Macrobentos I. Título II. Lana, Paulo da Cunha, 1956- III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20.ed.) 594.11

Termo de aprovação

**Efeitos dos cultivos de bivalves (Mollusca, Bivalvia) sobre as associações  
bênticas macrofaunais na baía da Ilha de Santa Catarina (SC), Brasil.**

por

***Ricardo Scherer de Souza***

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



Dr. Paulo da Cunha Lana - UFPR  
Presidente e Orientador



Dr. Sérgio Antônio Netto - UNISUL



Dr. Carlos Alberto Borzone - UFRR

Curitiba, 22 de fevereiro de 2008.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meu orientador, professor Paulo Lana por aceitar me orientar apesar da distância.

Agradeço a todos os companheiros de laboratório que me ajudaram de alguma forma seja no trabalho, seja nas horas de descontração.

Agradeço ao Paulinho Pagliosa, meu “orientador” não oficial, companheiro de coletas, planejamento, conversas, churrascos, cervejas e idéias.

Agradeço ao Eduardo Soriano, por disponibilizar a estrutura do NEMAR para o desenvolvimento de meu trabalho.

A todo o pessoal do NEMAR.

Ao IBAMA, Estação Ecológica Carijós, pela estrutura e pessoal disponibilizado para as análises da água.

A Alessandra Fonseca e Carolina pela ajuda com as análises e coletas da água.

Ao CNPq pelo apoio financeiro, sem o qual nada disso poderia ser feito.

A minha mãe e irmãs, sogra e sogro por acreditarem.

Principalmente à minha companheira, Mirele, pelo apoio, compreensão e palavras de incentivo em todos os momentos, nos ruins e nos bons, durante o período de execução deste trabalho.

A todos aqueles que embora eu não tenha citado, sabem que foram importantes de alguma maneira durante esta fase da minha vida.

## Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar possíveis alterações na estrutura de associações macrobênticas provocadas por cultivos de moluscos ao longo da baía da ilha de Santa Catarina, na região da grande Florianópolis (Santa Catarina, Brasil). Com a finalidade de comparação foram amostradas áreas na proximidade de cultivo intensivo e áreas controle, ao longo do ano de 2006. Diferenças significativas na diversidade e abundância entre as áreas amostradas foram primariamente devido à heterogeneidade ambiental natural. Os índices de diversidade de Shanon-Wiener e de equitabilidade de Pielou apresentaram diferenças significativas entre áreas de cultivo e áreas controle, com médias maiores dentro das áreas de cultivo, indicando um nível de estresse intermediário. Foram observados ainda indícios de que em alguns locais amostrados os impactos dos cultivos atingiram níveis mais elevados, tanto na estrutura da comunidade macrofaunal quanto em alguns parâmetros como teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio entre outros. Estas diferenças foram provocadas possivelmente pela alteração dos fundos locais causada pelo input de fragmentos de conchas e biodepósitos nas áreas de cultivo. A marcante variabilidade ambiental dos fundos locais, inerente à larga escala espacial do estudo, provavelmente mascarou outros possíveis efeitos provenientes da atividade de cultivo. Os resultados obtidos indicam que os cultivos de bivalves da região da ilha de Santa Catarina encontram-se em estágios de moderada a elevada intensidade e que alguns locais mostram as primeiras evidências que a capacidade suporte está sendo excedida em áreas de cultivo intenso.

Palavras-chave:

Fauna, comunidades, macrobentos, impacto de cultivos.

## **Abstract**

The aim of this study was evaluate changes on the structure of macrobenthic associations induced by shellfish cultivation farms along the Santa Catarina Island bay in Florianópolis region (Santa Catarina State, South Brazil). For comparison purposes, sampling was carried out at farming and control areas along the year of 2006. Significant differences in overall macrofaunal diversity and abundance among sampled areas were primarily due to natural environmental heterogeneity. The Shanon-Wiener diversity index and Pielou equitability index where significant differences among farms and control areas, with major means inside the farms, an indicative of intermediate stress level. In some places has indications that farm impacts reached more elevated levels, with changes in macrofaunal community structure and some parameters as organic matter and  $\text{CaCO}_3$ . These differences were probably related to changes of local bottoms by the input of shell's fragments and debris in the immediate neighborhood of shellfish farms. The marked environmental variability of local bottoms, inherent to the spatial scale of this study, probably masked other effects derived from cultivation activity. Our results suggest that shellfish farms in Santa Catarina Island region are currently at a moderate to large intensity stage, and in some local areas there is preliminary evidence that carrying capacity is being exceeded at intense cultivation areas.

Key-words:

Fauna, communities, macrobenthic, shellfish farm impacts



## Lista de figuras

- 1 – Baía da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Localização das estações amostrais. \_\_\_\_\_ 5
- 2 – Exemplo hipotético de uma estação amostral, mostrando a área de cultivo, a área controle e suas respectivas amostras. \_\_\_\_\_ 6
- 3 – Esquema amostral do estudo. 1 a 24 – Estações amostrais; Cul – áreas de cultivo; Con – áreas controle. \_\_\_\_\_ 7
- 4 – Variação espacial nas características texturais do sedimento e nos teores de  $\text{CaCO}_3$  e matéria orgânica. \_\_\_\_\_ 13
- 5 – Análise de ordenação (MDS) dos dados sedimentológicos com base no predomínio de grãos finos (lodoso) e grosseiros (arenoso) para os diferentes tratamentos (áreas de cultivo e áreas controle). \_\_\_\_\_ 14
- 6 – Variabilidade espacial dos parâmetros físico-químicos da água de fundo dos diferentes locais e tratamentos amostrados \_\_\_\_\_ 16-17
- 7 – Análise de ordenação (MDS) dos parâmetros físico-químicos da água Comparação com base nas características do sedimento e tratamentos combinadas. \_\_\_\_\_ 18
- 8 – Análise de ordenação (MDS) dos dados abióticos integrados dos diferentes tratamentos em áreas de diferentes características do sedimento. \_\_\_\_\_ 20
- 9 – Variabilidade espacial dos descritores da fauna nos diferentes locais e tratamentos amostrados (médias e desvios-padrão). Abundância total = Número médio de indivíduos por local amostrado; Nr. Spp = número médio de espécies por local amostrado;  $H'$  ( $\text{Log}_2$ ) = índice de diversidade de Shanon-Wiener médio por local amostrado;  $J'$  = índice de equitabilidade de Pielou médio por local amostrado. \_\_\_\_\_ 21
- 10 – Análise de Ordenação (MDS) da abundância e composição da macrofauna dos diferentes tratamentos em áreas com diferentes características do sedimento. \_\_\_\_ 22

## Lista de tabelas

1 – Resultados das análises de variância bifatoriais para os parâmetros granulométricos e teores de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e matéria orgânica (M.O.) do sedimento entre locais (arenosos e lodosos), tratamentos (cultivos e controles) e interação (locais x tratamento). \_\_\_\_\_ 15

2 – Resultados das análises de variância bifatoriais (ANOVA) para os parâmetros físico-químicos da água de fundo entre locais (arenosos e lodosos), tratamentos (cultivos e controles) e interação (locais x tratamento). \_\_\_\_\_ 19

3 – Resultados das análises de variância bi-fatorial (ANOVA) para os descritores da macrofauna. Local = locais de sedimentos arenosos e lodosos; Tratamento = áreas de cultivo e áreas controle. Os valores em negrito indicam diferenças significativas. \_\_\_\_\_ 23

## Sumário

Introdução _____	1
Hipótese do estudo _____	3
Metodologia _____	4
Área de estudos _____	4
Planejamento amostral _____	4
Coleta, processamento e análise dos dados _____	8
Sedimento _____	8
Coluna d'água _____	8
Análises estatísticas _____	10
Resultados _____	12
Parâmetros abióticos _____	12
Sedimento _____	12
Dados físico-químicos e nutrientes dissolvidos na água _____	14
Análise integrada dos dados abióticos _____	18
Macrofauna _____	20
Discussão _____	24
Referências bibliográficas _____	28
Anexos _____	CD ROM

## Introdução

Os oceanos sempre foram considerados uma fonte inesgotável de recursos pesqueiros, mas recentemente a percepção dos efeitos negativos da sobrepesca nos estoques pesqueiros mundiais levou a necessidade de se encontrar novas alternativas, como a aqüicultura, para atender as demandas humanas de proteína animal (ARANA, 1999). Tendo surgido como uma atividade em pequena escala, como complemento de renda para pescadores artesanais, a aqüicultura está deixando de ser uma atividade artesanal e está se tornando uma atividade comercial de grande escala, com a implantação de grandes empreendimentos voltados à produção e processamento de alimentos e desenvolvimento de negócios (BARROSO *et al.*, 2008).

A aqüicultura é definida como o cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. Este cultivo pode ser feito em água doce, como lagos, açudes e rios, ou em água do mar (maricultura). No Brasil a maricultura está representada principalmente pelo cultivo de moluscos (malacocultura) e de camarões (carcinocultura) (PAULILO, 2002).

O Estado de Santa Catarina, por possuir inúmeras áreas protegidas compostas por baías, enseadas e estuários, apresentar elevada produtividade em suas águas e também por receber incentivos governamentais para a implantação e desenvolvimento de cultivos de moluscos (COSTA *et al.* 1998), tornou-se o maior produtor nacional de ostras e mexilhões.

Em 2004 a produção de ostras já era 58,6 vezes maior que em 1991 e a produção de mexilhões 19,6 vezes maior que em 1991. A região da Grande Florianópolis concentra a maior produção do estado (ACAQ, 2007; OLIVEIRA NETO, 2005).

Este incremento na maricultura gera renda, empregos e alimentos. Por outro lado, se mal planejado, pode causar sérios danos ao ambiente costeiro. Segundo KESTEMONT (1995), os impactos negativos da aqüicultura sobre o meio ambiente são: modificações da vazão e temperatura da água; aumento da concentração de nitrogênio, fósforo, sólidos em suspensão e demanda química e bioquímica de oxigênio; redução da concentração de oxigênio dissolvido; contaminação com produtos químicos e antibióticos; enriquecimento orgânico dos sedimentos; floração excessiva de algas em águas eutrofizadas; modificação do índice biótico (baseado em comunidades de invertebrados) e do índice de integridade biótica (baseado em

populações de peixes); e aumento do risco de disseminação de doenças, além dos conflitos gerados pelo uso comum de recursos.

Estudos afirmam ainda que a aquicultura é responsável por grande parte na redução dos estoques pesqueiros naturais, tanto por consumo direto de pescado na forma de ração para cultivos de espécies carnívoras, como por modificação de habitats como os manguezais, que freqüentemente são transformados em áreas de cultivo. A instalação de estruturas de cultivo que afetam a dinâmica natural de áreas costeiras, a coleta de “sementes” (prática bastante comum em cultivos de mexilhões) em bancos naturais e a alteração da rede alimentar pela alta concentração de organismos filtradores, (grandes consumidores da produção primária) também contribuem para a redução dos estoques pesqueiros naturais. (NAYLOR *et al.*, 1998; NAYLOR *et al.*,2000).

Os cultivos de moluscos como ostras e mexilhões são considerados atividades de baixo impacto ao ambiente quando comparados com criações de camarões e peixes, por não utilizarem fertilizantes ou adição de rações. Apesar disto, seus impactos são detectáveis e os mais evidentes são a liberação de nutrientes inorgânicos na coluna d'água e o enriquecimento orgânico dos sedimentos nas áreas de cultivo pela deposição de fezes e pseudofezes, podendo chegar a cerca de 600 kg de material orgânico particulado por tonelada de biomassa produzida (BUSCHMANN *et al.*, 1996; DAHLBÄCK & GUNNARSSON, 1981). A decomposição da matéria orgânica no sedimento pode levar à depleção de oxigênio no sedimento e na camada de água adjacente (CHRISTENSEN *et al.*, 2003). O aumento das concentrações de amônia proveniente da excreção e também da denitrificação de compostos nitrogenados no sedimento é comumente observado em áreas de cultivo de moluscos (CHAMBERLAIN *et al.*, 2001; CHRISTENSEN *et al.*, 2003; GESAMP, 1996; GILES *et al.*, 2006;),

As alterações das características físico-químicas do sedimento e da água adjacente provocam alterações na comunidade bêntica, com a redução da riqueza de espécies, alterações na comunidade macrofaunal com a substituição de espécies suspensívoras ou filtradoras por espécies detritívoras, afetando espécies de subsuperfície e favorecendo o aparecimento de organismos oportunistas ou pioneiros, tolerantes às condições adversas típicas de sedimentos organicamente enriquecidos, como os poliquetas das famílias Capitellidae e Spionidae

(BUSCHMANN *et al.*, 1996; CHAMBERLAIN *et al.*, 2001; CHRISTENSEN *et al.*, 2003; CRAWFORD *et al.*, 2003; GRANT *et al.*, 1995; LU & WU, 1998; STENTON-DOZEY *et al.*, 1999;).

São poucos os estudos publicados sobre a avaliação dos impactos de cultivos de moluscos sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bênticos no Brasil. Em sua maioria, estes estudos não detectaram impactos significativos (COSTA & NALESSO, 2006; HOSTIN, 2003; MARENZI, 2002; MONTEIRO *et al.*, 2007). Um estudo em particular conduzido na região da grande Florianópolis, detectou quedas significativas na diversidade e densidade da meiofauna bêntica (NETO & VALGAS, 2008). Estes estudos se caracterizaram por ter como objeto de estudo áreas fixas de cultivo ao longo de todo o trabalho de avaliação ou monitoramento.

O objetivo do presente estudo foi avaliar possíveis alterações na estrutura da macrofauna de invertebrados bênticos provocadas pelo cultivo de moluscos na região da grande Florianópolis. Para tal, foi comparada a estrutura da comunidade de invertebrados bênticos em áreas de cultivo escolhidas aleatoriamente ao longo da baía da Ilha de Santa Catarina e suas respectivas áreas controle, sem cultivos, com a medida simultânea de parâmetros bióticos e abióticos. O estudo foi pioneiro na tentativa de avaliar impactos de cultivo em uma escala maior, não se atendo a apenas uma área e sim abrangendo toda uma região que concentra grande número de produtores de ostras e mexilhões, buscando verificar se as possíveis respostas biológicas aos efeitos dos cultivos se sobrepõem à variabilidade natural das áreas de produção de moluscos.

## **Hipótese de Estudo**

Foi testada a hipótese que em áreas de cultivo, independentemente das características naturais do local, a estrutura das comunidades bênticas é distinta daquelas de áreas sem influência direta de cultivos.

Presumiu-se que as associações mais perturbadas apresentaram maiores variações em sua estrutura e menor diversidade.

## **Metodologia**

### **Área de estudo**

A Baía da Ilha de Santa Catarina (figura 1) ocupa áreas de depressão entre o continente e a Ilha de Santa Catarina e divide-se em duas porções denominadas Baía Norte e Baía Sul, unidas pelo estreitamento formado entre os morros e colinas de Coqueiros–Estreito no continente e o morro da Ponte na Ilha de Santa Catarina. Estas duas porções apresentam um padrão de orientação S – N e SSW – NNE, desviando-se para NE no canal Norte (CRUZ, 1998).

A Baía da Ilha de Santa Catarina está sujeita a um regime de micromarés, com 0,83 m de amplitude média para as marés de sizígia e 0,15 m para as marés de quadratura. Apresenta um ciclo semi-diurno com desigualdades diurnas, levando cerca de 12:30' horas para completar um ciclo. O encontro das águas que entram pelo canal norte e pelo canal sul ocorre próximo da Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé, devido ao maior volume de água que entra pelo canal norte. Os ventos são canalizados pela baía, pelas cristas dos maciços e morros entre a ilha e o continente, predominando na região os de N-NE enquanto que os de maior intensidade são de S-SE, que caracterizam a entrada de frentes frias e ajudam as correntes de deriva e de maré em seu retorno para a baía norte (CRUZ 1998).

Na região são utilizados três sistemas diferentes para cultivo de moluscos: sistema suspenso fixo do tipo “varal”, sistema flutuante do tipo balsa e sistema flutuante do tipo espinhel ou long-line (FERREIRA & OLIVEIRA NETO, 2008). Na área de estudo predominaram os cultivos em sistema de espinhel ou long-line.

### **Planejamento amostral**

Foi realizado um levantamento de todas as áreas de cultivo nas baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina e selecionadas as áreas de cultivo com mais de um ano de atividade. Foram tomadas amostras nas 4 estações do ano, com início em janeiro de 2006. Em cada estação do ano foram realizadas amostragens em 2 datas diferentes, e para cada data foram escolhidas 3 estações amostrais (áreas de cultivo e suas respectivas áreas controle) aleatórias através de sorteio com reposição para as diferentes datas.

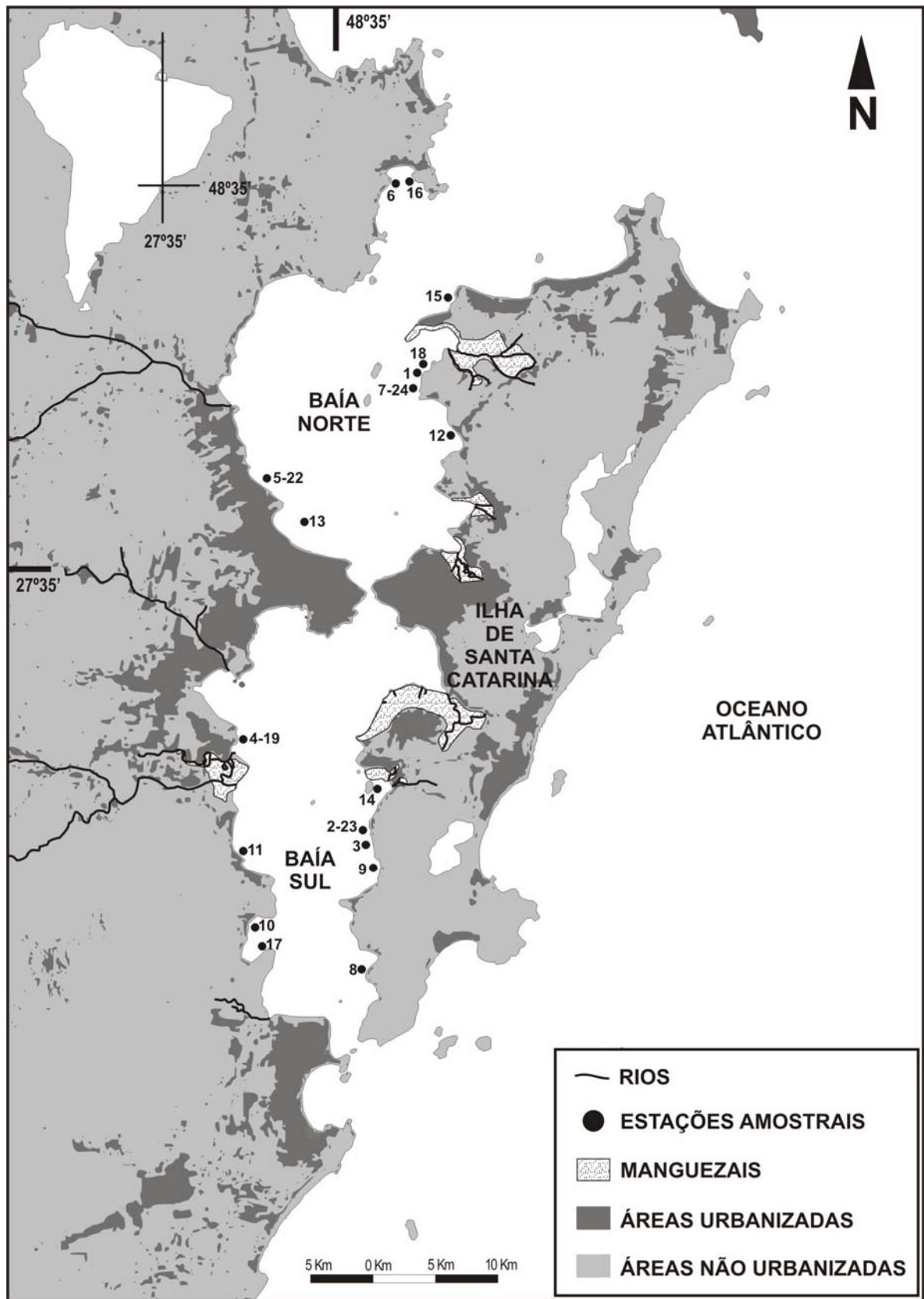


Figura 1: Baía da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Localização das estações amostrais.



Para controle foram selecionadas áreas próximas aos cultivos amostrados, a uma distância de 300 metros ou mais, respeitando o paralelismo com a linha de costa sempre que possível. Quando não foi possível respeitar o paralelismo, a área controle foi estabelecida em direção ao mar. Na seleção destas áreas controle tomou-se o cuidado de manter características sedimentológicas e profundidades semelhantes aos cultivos adjacentes, quando possível.

Em cada área de cultivo e respectiva área controle foram tomadas 3 amostras aleatórias para macrofauna, totalizando 144 amostras. A figura 2 exemplifica uma estação amostral. As amostras das estações de números 20 e 21 foram perdidas devido a problemas na embarcação utilizada para as coletas.

A amostragem do sedimento para análise granulométrica, carbonato da cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e matéria orgânica seguiu o mesmo planejamento, também totalizando 144 amostras.

A figura 3 resume o esquema amostral tanto para macrofauna como para análises granulométricas

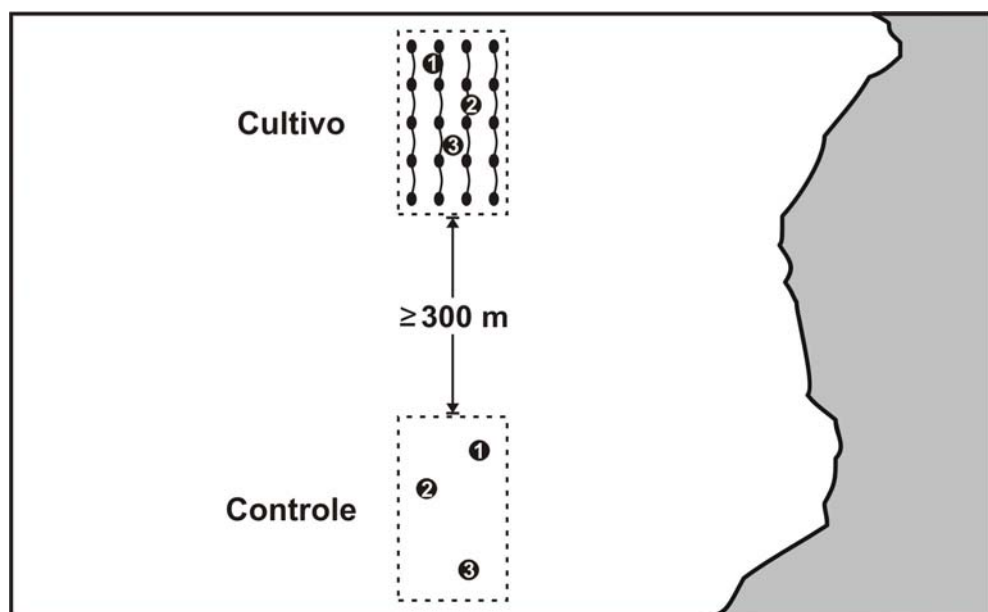


Figura 2: Exemplo hipotético de uma estação amostral, mostrando a área de cultivo, a área controle e suas respectivas amostras.

Para o levantamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos da coluna d'água foi tomada uma amostra em cada área de cultivo e controle escolhidas para amostragem dos sedimentos, totalizando 48 amostras de água.

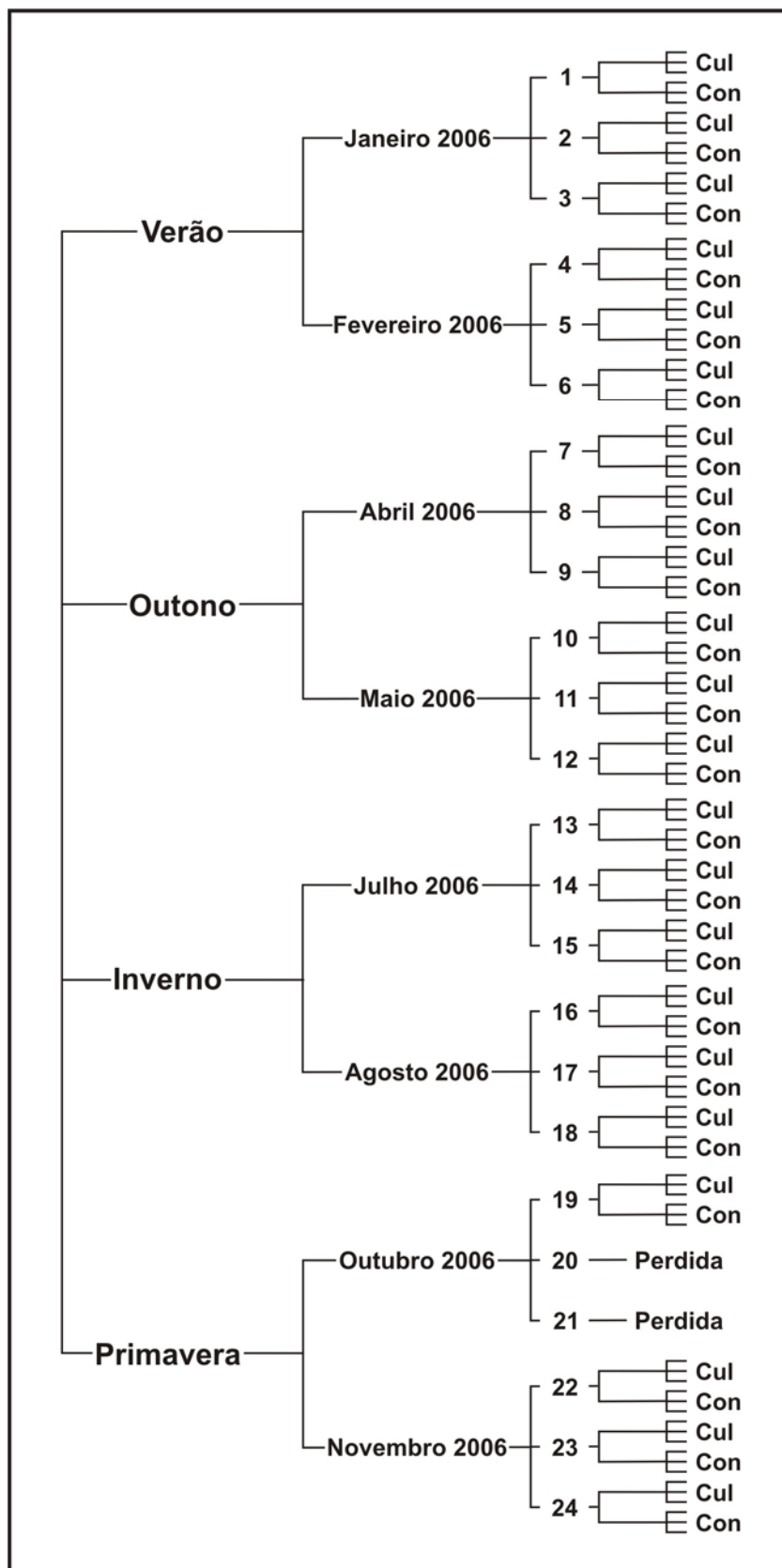


Figura 3: Esquema amostral do estudo. 1 a 24 – Estações amostrais; Cul – áreas de cultivo; Con – áreas controle.

## **Coleta, processamento e análise dos dados**

### **Sedimento**

As amostragens foram realizadas através de mergulho autônomo (SCUBA). Foram coletadas amostras do sedimento para análise da macrofauna bêntica, da biomassa, matéria orgânica, teor de carbonato de cálcio e granulometria.

Para análise da macrofauna bêntica foram utilizados amostradores de PVC de 15 cm de diâmetro e 10 cm de altura. As amostras foram imediatamente peneiradas em malha de 0,5 mm e a fauna retida foi fixada em formalina a 10 %. Posteriormente, em laboratório a fauna foi identificada sob microscopia, quantificada e conservada em álcool etílico 70 %.

As amostras para análise dos sedimentos (granulometria e teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio) foram tomadas com amostrador de 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Os teores de matéria orgânica foram determinados pela porcentagem da diferença de peso após oxidação ( $H_2O_2$ ) e ignição ( $550^\circ C$  por 1h) e os de carbonato pela porcentagem da diferença de peso após acidificação (HCl a 10 %). As análises granulométricas foram realizadas pelo método de pipetagem e peneiramento segundo CARVER (1970) e a distribuição granulométrica foi analisada segundo Folk & Ward utilizando-se o pacote estatístico SYSGRAN (CAMARGO, 1999).

### **Coluna d'água**

A transparência nos pontos amostrais foi medida através do disco de Secchi. A profundidade foi medida com o auxílio de uma corda graduada presa a um peso.

Foi coletada uma amostra de água para cada área de cultivo e uma para cada área controle com o uso de coletor do tipo "garrafa de Van Dorn" de fechamento vertical e saída provida de um redutor de turbulência para medir os seguintes parâmetros:

Temperatura e pH: foram medidos em campo com o uso de pHmetro portátil Hach (mod. 50205, com precisão de 0,01, tanto para temperatura quanto para o pH).

Oxigênio dissolvido: o oxigênio dissolvido foi analisado através do método de Winkler (GRASSHOLFF *et al.*, 1999). Uma alíquota de água foi fixada em frasco

especial de volume conhecido, logo após a coleta, e mantida ao abrigo da luz em caixa térmica com água (para evitar evaporação e formação de bolha de ar dentro dos frascos) até análise em laboratório, que ocorreu no máximo 5 horas após a coleta. Este método apresenta a precisão de  $\pm 0,02 \text{ ml.L}^{-1}$  para teores acima de  $2 \text{ ml.L}^{-1}$ .

N-amoniacoal: uma alíquota da água foi acondicionada em frasco âmbar, com a adição dos reagentes para a análise colorimétrica de N-amoniacoal, seguindo os métodos descritos por TRÉGUER & LE CORRE (1976) e GRASSHOLFF *et al.* (1999). Estas amostras foram mantidas em caixa térmica até o laboratório, onde ficaram estocadas ao abrigo da luz e em temperatura ambiente até a análise.

Para medir as absorvâncias das amostras a fim de quantificar o N-amoniacoal foi utilizado um espectrofotômetro da marca Bausch & Lomb, modelo Genesis 2, utilizando-se de cubetas com 5 cm de passo óptico.

Material em suspensão: para quantificar o material em suspensão, foram utilizados microfiltros de fibra de vidro Schleicher & Schuell GF-52C de  $0,45 \mu\text{m}$  de porosidade, previamente lavados com água destilada e secos em estufa a uma temperatura constante de  $60^\circ\text{C}$ . Os filtros foram previamente pesados em balança analítica com precisão de  $0,01 \text{ mg}$ , acondicionados em papel alumínio e identificados. Cerca de  $500 \text{ mL}$  de amostra de água foram filtrados em campo. Os filtros com o material retido foram secos em estufa a uma temperatura de  $60^\circ\text{C}$ , até obtenção do peso constante, e mantidos em dessecador até nova pesagem. Posteriormente foram relacionados os pesos dos filtros antes e após a filtragem, determinando assim o material em suspensão retido.

O restante da amostra de água foi acondicionado em frasco de polietileno previamente lavado com HCl a 10 % e água destilada e mantido em caixa térmica com gelo até a chegada no laboratório, onde foram efetuadas as análises descritas a seguir.

Salinidade: a salinidade foi avaliada pelo método da “escala de salinidade prática”, determinada a partir da razão salinidade-condutividade (GRASSHOLFF *et*

*al.*, 1999). Para a verificação da condutividade foi utilizado um condutímetro/TDS Hach mod. 44600.

Nutrientes dissolvidos: o filtrado resultante da determinação do material em suspensão foi utilizado para a análise dos nutrientes inorgânicos dissolvidos, sendo acondicionado em frasco de polietileno previamente lavado e congelado em freezer ( $\pm -20$  °C) até o momento da análise. O fosfato e o silicato foram determinados pelo método colorimétrico segundo GRASSHOLFF *et al.* (1999). Um espectrofotômetro da marca Bausch & Lomb, modelo Genesis 2, foi utilizado para medir as absorvâncias das amostras a fim de quantificar o fosfato e o silicato, utilizando-se de cubetas com 5 cm de passo óptico para o fosfato, e de 1 cm de passo óptico para a análise do silicato. As análises de nitrito e nitrato foram feitas pelo método automatizado de acordo com as recomendações de TRÉGUER & LE CORRE (*op. cit.*), com a utilização de um sistema *AutoAnalyzer II* - Bran-Luebbe. A determinação do fósforo e do nitrogênio orgânico dissolvido foi feita de acordo com ARMSTRONG *et al.* (1966), adaptado por SARAIVA (2003), utilizando o processo de foto-oxidação com fonte UV. A soma das concentrações de nitrato, nitrito e N-amoniaco resultou no nitrogênio inorgânico dissolvido total.

Biomassa fitoplanctônica: para a determinação da biomassa fitoplanctônica, um volume conhecido de amostra foi filtrado em filtro Schleicher & Schuell de fibra de vidro GF-52C de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidade. Após a filtragem os filtros foram acondicionados em envelopes de papel alumínio, identificados e congelados em freezer ( $-20$  °C) até análise. Para a extração dos pigmentos foi utilizada acetona 90% (v/v), por período de 24 horas sob refrigeração de 10 °C e no escuro. As concentrações de clorofila *a* e de feofitina *a* foram determinadas fluorimetricamente, com um aparelho TURNER 10-AU, seguindo as recomendações descritas em STRICKLAND & PARSONS (1972).

### **Análises estatísticas**

Os resultados obtidos foram analisados através de estatísticas multivariadas e univariadas. A estrutura multivariada das áreas de amostragem e tratamentos foi testada inicialmente através de análises de proximidade ou de escalonamento multidimensional (MDS) e análises de similaridade (ANOSIM).

A rotina BIO-ENV (Biota-Environment matching), foi utilizada para avaliar a correlação entre as variáveis ambientais e biológicas.

Para possibilitar o uso destas técnicas foi necessária a construção de matrizes de similaridade entre as amostras a partir das matrizes de dados originais. Foi utilizado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a construção da matriz de similaridade dos dados bióticos, enquanto que para a construção da matriz dos dados abióticos foi utilizada a distância euclidiana normalizada. Não foi adotada qualquer transformação prévia dos dados bióticos, enquanto que os dados abióticos foram estandardizados.

O MDS (análise de escalonamento multidimensional) foi utilizado para visualizar a similaridade entre as estações amostrais através de uma representação gráfica desta matriz. A análise de similaridade ANOSIM bi-fatorial foi utilizada para testar a significância das diferenças na estrutura multivariada nos diferentes locais amostrados. (CLARKE & WARWICK, 1994)

Foram utilizados como descritores da fauna a abundância (número total de indivíduos por amostra), o número de taxa ou morfo-espécies, o índice de diversidade de Sannon-Wiener ( $H' \text{ Log}_2$ ) e o índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ).

Análises de variância bifatoriais (ANOVA) foram aplicadas aos descritores da fauna e aos dados abióticos para testar a significância das diferenças observadas entre os locais e entre cultivos e áreas controle. Os dados sofreram transformação do tipo Log (x+1) sempre que necessário para atender aos pressupostos da análise.

Para a execução das análises estatísticas multivariadas foi utilizado o software PRIMER (Plymouth Routine in Multivariate Ecological Research – Plymouth University) v. 5.1.2 e para as análises univariadas foi utilizado o software STATISTICA v. 7.0.

## Resultados

### Parâmetros abióticos

#### Sedimento

O sedimento variou de silte muito fino a areia grossa, com grau de seleção variando de muito pobremente selecionado a moderadamente selecionado, refletindo a heterogeneidade dos fundos locais. As classes de tamanho de grãos mais grosseiros (grânulos) foram representadas por fragmentos de conchas e biodetritos. Os percentuais de carbonato de cálcio e de matéria orgânica variaram de 0,96 a 16,13 % e 0,19 a 25,83 %, respectivamente.

O percentual de cada classe nos diferentes pontos amostrais e os percentuais de  $\text{CaCO}_3$  e matéria orgânica estão representados na figura 4. A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou que as variações nos percentuais das diferentes classes de tamanho de grão e de  $\text{CaCO}_3$  e matéria orgânica representaram a heterogeneidade ambiental da região do estudo (R: 0,637; p: 0,01) e não variações relacionadas aos diferentes tratamentos (R: - 0,029; p: 0,84).

A análise de escalonamento multidimensional (MDS) da matriz de dados granulométricos,  $\text{CaCO}_3$  e matéria orgânica do sedimento mostrou uma tendência para a formação de dois grupos distintos, um constituído por locais com sedimentos predominantemente finos e outro, por locais com sedimentos mais grosseiros, predominantemente arenosos (figura 5). A significância das diferenças entre estes dois grupos foi testada através da análise de similaridade (ANOSIM) (R: 0,636; p: 0,01).

Os resultados das análises de variância bi-fatorial (ANOVA) (tabela 1) mostraram diferenças significativas nas características granulométricas e também no teor de matéria orgânica (M.O.) entre os locais (arenosos e lodosos). Os resultados mostraram também que as porcentagens de grânulos e de areia diferiram significativamente entre os dois tratamentos (áreas de cultivo e áreas controle), com as maiores médias nas áreas de cultivo e menores nas áreas controle.

A ocorrência de padrões sazonais com base nas características granulométricas do sedimento e nos teores de  $\text{CaCO}_3$  e matéria orgânica não foi testada, pois devido ao desenho amostral adotado a eventual formação de grupos sazonais poderia ser artificial, refletindo na verdade a variabilidade natural entre os diferentes locais amostrados.

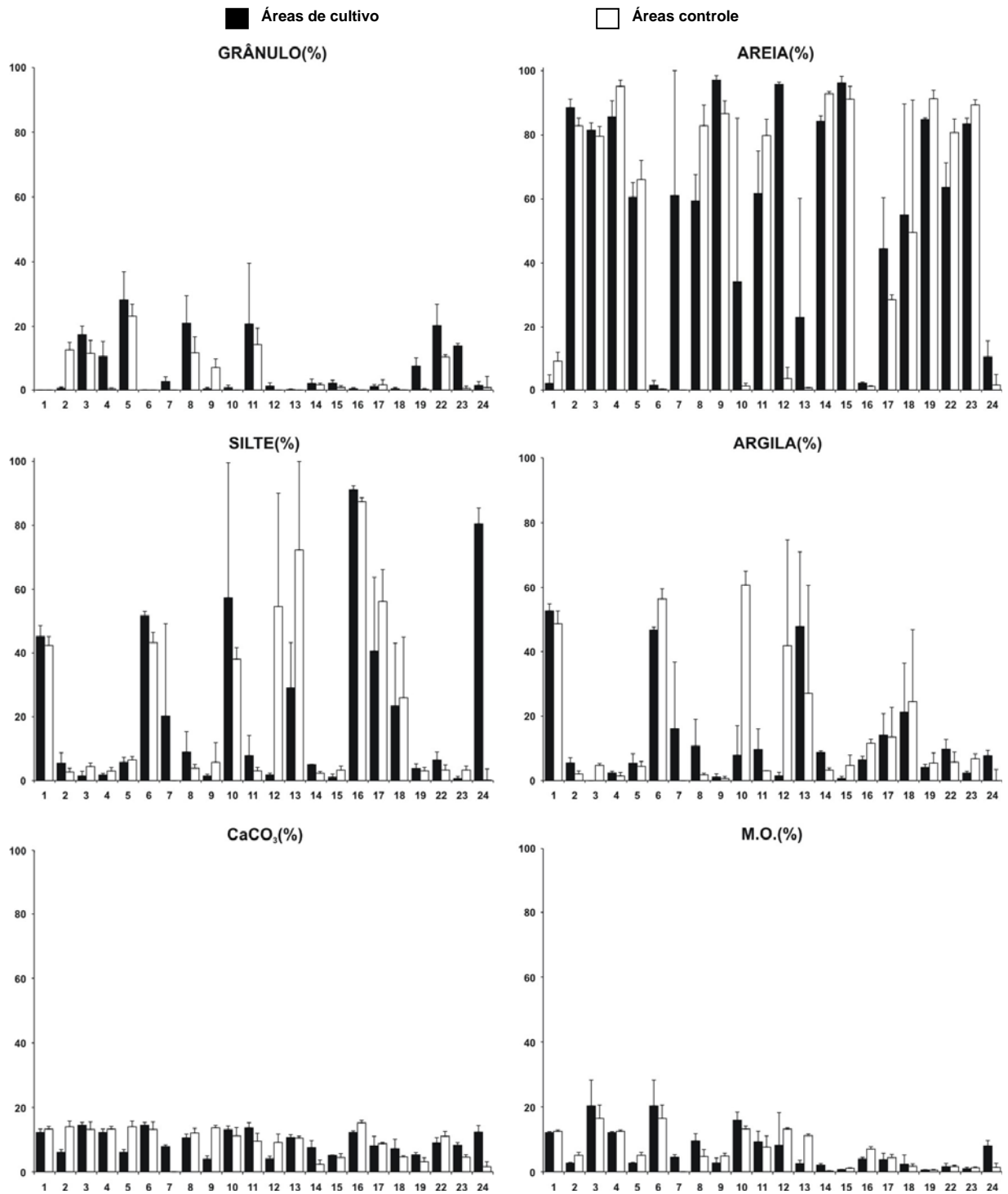


Figura 4: Variação espacial nas características texturais do sedimento e nos teores de CaCO<sub>3</sub> e matéria orgânica.



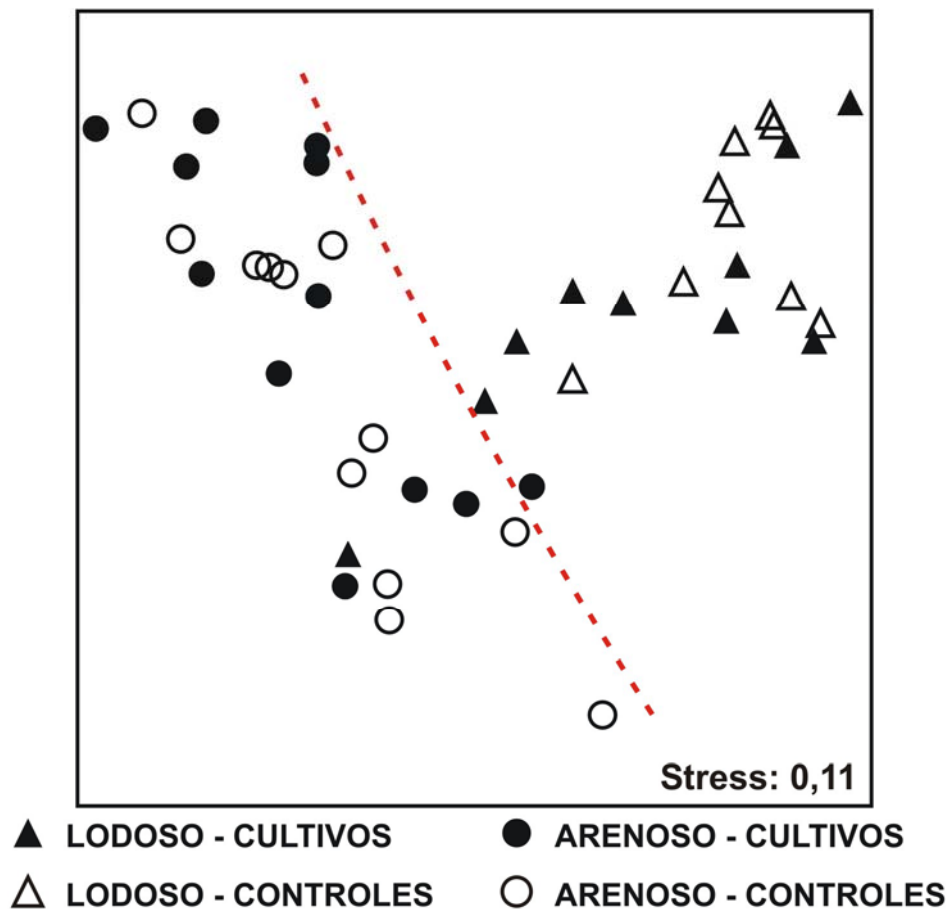


Figura 5: Análise de ordenação (MDS) dos dados sedimentológicos com base no predomínio de grãos finos (lodoso) e grosseiros (arenoso) para os diferentes tratamentos (áreas de cultivo e áreas controle)

#### Dados físico-químicos e nutrientes dissolvidos na água.

O pH e o oxigênio dissolvido não apresentaram grandes variações ao longo de todo o estudo. O pH variou de 7,72 a 8,84, estando dentro do esperado para ambientes marinhos costeiros. O oxigênio dissolvido variou de 6,29 mg/L a 8,20 mg/L, sem registro de hipoxia ou anoxia nos locais amostrados. Transparência, profundidade, salinidade, temperatura, material em suspensão (MES), demanda bioquímica de oxigênio (DBO),  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ , fósforo inorgânico dissolvido (PID), silicato, clorofila *a* e feofitina *a* apresentaram variações devido à heterogeneidade natural dos locais amostrados (figura 6).

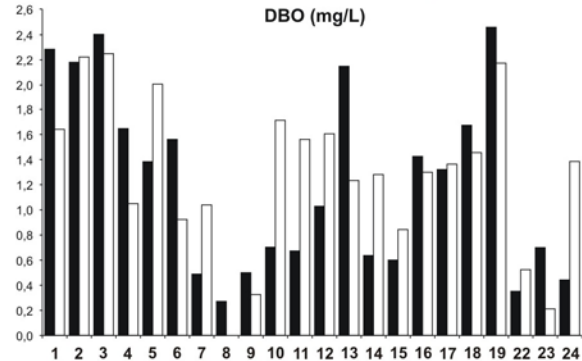
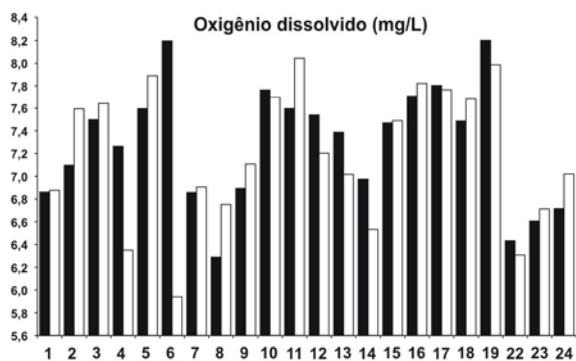
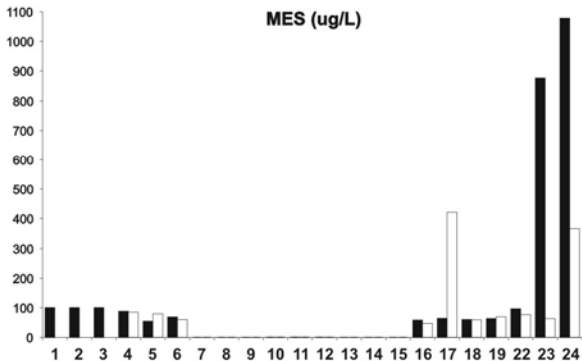
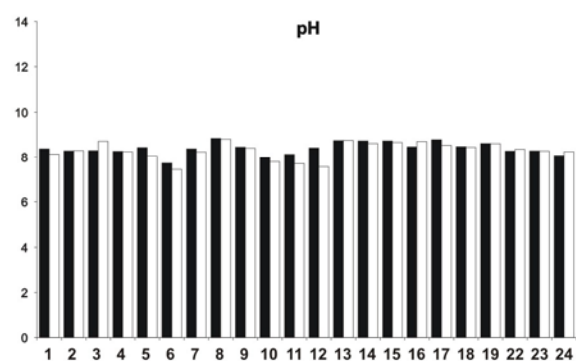
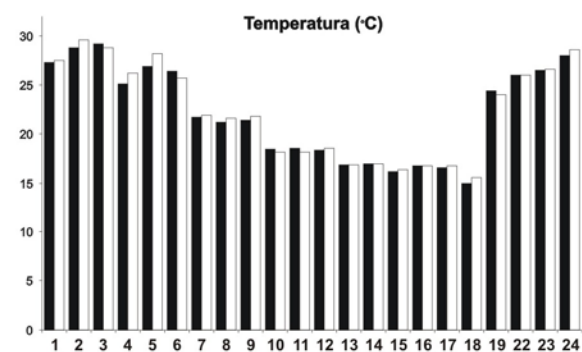
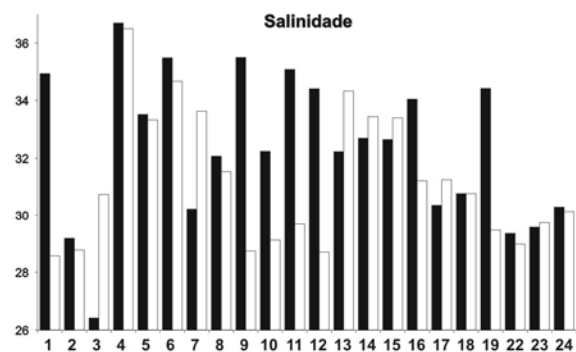
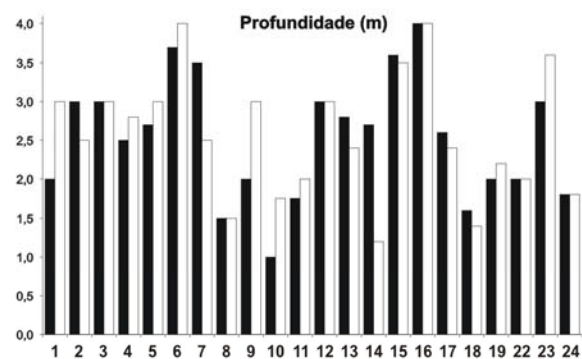
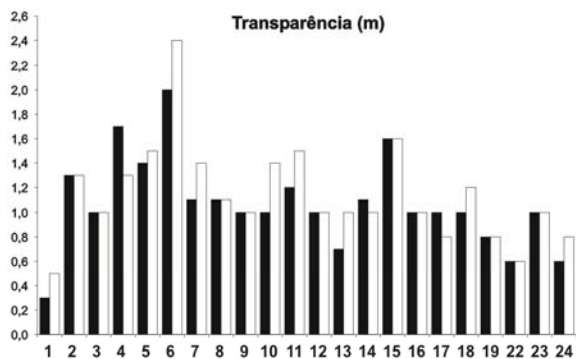
Tabela 1: Resultados das análises de variância bifatoriais para os parâmetros granulométricos e teores de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e matéria orgânica (M.O.) do sedimento entre locais (arenosos e lodosos), tratamentos (cultivos e controles) e interação (locais x tratamento). Os valores em negrito indicam diferenças significativas.

		Locais	Tratamentos	Locais*Tratamento
<b>Tamanho</b>	<b>F</b>	<b>107,9025</b>	1,0547	2,5445
<b>médio do grão</b>	<b>p</b>	<b>0,000000</b>	0,306374	0,113143
<b>% Grânulos</b>	<b>F</b>	<b>117,2807</b>	<b>7,3239</b>	0,0102
	<b>p</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,007733</b>	0,919750
<b>% Areia</b>	<b>F</b>	<b>199,066</b>	<b>9,092</b>	<b>12,287</b>
	<b>p</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,003096</b>	<b>0,000629</b>
<b>% Silte</b>	<b>F</b>	<b>145,1499</b>	0,5226	0,0258
	<b>p</b>	<b>0,000000</b>	0,471069	0,872526
<b>% Argila</b>	<b>F</b>	<b>63,9417</b>	0,8134	2,0701
	<b>p</b>	<b>0,000000</b>	0,368797	0,152657
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>F</b>	0,330	0,733	1,479
	<b>p</b>	0,566379	0,393569	0,226115
<b>M.O.</b>	<b>F</b>	<b>11,5118</b>	0,0831	0,0614
	<b>p</b>	<b>0,000921</b>	0,773665	0,804721

A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou que os parâmetros físico-químicos diferiram significativamente entre os diferentes pontos de amostragem (R: 0,73; p: 0,01), mas não mostrou diferenças significativas entre locais arenosos e lodosos (R: -0,006; p: 4,52) e entre tratamentos (R: -0,029; p: 9,05).

■ Áreas de cultivo

□ Áreas controle



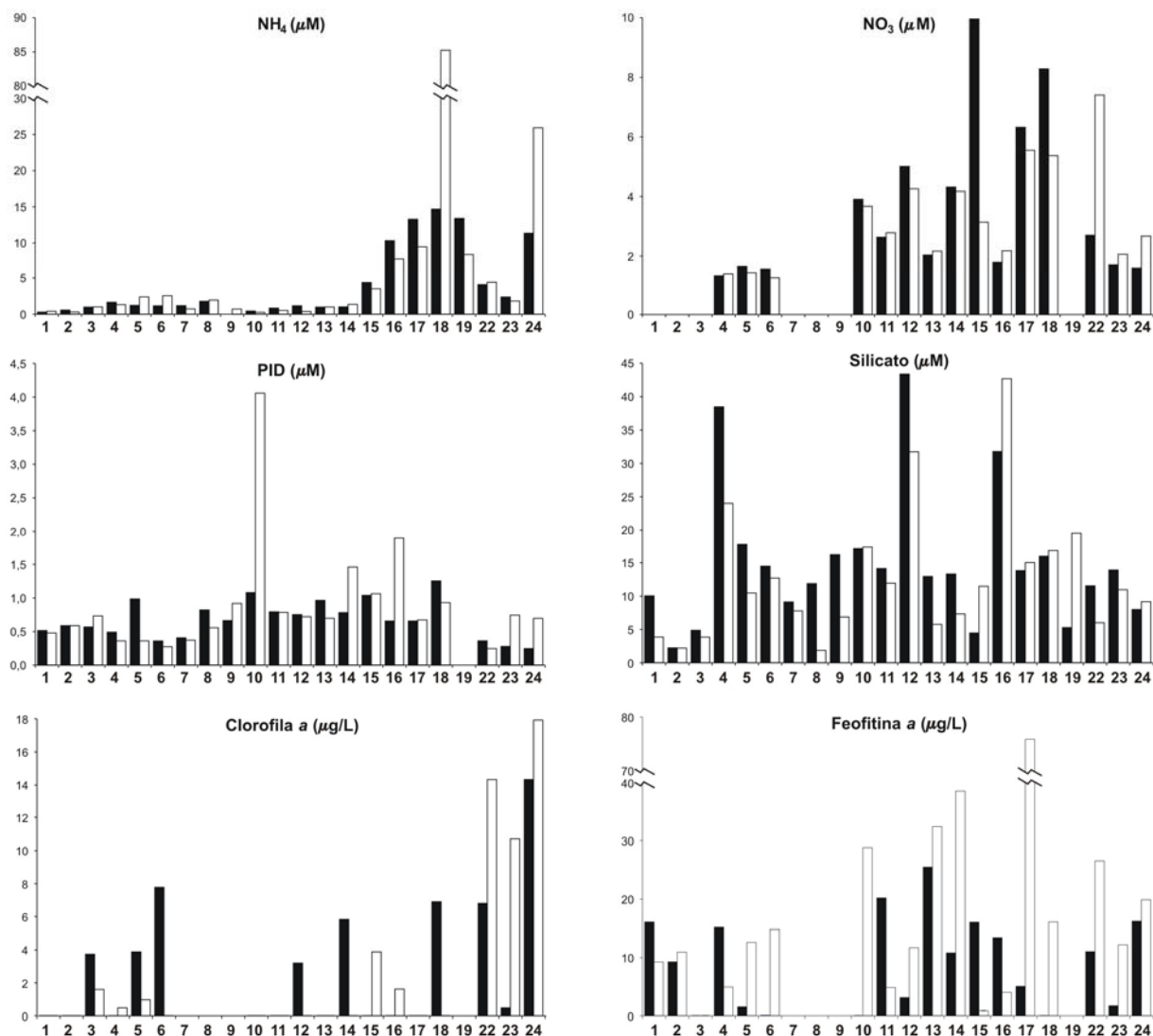


Figura 6: Variabilidade espacial dos parâmetros físico-químicos da água de fundo dos diferentes locais e tratamentos amostrados

A análise de escalonamento multidimensional (MDS) não evidenciou tendências claras de aproximação ou distanciamento entre locais com base nos dados físico-químicos da coluna d'água (figura 7).

Os resultados das análises de variância bi-fatorial (tabela 2) mostraram que embora a observação dos histogramas dos parâmetros físico-químicos da água tenham apontado diferenças entre áreas de cultivo e áreas controle em alguns pontos amostrais, estas diferenças não foram significativas. Entre os locais arenosos e lodosos apenas a temperatura apresentou diferenças significativas, mas estas diferenças ocorreram devido ao desenho amostral e não a diferenças entre os dois grupos.

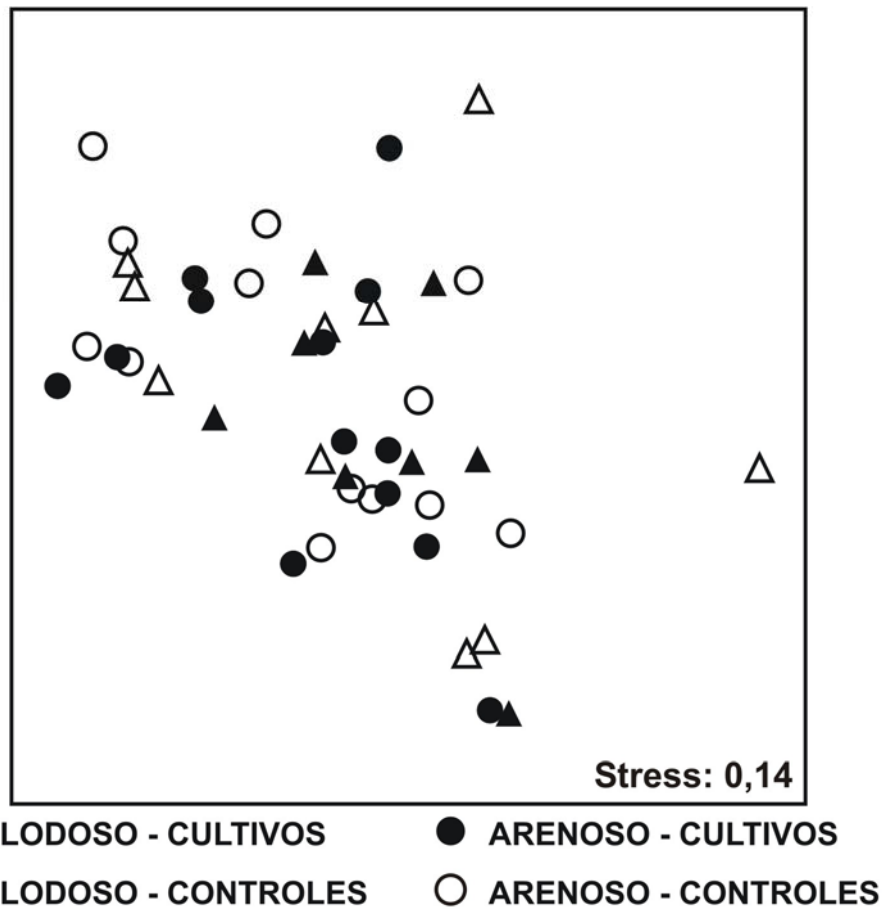


Figura 7: Análise de ordenação (MDS) dos parâmetros físico-químicos da água Comparação com base nas características do sedimento e tratamentos combinadas.

### Análise integrada dos dados abióticos

A análise de proximidade (MDS) aplicada sobre a matriz dos dados abióticos reunidos (sedimento e água), também evidenciou a formação de dois grupos, um característico de locais com sedimentos mais arenosos e outro de locais com sedimentos mais lodosos (figura 8). O MDS não apontou diferenças entre tratamentos apesar das diferenças apontadas pelas análises de variância bi-fatorial (ANOVA) para o sedimento.

Tabela 2: Resultados das análises de variância bifatoriais (ANOVA) para os parâmetros físico-químicos da água de fundo entre locais (arenosos e lodosos), tratamentos (cultivos e controles) e interação (locais x tratamento). Os valores em negrito indicam diferenças significativas.

		Locais	Tratamento	Locais*Tratamento
<b>Transparência</b>	F	0,5131	0,5131	0,6176
	p	0,477948	0,477948	0,436570
<b>Profundidade</b>	F	0,2005	0,0206	0,0018
	p	0,656745	0,886522	0,966517
<b>Salinidade</b>	F	0,035	2,314	0,016
	p	0,852450	0,136083	0,900587
<b>Temperatura</b>	F	<b>4,2820</b>	0,0157	0,0031
	p	<b>0,045020</b>	0,900978	0,956152
<b>pH</b>	F	2,36	1,03	0,27
	p	0,132505	0,316069	0,608532
<b>Seston</b>	F	0,26254	0,02223	0,03156
	p	0,611691	0,882366	0,860042
<b>O<sub>2</sub></b>	F	0,579	0,325	0,650
	p	0,451229	0,571521	0,425032
<b>DBO</b>	F	0,5681	0,0700	0,0001
	p	0,455413	0,792680	0,991058
<b>NH<sub>4</sub></b>	F	1,55748	0,03657	0,13647
	p	0,219671	0,849357	0,713862
<b>NO<sub>3</sub></b>	F	0,2719	0,0206	0,0045
	p	0,606441	0,887055	0,946906
<b>PID</b>	F	0,6473	0,8883	0,5589
	p	0,426076	0,351898	0,459304
<b>Silicato</b>	F	3,58157	0,55940	0,08506
	p	0,065677	0,458879	0,772060
<b>Clorofila a</b>	F	0,41854	0,26786	0,87279
	p	0,522280	0,608331	0,357181
<b>Feofitina a</b>	F	0,4544	3,4289	2,4621
	p	0,505081	0,073310	0,126457

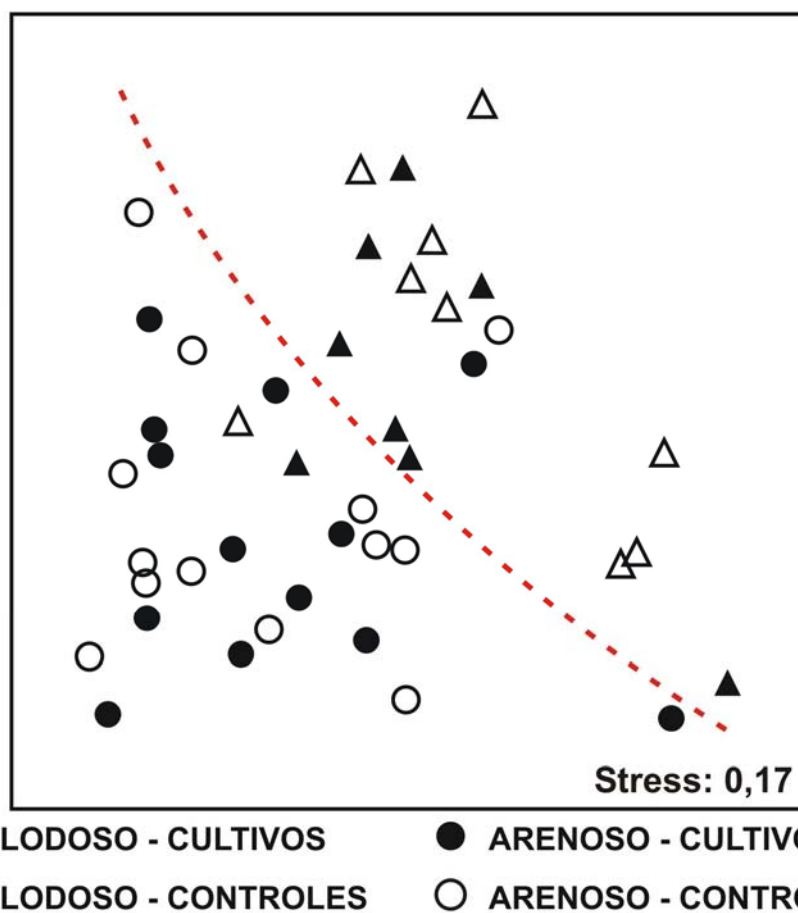


Figura 8: Análise de ordenação (MDS) dos dados abióticos integrados dos diferentes tratamentos em áreas de diferentes características do sedimento.

### Macrofauna

Foram contados e identificados 24420 indivíduos da macrofauna bêntica, pertencentes a 220 espécies e/ou morfotipos (figura 9).

Polychaeta foi o grupo predominante com 40,15 % do total de indivíduos e 85 espécies ou morfotipos, seguido por Crustacea com 33,48 % e 49 espécies ou morfotipos, Oligochaeta com 7,44% e 5 espécies ou morfotipos e por Mollusca com 5,59 % e 36 espécies ou morfotipos. Estes 4 grupos foram responsáveis por 86,66 % do total de indivíduos identificados e quantificados. Outros grupos com dominância secundária ou registro ocasional foram Nemertea, Sipuncula, Echinodermata, Nematoda, Bryozoa, Cnidaria, Pycnogonida, Phoronida, Turbellaria e Porifera.

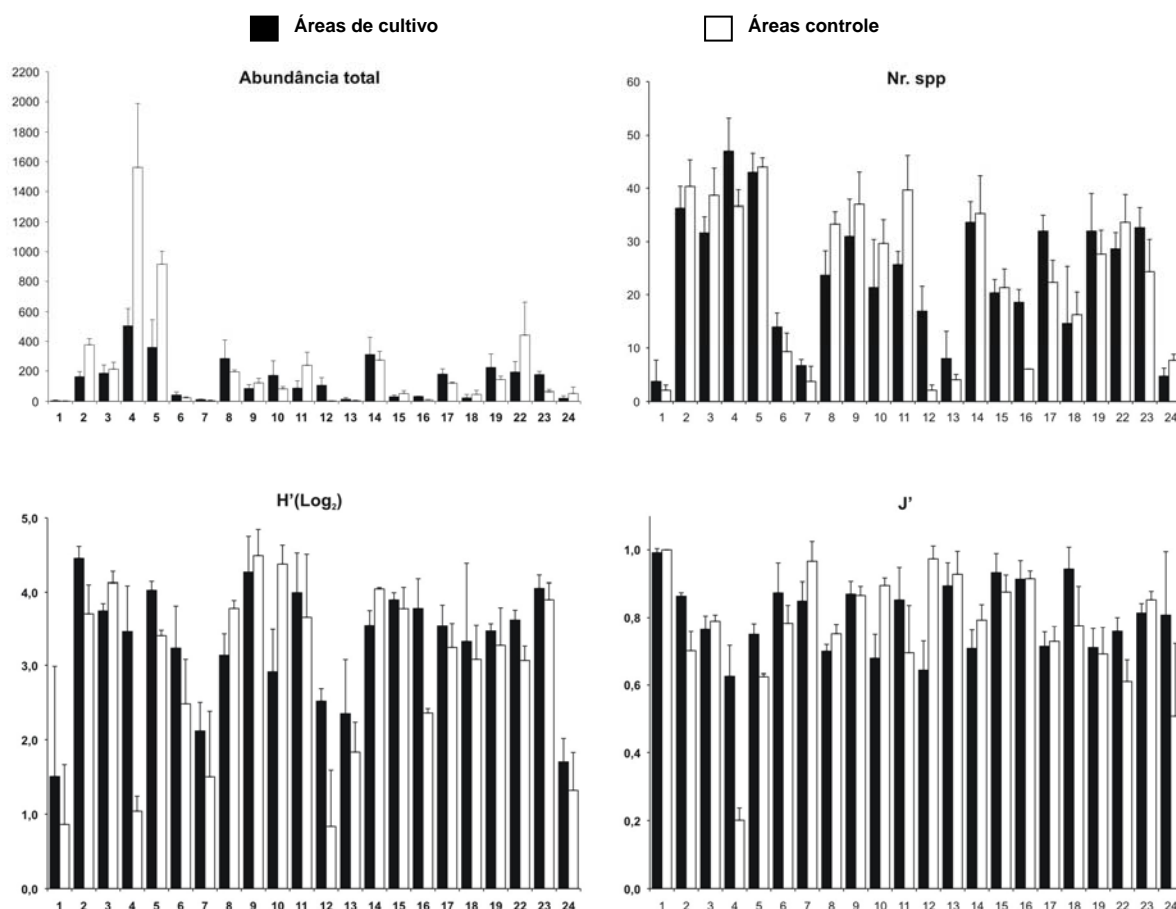


Figura 9: Variabilidade espacial dos descritores da fauna nos diferentes locais e tratamentos amostrados (médias e desvios-padrão). Abundância total = Número médio de indivíduos por local amostrado; Nr. Spp = número médio de espécies por local amostrado;  $H'$  ( $\text{Log}_2$ ) = índice de diversidade de Shanon-Wiener médio por local amostrado;  $J'$  = índice de equitabilidade de Pielou médio por local amostrado.

A análise de ordenação (MDS) da macrofauna mostrou a formação de dois grupos, um relativo aos locais de sedimentos arenosos e o outro aos locais de sedimentos lodosos (figura 10). A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou que a comunidade macrofaunal dos locais de sedimentos arenosos diferiu significativamente da comunidade dos locais de sedimento lodoso ( $R: 0,467$ ;  $p:0,01$ ). O resultado da ANOSIM confirmou também a grande variabilidade natural das estações amostrais, com diferenças significativas nas comunidades entre as diferentes estações amostrais ( $R: 0,669$ ;  $p: 0,01$ ), mas não confirmou a existência de diferenças significativas entre as comunidades dos diferentes tratamentos (cultivos e controles) ( $R: 0,015$ ;  $p: 2,37$ ).



O MDS permitiu ainda a visualização de uma tendência de separação entre os tratamentos (cultivos e controles), indicando a possibilidade de ocorrência de interação entre o tipo de sedimento e os diferentes tratamentos.

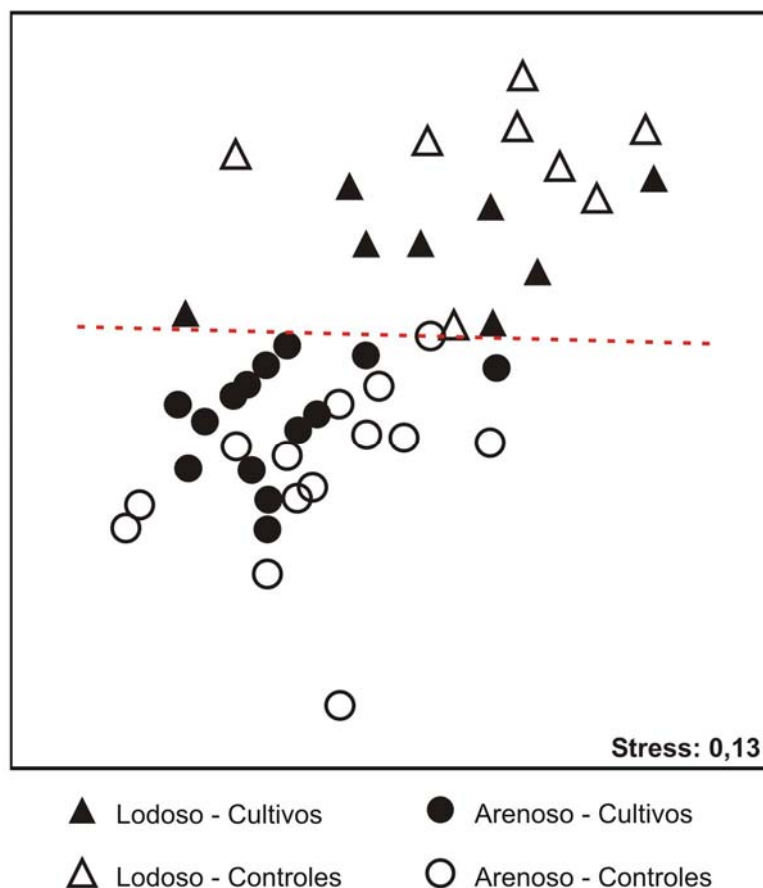


Figura 10: Análise de Ordenação (MDS) da abundância e composição da macrofauna dos diferentes tratamentos em áreas com diferentes características do sedimento.

Os resultados das análises de variância bi-fatorial (tabela 3) dos descritores da fauna também indicaram que a fauna dos locais de sedimentos arenosos e lodosos diferiu significativamente para todos os descritores e mostraram diferenças significativas entre os tratamentos para os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ). Estes resultados também evidenciaram a interação entre os grupos de locais de padrões sedimentológicos diferentes e os tratamentos para a abundância total e para o número de *taxa*.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi em média maior nas áreas de cultivo do que nas áreas controle, embora tenha sido menor nas estações amostrais nrs. 3, 8, 9, 10 e 14. O índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) também foi

em média maior nas áreas de cultivo, mas apresentou valores menores nas estações nrs. 3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 17 e 23.

Tabela 3: Resultados das análises de variância bi-fatorial (ANOVA) para os descritores da macrofauna. Local = locais de sedimentos arenosos e lodosos; Tratamento = áreas de cultivo e áreas controle. Os valores em negrito indicam diferenças significativas.

		Local	Tratamento	Local*Tratamento
<b>Abundância</b>	F	<b>108,760</b>	1,120	<b>4,548</b>
<b>Total</b>	p	<b>0,000000</b>	0,292007	<b>0,034872</b>
<b>Nr. spp</b>	F	<b>172,5286</b>	0,0915	<b>4,7069</b>
	p	<b>0,000000</b>	0,762819	<b>0,031889</b>
<b>H'(log2)</b>	F	<b>41,492</b>	<b>9,256</b>	2,567
	p	<b>0,000000</b>	<b>0,002849</b>	0,111563
<b>J'</b>	F	<b>41,484</b>	<b>9,256</b>	2,567
	p	<b>0,000000</b>	<b>0,002848</b>	0,111604

A rotina Bio-Env mostrou que as variáveis abióticas que apresentaram a melhor correlação com a matriz da macrofauna foram os componentes areia grossa, silte fino, argila, e a profundidade com um valor de correlação de 0,509 (correlação de Spearman).

## Discussão

As características do sedimento representaram a grande variabilidade natural da região estudada, evidenciando dois grupos principais, um formado por locais de sedimentos mais grosseiros, arenosos, e outro por locais de sedimentos mais finos, lodosos. Estes dois grupos refletem a existência de locais mais abrigados dos ventos e correntes predominantes e outros mais expostos a estas características ambientais.

Além da evidente separação destes dois grupos, os resultados indicaram que nas áreas de cultivo as frações de sedimentos mais grosseiros foram significativamente maiores que nas áreas controle e este resultado se deve a grande quantidade de fragmentos de conchas e biodetritos encontrados dentro das áreas de cultivo, fragmentos estes responsáveis pela maior parte destas frações granulométricas.

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos teores de matéria orgânica (M.O.) e carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) entre os dois tratamentos (cultivos e controles) ao contrário do esperado. Isto pode ser um reflexo da grande influência dos dados obtidos de cultivos localizados em áreas menos protegidas, onde a dispersão dos efluentes do cultivo é maior, na matriz de dados do estudo. Apesar disto, em algumas estações amostrais pôde-se observar um valor médio maior destes teores dentro das áreas de cultivo quando comparadas com as respectivas áreas controle.

Entre os parâmetros físico-químicos da coluna d'água apenas a temperatura apresentou diferenças significativas entre locais arenosos e lodosos, embora estas diferenças tenham sido conseqüência da total aleatorização das coletas ao longo do ano e não às diferenças entre estas áreas. Na análise integrada dos dados abióticos, que reuniu os dados sedimentológicos com os parâmetros físico-químicos da água, novamente ficou evidente a formação de dois grupos refletindo as características do sedimento, ficou evidente o peso maior das características sedimentológicas na caracterização do ambiente estudado.

Cultivos de bivalves reconhecidamente afetam a estrutura da comunidade bêntica macrofaunal, sendo a diminuição na riqueza e na abundância dos invertebrados bênticos uma resposta clássica à eutrofização (GRANT *et al.*, 1995). A

tendência geral relatada pela literatura pertinente não foi confirmada. No presente estudo não foram detectadas diferenças significativas no número de espécies e na abundância da macrofauna entre áreas de cultivo e áreas controle, apesar da clara variabilidade entre os diferentes locais amostrados.

Os índices de diversidade e de equitabilidade apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, mas ao contrario do esperado, a diversidade e a equitabilidade médias foram maiores dentro das áreas de cultivo e menores nas áreas controle. Este resultado aparentemente inesperado, se erroneamente interpretado pode levar a conclusão de que os cultivos de moluscos na grande Florianópolis não causam efeitos negativos ao ambiente, levando ao aumento na diversidade natural da região. O que ocorre é que o aumento do estresse ambiental a níveis intermediários pode provocar um aumento na diversidade até que sejam atingidos níveis mais elevados de estresse, quando então a diversidade volta a cair, podendo atingir níveis baixíssimos (CLARKE & WARWICK, 1994). Os resultados obtidos indicam que a região quando analisada em grande escala, está sob um nível de estresse intermediário, mas os resultados também mostraram indícios de que em alguns locais amostrados (estações de nrs. 3, 8, 9, 10 e 14) os impactos dos cultivos atingiram níveis mais elevados, provocando a redução da diversidade a níveis inferiores aos das áreas controle. Devido ao desenho amostral adotado, não é possível afirmar com certeza que estes locais estejam mais impactados, mas os resultados indicam que novos estudos nestes locais são prioritários.

Os invertebrados bênticos são fortemente dependentes das características do sedimento, respondendo rapidamente a eventuais alterações. As diferenças mais significativas nas características sedimentológicas entre os locais se relacionaram primariamente à grande variabilidade ambiental encontrada na região, embora parte da mesma possa ser secundariamente atribuída aos tratamentos.

Um dos maiores efeitos dos cultivos de bivalves sobre o ambiente bêntico é o enriquecimento orgânico. Além da eutrofização, há evidências de que biodetritos como conchas e fragmentos de conchas provenientes dos moluscos que vem a cair da estrutura do cultivo e acabam morrendo no fundo, bem como conchas vazias lançadas no local de cultivo pelos criadores de moluscos, provocam alterações no habitat, influenciando fortemente a estrutura da comunidade bêntica associada (GRANT *et al.*, 1995; JARAMILLO *et al.*, 1992).

Diferenças em frações do sedimento mais grosseiras, compostas por fragmentos de conchas foram significativas, indicando que este pode ser um fator determinante do impacto dos cultivos sobre a estrutura da comunidade macrobêntica.

Os resultados da análise Bio-Env mostraram boa correlação entre a estrutura da comunidade macrofaunal e as porcentagens de areia grossa, silte fino, argila, e a profundidade. Uma vez que apenas a areia apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, isto indica que possivelmente os outros fatores foram responsáveis pelas diferenças naturais observadas entre os locais amostrados.

Estudos anteriores mostraram que os cultivos provocam alterações em outras características do sedimento, como potencial redox e nas concentrações de nutrientes inorgânicos, sulfetos e oxigênio (CHRISTENSEN *et al.*, 2003; CRAWFORD *et al.*, 2003; MAZOUNI *et al.*, 1996). Estas características influenciam a estrutura da comunidade bêntica tanto quanto as características granulométricas.

Uma das dificuldades para a demonstração conclusiva dos impactos dos cultivos sobre a fauna bêntica associada está relacionada com o próprio desenho amostral, que se baseou na adoção de uma larga escala espacial aplicada a um ambiente heterogêneo, como é o caso da baía da ilha de Santa Catarina. Em situações deste tipo, impactos provenientes de uma atividade potencialmente eutrofizante, como os cultivos de bivalves, só podem ser detectados em maior escala se seus efeitos forem muito intensos. Caso contrário, as diferenças entre os pontos amostrais, causadas pela variabilidade ambiental de fundo, podem mascarar os possíveis efeitos provenientes da atividade. Especificidades de alguns locais, como a maior intensidade de correntes marinhas que podem facilitar a dispersão dos efluentes dos cultivos, também podem ser as responsáveis pela minimização dos impactos, como sugerido por CHAMBERLAIN *et al.* (2001). Neste estudo ficou claro que a variabilidade associada a distintas escalas espaciais deve ser considerada no planejamento de monitoramento de atividades de cultivo. É possível que um novo estudo com a adoção de amostragem hierárquica possa confirmar as tendências observadas de que em alguns locais o cultivo de bivalves já começa a provocar alterações ambientais sérias que influenciam a estrutura da comunidade macrobêntica.

Apesar desta dificuldade, o estudo mostrou evidências de uma influência direta dos bivalves filtradores sobre os ecossistemas locais e sua capacidade de suporte, indicando que a região já se encontra sob um nível de estresse intermediário provocado pela crescente atividade de cultivo de bivalves e também indícios que em alguns locais os impactos já são elevados. O surgimento ou a implantação de uma população de bivalves filtradores provoca uma diminuição na turbidez da água pelo consumo do fitoplâncton, gerando um aumento na biomassa fitobêntica e com isto um aumento nas taxas de denitrificação do nitrogênio do sedimento, quando a abundância dos bivalves varia de baixa a moderada. Quando a abundância dos bivalves cultivados cresce, o aumento correspondente de biodepósitos no sedimento pode provocar a redução do oxigênio, redução drástica da denitrificação e aumento nas concentrações de H<sub>2</sub>S (NEWELL, 2004).

Baseado nos resultados obtidos pelo presente estudo pode-se afirmar que os cultivos de bivalves da região da ilha de Santa Catarina encontram-se em estágios de moderada a elevada abundância de organismos cultivados e que alguns locais de cultivo já mostram tendências de uma abundância extrema, com o registro de alterações significativas na estrutura da comunidade macrofaunal. Esta tendência deve ser considerada em qualquer iniciativa de aumento da produção, por adensamento dos cultivos, a fim de evitar que em breve o ambiente não tenha mais capacidade de suportá-la.

## Referências Bibliográficas

ACAQ (Associação Catarinense de Aqüicultura). **Produção de moluscos no Município de Florianópolis**. Florianópolis, s/d. 2007. Disponível em: <[www.acaq.org.br/indicadores/prod\\_floripa\\_moluscos.htm](http://www.acaq.org.br/indicadores/prod_floripa_moluscos.htm)> Acesso em: 12 de novembro de 2007.

ARANA, L. A. V. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, 310 p.

ARMSTRONG, F. A.; WILLIAMS, P. M.; STRICKLAND, J. D. H. Photooxidation of organic matter in sea water by ultraviolet radiation, analytical and other applications. **Nature**, 211: 463-481. 1966

BARROSO, G. F.; *et al.* Premissas para a sustentabilidade da aqüicultura costeira. **RECOS – Maricultura sustentável – CAPÍTULO 1**. 2008. Disponível em: <<http://www.mileniodomar.org.br>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2008.

BUSCHMANN, A. H.; LÓPEZ, D. A.; MEDINA, A. A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile. **Aquacultural Engineering**, 15 (6): 397-421. 1996.

CAMARGO, M. G. **SYSGRAN for Windows: granulometric analyses system versão 3.0**. <[mauricio.camargo@ufpr.br](mailto:mauricio.camargo@ufpr.br)>. 1999.

CARVER, R. E. **Procedures in sedimentary petrology**. New York: John Wiley & Sons, 1970, 650 p.

CHAMBERLAIN, J. *et al.* Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. **ICES - Journal of Marine Science**, 58: 411-416. 2001.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Natural Environment Research Council, UK, 1994, 144 p.

COSTA, K. G.; NALESSO, R. C. Effects of mussel farming on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. **Aquaculture**, 258: 655-663. 2006.

COSTA, S. W. *et al.* Cadeias produtivas do estado de Santa Catarina: aqüicultura e pesca. **Epagri - Boletim Técnico n.97**. 1998.

CHRISTENSEN, P. B. *et al.* Impacts of longline mussel farming on oxygen and nitrogen dynamics and biological communities of coastal sediments. **Aquaculture**, 218:567-588. 2003.

CRAWFORD, C. M.; MACLEOD, C. K. A.; MITCHELL, I. M. Effects of shellfish farming on the benthic environment. **Aquaculture**, 224:117-140. 2003.

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo; um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998. 276 p.

DAHLBÄCK, B.; GUNNARSSON, L. Å. H. Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture. **Marine Biology**, 63: 269-275. 1981.

FERREIRA, J. F.; OLIVEIRA NETO F. M. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. **RECOS – Maricultura sustentável – Capítulo 11**. 2008. Disponível em: <<http://www.mileniodomar.org.br>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2008.

GESAMP (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. **Reports and Studies n.57**. 1996.

GILES, H.; PILDITCH, C. A.; BELL, D. G. Sedimentation from mussel (*Perna canaliculus*) culture in the Firth of Thames, New Zealand: Impacts on sediment oxygen and nutrient fluxes. **Aquaculture**, 261: 125-140. 2006.

GRANT, J. *et al.* A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. **Estuaries**, 18(1A): 124-144. 1995.

GRASSHOFF, K.; KREMLING, K.; EHRHARDT, M. **Methods of seawater analysis**. 3<sup>rd</sup>. ed. completely revised and extended edition. Weinheim: Wiley-VCH, 1999. 600 p.

HOSTIN, L. M. **Influência de Cultivos de Ostras (*Crassostrea Sacco, 1897*) nas Comunidades Macrobênticas de um Canal de Maré da Baía de Guaratuba, Paraná**. 2003. 91 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia) – Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003.



JARAMILLO, E.; BERTRAND, C.; BRAVO, A. Community structure of the subtidal macroinfauna in an estuarine mussel bed in southern Chile. **Marine ecology**, 13:317-331. 1992.

KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. **Aquaculture**, 129: 347-372, 1995.

LU, L.; WU, R. S. S. Recolonization and succession of marine macrobenthos in organic-enriched sediment deposited from fish farms. **Environmental Pollution**, 101: 241-251. 1998.

MARENZI, A. W. C. **Influência do Cultivo de Mexilhões sobre o Habitat Bentônico na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC.** 2002. 120 f.. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002.

MAZOUNI, N. *et al.* Nutrient and oxygen exchanges at the water-sediment interface in a shellfish farming lagoon (Thau, France). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 205: 91-113. 1996.

MONTEIRO, L.C.; ABSHER, T.M.; OLIVEIRA, V.M. Macrofauna benthica sob um cultivo de ostras (*Crassostrea* sp.) em um canal de marés da baía de Guaratuba – Paraná – Brasil. **Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR.** Florianópolis. 2007. CD-ROM.

NAYLOR, R. L. *et al.* Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. **Science**, 282 (5390): 883-884. 1998.

NAYLOR, R. L. *et al.* Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, 405 (29): 1017-1024. 2000.

NETTO, S. A.; VALGAS, I. S. Efeitos do cultivo de mexilhões sobre a estrutura da meiofauna. **RECOS – Maricultura sustentável – Capítulo 14.** 2008. Disponível em: <<http://www.mileniodomar.org.br>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2008.

NEWELL, R. I. E. Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve molluscs: A review. **Journal of Shellfish Research**, 23(1): 51-61. 2004.

OLIVEIRA NETO, F. M. **Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri. (Epagri documentos n.º. 220). 2005. 67 p.

PAULILO, M. I. Maricultura e Território em Santa Catarina. Florianópolis, Brasil: **Cadernos de Pesquisa – PPGSP – UFSC**, 31: 1-21. 2002.

SARAIVA, E. S. B. G. **Nitrogênio e fósforo totais dissolvidos e suas frações inorgânicas e orgânicas: considerações sobre a metodologia aplicada e estudo de caso em dois sistemas estuarinos do estado de São Paulo.** 2003. 133 f. Tese (Livre Docência), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

STENTON-DOZEY, J. M. E.; JACKSON, L. F.; BUSBY, A. J. Impact of mussel culture on macrobenthic community structure in Saldanha bay, South Africa. **Marine Pollution Bulletin**, 39 (1-12): 357-366. 1999.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis.** 2<sup>nd</sup> ed. Ottawa: Fisheries research board of Canadá. 1972. 172 p.

TRÉGUER, P.; LE CORRE, P. **Manual d'analysis des seis nutritifs das l'eau de mer.** 2<sup>o</sup> ed. Brest: Université de Bretagne Occidentale. 1976. 110p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)