

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Influência do Cultivo de Mexilhões sobre o  
Habitat Bentônico na Enseada da Armação do  
Itapocoroy, Penha, SC.

Doutorando: Adriano Weidner Cacciatori Marenzi.

Orientadora: Profa. Dra. Alaíde A. Fonseca Gessner

**Tese de Doutorado**

2002

Universidade Federal e São Carlos  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Influência do Cultivo de Mexilhões sobre o  
Habitat Bentônico na Enseada da Armação do  
Itapocoroy, SC.

Adriano Weidner Cacciatori Marenzi\*

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal e São Carlos – São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia e Recursos naturais.

\* Professor da Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar.

São Carlos, SP.

2002

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M559ic

Marenzi, Adriano Weidner Cacciatori.

Influência do cultivo de mexilhões sobre o habitat bentônico na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC / Adriano Weidner Cacciatori Marenzi . -- São Carlos : UFSCar, 2003.  
113 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2002.

1. Bivalvia. 2. Mexilhões. 3. Bentos. Enseada da Armação. I. Título.

CDD: 594.11 (20ª)

## Agradecimentos.

Esta tese é o resultado da somatória de trabalhos, realizados em conjunto com inúmeras pessoas e instituições, das quais tenho a obrigação de prestar um agradecimento especial para a Universidade do Vale do Itajaí, por me permitir realizar esta pesquisa, ao Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar por me dar as condições de desenvolver-la nos seus diferentes laboratórios, ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais e Ecologia da UFSCAR pela compreensão dos professores e funcionários, a Professora Doutora Alaíde A. F. Gessner e sua querida família pelo carinho que me dedicaram, ao Professor Doutor Doutor Joaquim O. Branco e família pelo encorajamento e a minha família pela paciência.

## SUMÁRIO

Resumo.....	I
Abstract.....	II
1 - Introdução.....	1
2 - Revisão da literatura.....	4
3 - Caracterização da área de cultivo de mexilhões.....	10
3.1 - Método de cultivo.....	11
4 - Material e método.....	15
4.1 - Área de estudo.....	15
4.2 - Amostragem.....	19
4.2.1 - Amostragem das variáveis ambientais.....	19
4.2.2 - Amostragem do Sedimento .....	20
4.2.3 - Amostragem da Comunidade bentônica.....	21
4.3 - Análises dos dados.....	22
5 - Resultados.....	24
5.1 - Variáveis ambientais.....	24
5.2 - Sedimento.....	28
5.2.1 - Análise dos dados do sedimento.....	35
5.3 - Habitat bentônico.....	37
5.3.1 - Composição de espécies.....	37
5.3.2 - Estrutura da comunidade bentônica.....	51
5.3.3 - Análises dos dados da comunidade bentônica.....	60
6 - Panoramas.....	64
7 - Discussão.....	69
8 – Conclusões.....	100
9 - Referências.....	102

## Resumo

O cultivo de mexilhões é uma atividade econômica importante no Estado de Santa Catarina, onde é desenvolvido em praticamente todas as baías e enseadas, e cuja produção é destaque para América Latina. O crescimento constante dos cultivos se fez de forma desordenada, sem considerar a geração de impactos ambientais, essencialmente aqueles decorrentes da biodeposição de matéria orgânica nas áreas de cultivo. Este trabalho teve como objetivo avaliar uma enseada sob influência da mitilicultura, determinar as alterações no sedimento e na comunidade de macro-invertebrados bentônicos. Foram selecionados três pontos de amostragem considerando o tempo e a intensidade da atividade de cultivo. Durante o período de um ano foram analisados os teores de materiais minerais e biogênicos no sedimento, bem como a composição e a estrutura da comunidade bentônica. Os resultados indicaram a fração areia como material de maior concentração no sedimento, com predominância de partículas grosseiras nas áreas mais próximas da orla. Os teores de carbonatos, silte e cascalho, foram mais elevados na área de cultivo mais intenso, contudo não se observou diferença quanto à matéria orgânica nas diferentes áreas de estudo. Quanto à fauna bentônica, foram coletadas 65 espécies pertencentes a sete filos sendo que os ofiuros foram os mais freqüentes nas amostras. Apesar das diferenças entre os períodos e os locais de coleta não serem significativas, os resultados apontaram uma maior abundância e densidade de indivíduos no inverno e no outono, nas áreas sem cultivos, com destaque aos moluscos detritívoros, e a maior riqueza e diversidade foram detectadas no inverno e verão na área com cultivo mais intenso, com participação maior de espécies de poliquetos. Conclui-se que os cultivos de mexilhões não estão causando impacto direto no ambiente bentônico da Enseada da Armação do Itapocoroy, sendo a ação indireta dos ventos, ao promover um maior hidrodinamismo na região, o fator determinante na caracterização na constituição do sedimento e na estrutura e composição da fauna bentônica.

## **ABSTRACT**

Mussel culture is an important activity in the state of Santa Catarina, where is developed in almost all the bays and roadsteads. This activity places the state in evidence in Latin America's production. However, this development has been spread in a disorganized way, generating environmental impacts, mainly those arisen from bio deposition of organic material at cultivation areas. The main purpose of this research was to evaluate a roadstead under cultivating influences, determining changes in sediment and benthic macro invertebrate's communities. Three sampling points were chosen according to activity time and intensity. Therefore, the level of organic material in the sediment, the structure and composition of the benthic community were accessed. Results showed that sand was the main material in sediment and rough particles are predominant near the shore side. The carbonate, silt and gravel levels were high at intense cultivating areas. However, differences concerning organic materials were not observed between cultivated and non-cultivated areas. The fauna collected was represented by 65 species belonging to 7 phyla, being the ophiurans more frequently found in the samples. Even though there were no meaningful differences between time and place for picking up samples, higher density and abundance occurred during winter and fall within non-cultivated areas, where debris eater's mollusks are highlighted. Higher richness and diversity were detected during winter and summer time in intensively cultivated areas, with great participation of polychaeta species. Results showed that mussel cultures are not causing direct impacts once the wind action promotes a situation of high hydrodynamics in the region and is a determinative factor in sediment constitution and benthic fauna.

## 1 - INTRODUÇÃO

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (FAO, 1992), a população humana passará de cinco bilhões em 1990, para oito bilhões em 2025, sendo a manutenção e a melhoria da qualidade de vida o maior problema da humanidade (BOYD & SCHMITTOU, 1999).

Ante esta perspectiva, a produção de alimento deverá acompanhar este crescimento, mas, simultaneamente, deverá proteger os recursos naturais, buscando alternativas com base em um desenvolvimento sustentável.

Nos últimos 50 anos a produção de alimento se desenvolveu principalmente com uso indiscriminado de insumos químicos e mecânicos que geram impactos negativos nos ambientes, tanto terrestres quanto aquáticas, inclusive propiciando alterações climáticas regionais (MATTSSON & LIDÉN, 1983).

Mesmo no amplo ambiente marinho, 66% dos recursos pesqueiros estão comprometidos devido à ação extrativista promovida pela pesca predatória (VITOUSEK *et al.*, 1997). Porém, com o crescimento da demanda, a produção de pescado terá como meta atingir 180 milhões de toneladas em 2025, para tanto é fundamental a intervenção do homem no incremento dessa produção (AVAULD JR., 1996).

A falta de cuidado no manejo dos estoques naturais de pescado propiciou o sucesso da aquicultura nas duas últimas décadas e, em alguns casos, como nos cultivos de moluscos marinhos, não só tem suprido a demanda, mas também suplantado a produção natural com novas tecnologias e gerenciamento mais eficiente (YOUNG *et al.*, 1999).

Atualmente a o cultivo de organismos aquáticos ou aqüicultura é um dos setores que mais se desenvolve no cenário global da produção de alimentos e economicamente deverá atingir em médio prazo cifras semelhantes aos cultivos terrestres em médio prazo (TISDELL, 1999).

Há dois fatores que determinam este sucesso perante os demais cultivos: a produção de organismos com valor econômico elevado e, principalmente, a possibilidade de produzir em grande escala pela exploração da tridimensionalidade do ambiente.

Da mesma forma como a agricultura tem alterado o meio ambiente, o desenvolvimento deste tipo de cultura tenderá a comprometer os recursos naturais, devendo ser a sua implantação cuidadosamente planejada e monitorada (FOLKE & KAUTSKY, 1992).

Edwards (1998) criticou de forma pertinente ao afirmar que, cientificamente, o entendimento da maricultura é reducionista e os fenômenos são estudados separadamente do todo, ignorando o ecossistema.

A aqüicultura está vinculada ao ambiente e é dependente dele (ASCHE *et al.*, 1999), assim a deterioração do ambiente natural causa uma incerteza quanto à sua sustentabilidade, levando a mais um ciclo econômico temporário, fenômeno tão comum em nossa história.

Devido às suas condições oceanográficas propícias ao desenvolvimento do cultivo de mexilhões da espécie *Perna perna*, o Estado de Santa Catarina se tornou na última década, o maior produtor de mexilhões da América Latina (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2001).

Ao assumir este papel preponderante na economia pesqueira das regiões litorâneas, a mitilicultura passou a representar um potencial risco de impacto

ambiental com a sobrecarga de matéria orgânica e, embora haja um sistema de gestão da maricultura e do ecossistema costeiro, este ainda não possui os elementos necessários para garantir a sustentabilidade dos recursos (ARANA, 2000).

O objetivo deste trabalho foi o de verificar se o cultivo de mexilhões *Perna perna* está provocando alterações na região bentônica, através da análise dos constituintes bióticos e abióticos do sedimento e, fornecer subsídios para o gerenciamento de sistemas costeiros.

Para tanto, avaliou-se a Enseada da Armação do Itapocoroy (SC) aonde a mitilicultura já vem sendo praticada há vários anos em escala comercial, sendo investigadas:

- As variáveis ambientais: salinidade, transparência e temperatura da coluna d'água; a velocidade e a direção dos ventos;
- A composição granulométrica do sedimento quanto aos teores dos elementos inorgânicos (cascalho, areia, silte e argila) e biogênicos (matéria orgânica e carbonatos);
- A composição e estrutura da comunidade dos macro-invertebrados bentônicos.

## 2 - REVISÃO DA LITERATURA

A taxa de crescimento anual da aqüicultura é de 10,6 % desde 1990, anualmente são produzidas 27,8 milhões de toneladas de alimentos, dos quais, 47% provêm da maricultura, onde estão incluídos os cultivos de peixes, camarões, moluscos, algas e outras de espécies do ambiente marinho (BRASIL, 2001).

Em termos mundiais, dentro da maricultura, o cultivo extensivo de mexilhões, ou a mitilicultura, é uma atividade que tem crescido em importância (SMAAL, 1991), fenômeno que também vem sendo observado no Brasil nos últimos anos.

Uma das razões deste sucesso se deve à transferência de espécies bentônicas de costões rochosos para serem cultivadas em zona pelágica (nerítica), onde as condições de alimento são ótimas devido à abundância de fitoplâncton, imersão constante e ausência da ação das marés e das ondas (REDHOUSE *et al.*, 1984).

Outro fator importante em relação aos organismos cultivados no ambiente marinho é o rápido crescimento dos mexilhões, sendo que no Brasil o cultivo da espécie *Perna perna* leva cerca de nove meses para atingir o tamanho comercial de 7,0 cm (MARENZI, 1992).

Mesmo em regiões de clima frio, como na Rússia, apesar dos mexilhões demorarem quatro anos para atingir 5,0 cm, a mitilicultura ainda assim é considerada uma boa atividade econômica (SUKHOTIN & KULAKOWSKI, 1992).

No Estado de Santa Catarina, o cultivo de mexilhões está difundido em praticamente todas as enseadas e baías da costa centro-norte com uma

produção de 11.359 toneladas em 2000, o que representou 95% da produção total do Brasil (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2001). Porém este volume é inexpressivo ante a produção de 300 mil toneladas de mexilhões cultivados na Espanha, que lidera esta atividade a nível mundial (FAO, 2002).

A mitilicultura é desenvolvida no ambiente natural utilizando-se os recursos do meio, não sendo necessária energia exógena para a circulação de água, a retirada de resíduo ou uso de rações (KAUTSKY & FOLKE, 1990). Os cultivos de mexilhões também são favorecidos pela utilização direta e eficiente da produção primária com uma cadeia alimentar curta e ligada diretamente ao homem (MARGALEF, 1972).

A vantagem do cultivo de mexilhões comparada com as de outros organismos marinhos, deve-se em parte por estes serem eficientes filtradores. Contudo, esta forma de alimentação é um fator crítico na sustentabilidade das áreas de cultivo devido às mudanças impostas na dinâmica do fluxo vertical de material particulado no ambiente.

Quando as partículas suspensas na coluna de água são filtradas nos ctenídeos, permanecem aglutinadas por um muco, sendo que tanto as selecionadas como alimento e transformadas em fezes, quanto aquelas que são rejeitadas e expelidas como pseudofezes passam a ter maior volume e precipitam, tornando-se um incremento considerável na sedimentação e na formação de biodepósitos (SCHETTINI *et al.*, 1997).

Por esta razão, na Europa, apesar do seu grande potencial econômico, a mitilicultura está limitada pelo impacto gerado, inclusive com a possibilidade da formação de áreas anaeróbias no sedimento. O fitoplâncton que é consumido pelo zooplâncton passa a ser consumido pelos mexilhões, resultando numa

produção quatro vezes maior de biodetritos no sedimento, o que tem gerado conseqüências desastrosas (SMAAL, 1991).

Os problemas que surgem com o aumento da população de organismos filtradores são o aumento da taxa de sedimentação potencial, a alteração do regime de correntes e o incremento do fluxo vertical de carbono (GRANT *et al.*, 1995).

Caso não seja reciclada adequadamente através de processos bioquímicos normais, a matéria orgânica no sedimento pode resultar no acréscimo da população microbiana com conseqüente decréscimo do oxigênio dissolvido disponível, contribuindo assim para a redução da riqueza de espécies e o aumento da densidade de organismos tolerantes (OBERDORFF & PORCHER, 1994).

Em casos mais extremos, como resultado da degradação anaeróbica da matéria orgânica por bactérias sulfato-redutoras, constata-se o aumento da taxa de sulfitos, relação direta com a formação de ácido sulfúrico no sedimento, elemento extremamente tóxico à biota (TSUTSUMI *et al.*, 1991).

Assim, as alterações das características físicas e químicas do sedimento e a conseqüente alteração da comunidade bentônica são os principais impactos provocados pelos cultivos de mexilhões no ambiente marinho, sendo este tema explorado por diversos autores (DAHLBÄCK & GUNNARSSON, 1981; MATTSSON & LINDÉN, 1983; TENORE *et al.*, 1985; OTTMANN & SORNIN, 1985; DAME *et al.*, 1991; LÓPEZ-JAMAR *et al.*, 1992; MOJICA & WALTER, 1993; GRANT *et al.*, 1995; CHAMBERLAIS *et al.*, 2001 e MIRTO *et al.*, 2001).

Nas áreas de cultivo na Espanha, os mexilhões são os herbívoros mais importantes, tornando-se um organismo fundamental na estrutura e função da

biota, inclusive da comunidade infaunística sob as áreas de cultivos, devido ao enriquecimento com matéria orgânica atingindo uma área de 300 km<sup>2</sup> (TENORE *et al.*, 1985).

A deposição de matéria orgânica não é exclusiva dos mexilhões, também há a contribuição de uma gama de organismos associados aos cultivos, que em conjunto, contribuem com até 30% do peso total das redes de cultivo (MARENZI, 1992).

Dahlbäck & Gunnarsson (1981) detectaram nas áreas sob os cultivos de mexilhões uma sedimentação três vezes superior àquelas das áreas sem cultivos, com níveis de carbono de 2,4 a 3,3 g/m<sup>2</sup> ao dia.

Misdorp *et al.* (1984) identificaram uma biodeposição nos cultivos de *Mytilus edulis* de 0,4 mm/dia em média, sendo a sedimentação de 30mm/ano. Kautsky & Folke (1990), também trabalhando com sedimentação em áreas de cultivo de mexilhões, identificou que a produção de fezes e pseudofezes para uma tonelada de *M. edulis* equivale a de 10 seres humanos.

Para Gray (1981), a matéria orgânica é o mais importante agente modificador no meio aquático especialmente do sedimento, levando à eutrofização, com a depleção de oxigênio e formação de gás sulfídrico, resultando na perda faunística.

A morfologia e a dinâmica das enseadas ou baías influenciam a concentração desses poluentes, em alguns casos, como em regiões rasas da costa da Bretanha, onde há a necessidade de alternância dos locais de cultivo em decorrência das elevadas taxas de deposição orgânica (FRILIGOS, 1982a).

Os problemas existem e se devem basicamente ao método e à técnica de cultivo empregada, pois até as estruturas dos cultivos ocasionam um efeito

cinérgico pela redução da velocidade de corrente e energia das ondas (TSUTSUMI, 1995).

Gibbs *et al.* (1991) determinaram que a velocidade da água diminuiu em até 70% ao passar pelas estruturas de cultivo de mexilhões, reduzindo o transporte de alimento, mas ponderaram também que as estruturas de cultivo têm pouca interferência na soma dos fatores que determinam a circulação de água.

Segundo Ottmann & Sornin (1980), os depósitos oriundos dos cultivos de mexilhões se caracterizam por possuírem elevados teores de matéria orgânica, o que os tornam coesos, dificultando o seu transporte pelas correntes.

Apesar do alto grau de matéria orgânica, Mattsson & Lindén (1983) ressaltam que esta deposição não é necessariamente negativa, visto o aumento da pesca nas áreas próximas aos cultivos, especialmente no primeiro ano de instalação.

O fluxo vertical em direção ao sedimento das pelotas fecais ricas em matéria orgânica pode gerar impactos positivos, como os observados em regiões de mitilicultura ao norte da Espanha, o que permite o suporte de uma densa epifauna e, conseqüentemente, uma fauna demersal associada (TENORE *et al.*, 1980). A taxa de decomposição deste sedimento contribui com a proliferação de flagelados, incrementando também a cadeia trófica destas áreas (DANKERS & ZUIDEMA, 1995).

O tamanho e a fração dos grãos de sedimento são características fundamentais na escolha de uma área pelos organismos bentônicos, sendo que a estrutura desta comunidade também pode ser relatada pela descrição do sedimento (GRAY, 1974).

A avaliação de impactos em um determinado ambiente também pode ser realizada através da análise da comunidade bentônica que se caracteriza por apresentar organismos com pouca mobilidade ou sedentários na sua fase adulta, estando sujeitos às alterações impostas pela variação do meio. E, especificamente, o macrobentos de substrato inconsolidado responde ao estresse ambiental com diferentes estratégias adaptativas (BORJA *et al.*, 2000).

O conhecimento de padrões estruturais de uma comunidade permite o manejo de populações e o monitoramento das atividades antrópicas (SOARES-GOMES & PIRES-VANIN, 1997), sendo que diferentes modelos matemáticos são utilizados para avaliar uma comunidade, principalmente a análise da diversidade da comunidade e da abundância de espécies (MYSLINSKI & GINSBURG, 1977).

Grant *et al.* (1995) desenvolveram um trabalho multidisciplinar a respeito das alterações provocadas no sedimento nas áreas sob influência dos cultivos de mexilhões, quando observaram um aumento na riqueza de espécies com domínio de poliquetos, observando que estas alterações não se devem obrigatoriamente à biodeposição no sedimento, mas ao assentamento de pequenas espécies oportunistas.

Dahlbäck & Gunnarson (1981) relatam o desaparecimento da fauna bentônica original três meses após a instalação de cultivo de mexilhões em uma enseada na Suécia, com a infestação do poliqueto *Capitella capitata* no sítio e alteração da fauna até 25 metros de distancia do cultivo de mexilhões, sendo causa direta da produção fecal condicionando a qualidade do sedimento.

A biodeposição pode produzir impacto positivo para as atividades humanas, pois nas áreas de cultivo de mexilhões os detritos são direta ou indiretamente utilizados pela infauna bentônica e estão servindo como alimento para espécies de peixes e crustáceos de interesse comercial, como a lagosta *Nephrops norvegicus* (LÓPEZ-JAMAR *et al.*, 1992).

Quando conduzida de forma racional, a mitilicultura pode ser uma atividade ecologicamente correta, pois nos locais onde os cultivos são desenvolvidos observa-se um aumento na abundância e na diversidade de diferentes espécies de organismos marinhos, proporcionando uma inter-relação trófica das espécies neste novo “ecossistema” (MARENZI & MANZONI, 1998).

### **3 - Caracterização da Área de Cultivo de Mexilhões**

No Brasil, os cultivos de mexilhões surgiram como uma forma de exploração racional dos recursos marinhos, e por décadas foram desenvolvidos experimentos em diversas instituições de pesquisa na região sudeste do país.

A primeira referência de cultivo de mexilhões *P. perna* para o Estado de Santa Catarina foi em 1985 na Enseada da Armação do Itapocoroy (MARENZI, 1987). Atualmente esta representa o maior parque de cultivo da América-Latina com 40 km<sup>2</sup>, produzindo no ano de 2000 uma safra de 3.500 toneladas, o que corresponde a aproximadamente 25% da produção do Estado, colocando o município como o maior produtor nacional de mexilhões (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2001) (figura 1).

A aceitação dessa atividade pela comunidade de pescadores somente ocorreu após o sucesso econômico dos primeiros cultivadores em 1994, quando foram produzidas 32 toneladas de mexilhão e, apesar da resistência

provocada pelas alterações nos cenários paisagístico e socioeconômico, a produção cresceu continuamente e em escala geométrica, e o número de produtores em escala aritmética.

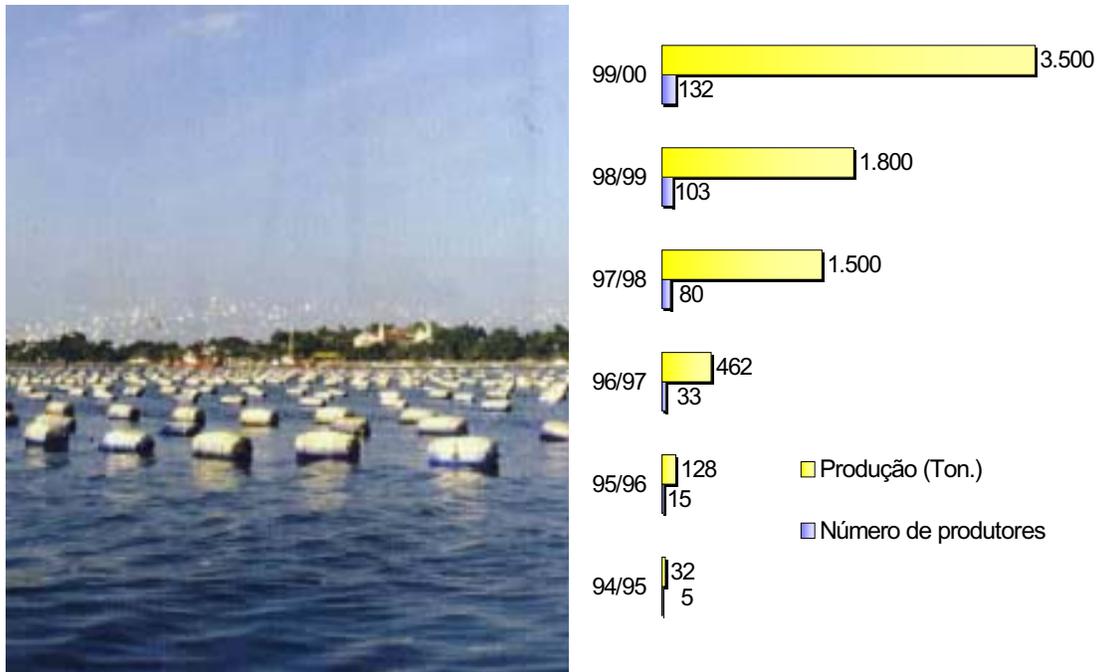


Figura 1 – Vista do parque de cultivo de mexilhões na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC com a evolução da produção (ton.) e do número de produtores no período de 1994 a 2000 (fonte: EPAGRI, 2001).

### 3.1 Método de Cultivo

O sistema de cultivo na região se caracteriza por ser uma atividade basicamente artesanal, com uso extensivo de trabalho manual e força física (MARENZI, 1999).

Como estrutura de cultivo, utiliza-se o modelo denominado de *long-line* ou espinhel, formado por um cabo de náilon com 100 metros de comprimento ao longo do qual ficam amarradas as redes de cultivo, sendo estas redes dispostas a cada 0,5 m de distância uma das outras. Toda a estrutura é

suspensa por flutuadores (barris plásticos de 60 litros), ancorada pelas extremidades com âncoras de concreto (1 ton) ou estacas de ferro fixadas no sedimento (figura 2a).

Os *long-lines* estão direcionados para o mar aberto, disposto paralelamente a uma distância aproximada de 5 m um do outro e suportando em média 4,5 ton cada uma destas estruturas.

O cultivo inicia-se a partir de mexilhões jovens com cerca de 3 cm de comprimento, coletados nos costões rochosos, sendo denominados de sementes. Estas são ensacadas em redes de algodão tubulares, com aproximadamente 10 cm de diâmetro e variando de 3 a 5 metros de comprimento, as redes de algodão são inseridas dentro de outra rede de náilon, esta técnica denomina-se de “Francês”, devido a sua origem.

A rede de algodão se decompõe rapidamente, porém num período suficiente para que os mexilhões contidos se fixem uns aos outros e em seguida à rede de náilon. Em poucas semanas os mexilhões transpassam também a rede de náilon e ficam dispostos externamente à estrutura, onde passam a se desenvolver até o momento da colheita (figura 2 b).

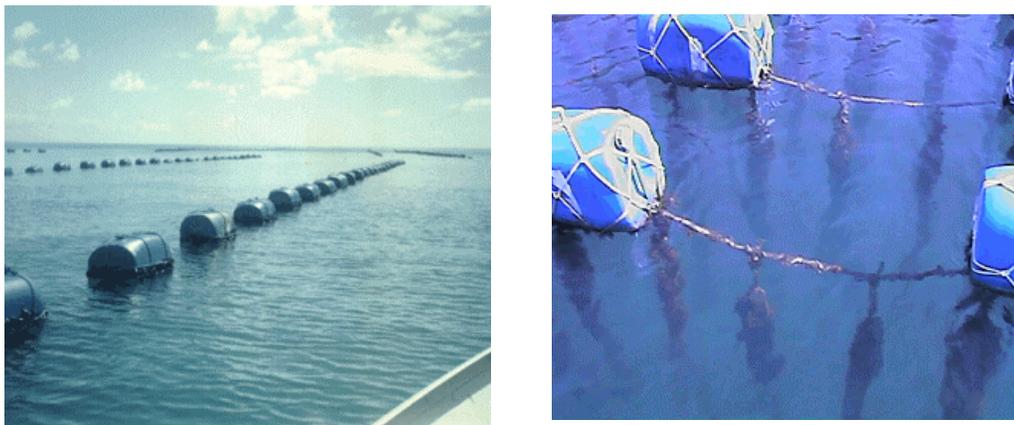


Figura 2 –Vista dos *long-line* suspensos por flutuadores (a) e os mexilhões cultivados em redes, na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC) (b).

Como apoio para os trabalhos diários para a confecção das redes e, principalmente, para processar os mexilhões após a colheita nas áreas dos cultivos são instaladas balsas onde é realizada a limpeza do produto, retirando-se toda a fauna associada aos mexilhões, como os organismos incrustantes cirripédios, ascídias e poríferos, além dos que vagam por toda a rede de cultivo como poliquetos e anfípodos, dentre outros invertebrados. Toda esta fauna é descartada e lançada ao mar no próprio local das balsas que traz como consequência a mudança do aspecto do sedimento (figura 3).

A produtividade média por metro de rede de cultivo é de 13 kg de mexilhões, excluindo a fauna associada que pode representar até 30% do peso total das redes (MARENZI, 1992).



Figura 3 – Amostras do sedimento, (A) coletado próximo às balsas de manejo e (B) coletado fora da área de cultivo.

Os restos de estruturas de cultivo (redes, cabos e flutuadores), organismos mortos, durante o processamento do produto ou naturalmente, somando com a constante deposição de fezes e “pseudofezes” nas áreas constituem os rejeitos da atividade.



A morfologia da região se caracteriza pela formação de diversas baías e enseadas, resultado da intercalação de praias e costões rochosos originados de projeções menores da Serra do Mar em direção ao mar (MARENZI, 1992).

Esta enseada está abrigada dos ventos fortes vindos do quadrante sul por um promontório, porém encontra-se exposta aos ventos provenientes do leste e nordeste, sendo este último o mais freqüente na região, podendo atingir alto grau de intensidade.

A amplitude da maré varia de 0,6 a 1,2 m e, apesar de não haver rios que deságüem diretamente e que possam interferir na área de cultivo, a Enseada sofre a influência do Rio Itajaí-Açu, que tem sua foz situada à cerca de 10 km da área de estudo (SCHETINNI *et al.*, 1999)

A influência deste rio é perceptível pela presença de uma *pluma* de sedimento que atinge em maior ou menor intensidade a área de cultivo dependendo da ação dos ventos, principalmente do quadrante sul (figura 5).

No mês de maio há menor precipitação e, conseqüentemente, menor influência fluvial, ao contrário dos meses de julho e outubro, períodos de maior aporte continental responsável pela baixa salinidade e concentração de nutrientes na área de estudo.



Figura 5 - Foto aérea com destaque da foz do Rio Itajaí-Açu e a *pluma* de sedimento alcançando a Enseada da Armação do Itapocoroy (Penha, SC) (Fonte: Lansat 321).

Na Enseada da Armação do Itapocoroy a maricultura foi implantada há 10 anos e sua expansão tem sido de forma contínua. Foram estabelecidos três pontos amostrais, levando-se em consideração o grau de desenvolvimento e o tempo do cultivo de mexilhões (figura 6).

O ponto de amostragem denominado Fortaleza ( $26^{\circ}46'10''S$  e  $48^{\circ}49'10''W$ ) foi escolhido numa área onde o cultivo desenvolve-se há mais de oito anos. Este ponto de amostragem está localizado a cerca de 700 metros da praia, com profundidade de 5 a 7 metros.

Os cultivos se estendem desde o primeiro ponto até o segundo ponto de amostragem denominado de Gariba ( $26^{\circ}46'10''S$  e  $48^{\circ}47'45''W$ ), que

corresponde à área mais nova do parque e onde os cultivos foram instalados há apenas dois anos.

Está distante cerca de 1400 metros a leste do ponto Fortaleza e a aproximadamente 2 km da praia, numa posição mais exposta ao mar aberto do que o ponto anterior e com profundidade de 9 a 12 metros.

O terceiro ponto de amostragem denominado Canal ( $26^{\circ}46'10''S$  e  $48^{\circ}38'45''W$ ) está situado a cerca de 500m ao sul do ponto Gariba e a aproximadamente 1000 metros do ponto Fortaleza. Foi denominado de Canal por ser o local de trânsito de embarcações que entram e saem da Enseada e onde os cultivos não podem ser instalados, sendo por este motivo considerado como ponto testemunho.

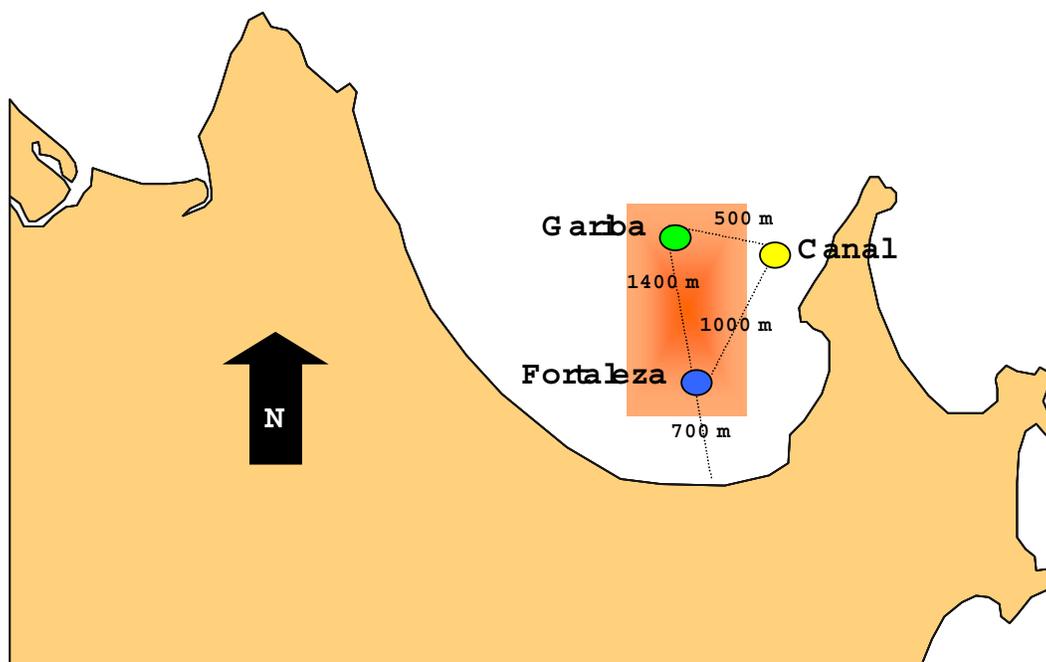


Figura 6 - Localização dos pontos de coleta na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

## **4.2 Amostragem**

Considerando a sazonalidade da região, as coletas foram realizadas trimestralmente, tanto para a amostragem de sedimento como da comunidade bentônica. O período de amostragem foi de julho de 1999 a junho de 2000, sendo que cada coleta foi realizada sempre num mesmo dia: Inverno (julho), Primavera (outubro), Verão (janeiro) e Outono (maio).

Em cada ponto de amostragem, o material de fundo foi coletado utilizando-se um pegador de fundo tipo van-Veen, com área de 450 cm<sup>2</sup>.

No procedimento das coletas para a análise da composição faunística da comunidade bentônica, devido as diferentes texturas do sedimento, as “pegadas” foram contadas até completar aproximadamente 15 litros de material, variando de 5 amostras na Fortaleza e 4 amostras no Canal e Gariba.

Para a caracterização do substrato nos locais de amostragem, coletou-se paralelamente cerca de 500 g de sedimento, que foi congelado para posterior processamento e avaliação granulométrica, concentração da matéria orgânica e de carbonatos.

### **4.2.1 Amostragem das Variáveis Ambientais**

Os dados sobre a direção e a intensidade dos ventos foram medidos por anemômetro no Laboratório de Climatologia da Universidade do Vale do Itajaí, calculando-se a média mensal a partir das médias diárias.

Para caracterizar a massa de água, esta foi monitorada diariamente em um ponto central às estações de coleta, a um metro de profundidade, efetuando medidas da: transparência da coluna d'água utilizando disco de Secchi, da temperatura com termômetro manual e da salinidade por

refratômetro óptico. Semanalmente, para aferir os dados das variáveis acima descritas e caracterizar a massa de água na enseada em diferentes pontos e profundidades, utilizou-se uma sonda multi-analisadora (Horiba U-10).

#### **4.2.2 Amostragem do Sedimento**

O método aplicado na análise granulométrica está baseado em Suguio (1973). As amostras de sedimento foram lavadas repetidamente com água destilada para a eliminação dos sais solúveis e secas em estufa à temperatura de 50°C durante 72 horas.

Para a análise granulométrica retirou-se uma sub-amostra que primeiramente foi queimada na mufla para eliminar a matéria orgânica e por reação com ácido clorídrico suprimiram-se os carbonatos.

Deste material, separou-se a fração maior que 0,062 mm por peneiramento, pesando-a em uma balança analítica (0,0001g).

Para determinar as percentagens do material restante, com partículas inferiores a 0,062 mm e que compõem as frações granulométricas finas (silte e argila), foi utilizado o método baseado nos tempos de sedimentação (peso).

Os dados foram processados através de modelo computacional, utilizando-se um analisador granulométrico para a classificação da amostra quanto ao tamanho das partículas que a compõem, através do programa analítico "ANGRA" (MORAES & GRIEP, 1985) sendo os critérios desta caracterização fundamentados em FOLK & WARD (1957).

A quantidade de carbonato de cálcio nas amostras foi obtida segundo o método padrão de oxidação (STRICKLAND & PARSONS, 1976), para isto, uma sub-amostra de 100 g foi lavada com água destilada, seca em estufa e

todo o material orgânico foi queimado em mufla a 500 °C por 4 horas. Posteriormente, o material inorgânico restante foi submetido ao ataque com ácido clorídrico (HCl) em diluição de 50%, agitando-se continuamente esta solução.

Após a eliminação completa dos carbonatos, indicada pela finalização da efervescência da reação, a amostra foi lavada com água destilada para eliminar os resíduos, seca em estufa e novamente pesada, obtendo os teores de  $\text{CaCO}_3$  pela diferença do peso inicial e peso final do material após a reação com o ácido.

Para determinar a porcentagem total de matéria orgânica nas amostras, inclusive de carbono orgânico, foi utilizada uma sub-amostra (isenta de carbono pelo método acima descrito), calculando-se a diferença entre o peso inicial e o peso final do sedimento, após a queima do material em mufla por 6 horas a 450 °C.

#### 4.2.3 Amostragem da Comunidade Bentônica

O sedimento coletado, para avaliação da comunidade bentônica, foi triado em laboratório passando-o por tamises de 2 e 1mm, sendo esta medida utilizada devido ao fato do sedimento ser arenoso e reter a maioria dos macro-invertebrados bentônicos, com exceção dos nematódeos (GRAY, 1981).

Os organismos coletados foram separados segundo os morfotipos e fixados em formol a 4%, sendo em seguida, identificados em unidades taxonômicas e conservados em álcool (70%).

Na identificação das espécies utilizou-se o trabalho correlacionado com a bio-ecologia das espécies e com o cultivo de moluscos e os organismos com maior grau de dificuldade na identificação foram enviados aos especialistas.

#### **4.3 Análises dos Dados**

Os resultados sedimentológicos foram submetidos a uma Análise de Componentes Principais, primeiramente separados e posteriormente com a estrutura da comunidade de cada local, traduzida na riqueza de espécies, diversidade de Shannon-Weaver ( $\text{Log}_e$ ), equitabilidade e densidade total (ind./450 cm<sup>2</sup>) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983).

Os dados referentes à comunidade bentônica foram tabulados em matrizes, sendo esforço de amostragem calculado por número médio de indivíduos de cada espécie em relação à área do amostrador (0,045 cm<sup>2</sup>), sendo que a percentagem de frequência de ocorrência correlacionou a proporção de cada espécie em relação ao total de organismos coletados em todos os períodos e locais.

Para a análise da estrutura da comunidade foram calculados os seguintes índices:

- Riqueza, calculado pela somatória das espécies presentes;
- Índice de diversidade de Shannon: calculado para cada coleta (tempo) e para cada local (espaço);
- Análise Fatorial de Correspondência: aplicada para a composição taxonômica (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983).

Para determinar a abundância e a dominância utilizou-se o número total de indivíduos de cada espécie; para a riqueza o número de espécies coletadas. A densidade foi calculada utilizando o número total de organismos por área do amostrador (0,045 m<sup>2</sup>); para a equitatividade correlacionou-se a contribuição de cada espécie em relação ao total de espécies da comunidade ou seja, a uniformidade do número de exemplares entre as espécies (PIELOU, 1975).

A estrutura da comunidade macrobentônica foi comparada entre as áreas amostradas e as estações do ano pelo teste não paramétrico de Friedman (ZAR, 1984).

Através da análise de agrupamento foram estabelecidas as associações entre os locais e épocas das coletas, utilizando-se as médias aritméticas não ponderadas e o índice de Bray-Curtis no cálculo das percentagens de dissimilaridades (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983). A significância entre as diferenças na composição de espécies entre as áreas Gariba, Fortaleza e Canal foram testadas pelo método da análise de similaridade (ANOSIM) (CLARK, 1993).

Finalmente, a composição específica e as características sedimentológicas consideradas foram analisadas simultaneamente por meio de uma Análise de Correspondência Canônica, e a significância dos eixos fatoriais e das variáveis abióticas verificadas pelo Teste de Mantel (LEGENDRE & LEGENDRE, *op.cit.*).

## 5- RESULTADOS

### 5.1 Variáveis ambientais

#### Ventos

Na enseada da Armação do Itapocoroy, os ventos obedecem a um ciclo anual característico para a região, com diferenças correspondentes a cada estação climática do ano.

Durante este trabalho registraram-se alterações nas direções dos ventos em relação a época do ano.

A figura 7 mostra a variação mensal da intensidade máxima dos ventos através das médias diárias durante o período de janeiro de 1999 até dezembro de 2000, com os menores valores registrados no inverno, e os maiores na primavera e início do verão.

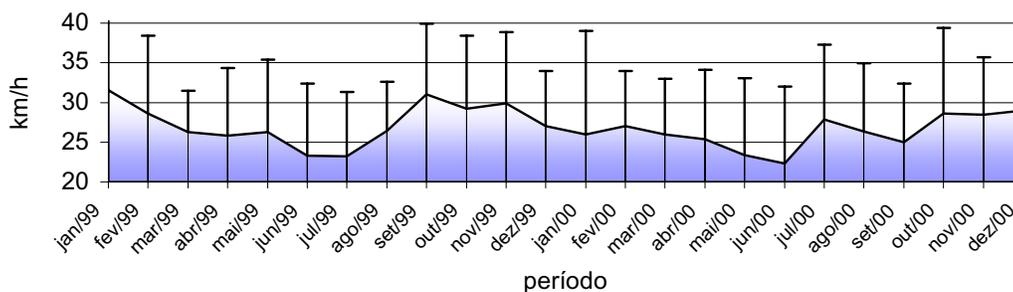


Figura 7: Valores médios máximos e desvio padrão da velocidade dos ventos na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

As estações primavera e o verão são dominadas pelos ventos do quadrante leste, com velocidade média variando de 4,4 km/h a 6,1 km/h e atingindo até 57,9 km/h na primavera (outubro/1999), quando é denominado popularmente de *Lestada*, sendo caracterizado por soprar de forma intensa e

no máximo por três dias seguidos. Durante o verão o vento tende a soprar de nordeste vindo do mar, mas com intensidade moderada (figura 8).

Do quadrante sul provém os ventos das frentes frias de outono e inverno trazendo as chuvas para a região. Com velocidade média de 4,2 km/h observada durante o período de amostragem e atingindo até 59,5 km/h (julho de 2000), é denominado de *Rebojo* pela população local (figura 8).

O período de ação deste vento é caracterizado por soprar continuamente durante períodos de uma semana ou mais, mas a presença de morros no lado sul e sudeste da Enseada, formam uma barreira natural que a protege deste vento.

Na figura 8 estão representados os valores das médias máximas diárias e a direção predominante do vento no mês, no período de julho de 1999 a julho de 2000.

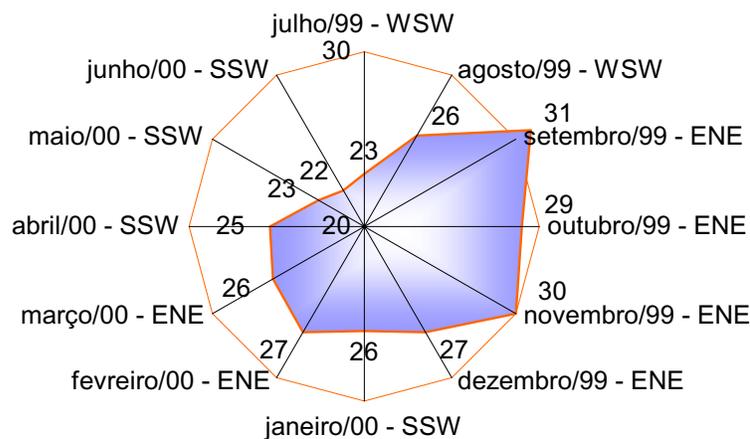


Figura 8 - Valores mensais da intensidade (km/h) e direção dos ventos segundo as médias máximas diárias no período de julho de 1999 a julho de 2000 na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

## Salinidade

O valor médio da salinidade da água da superfície na Enseada da Armação do Itapocoroy ao longo do período de amostragem foi de 32,43 p.s.u., com variação de 13,7 p.s.u. entre 22,8 p.s.u. (10/7/99) e 36,5 p.s.u. (10/2/00), sendo estes valores característicos de zona costeira com pouca influencia de fonte hídrica continental (figura 9).

No verão e no outono, quando a precipitação foi menor, observou-se um aumento nos valores da salinidade, cujo valor máximo (36,5 p.s.u.) foi registrado em fevereiro de 2000 (verão).

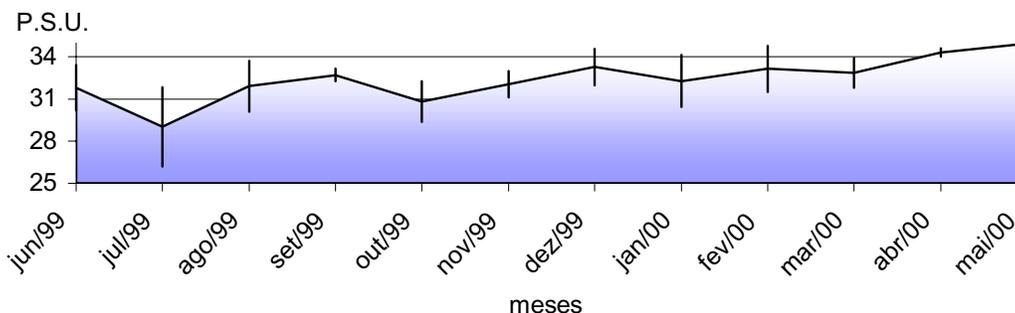


Figura 9 - Valores médios e desvio padrão das concentrações de salinidade na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC), entre julho de 1999 e maio de 2000.

## Transparência

A transparência da água, que reflete a quantidade de material em suspensão, variou ao longo do período de estudo de um mínimo de 1,14 m no início de setembro e um valor máximo de 3,76 m em meados de novembro de 1999, com média de 2,27 m, tendo sido os maiores valores registrados nos períodos de inverno e verão (figura 10).

Os altos valores do desvio padrão desta variável demonstram que a transparência da água se altera constantemente, embora haja uma tendência de valores menores nos períodos de ventos fortes na primavera e outono.

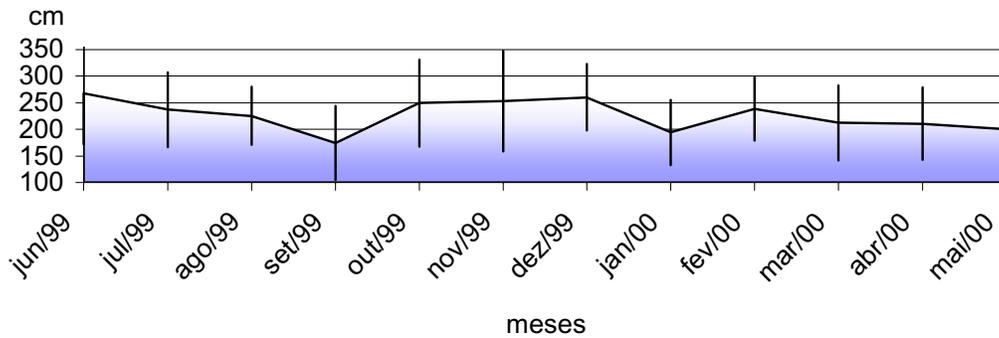


Figura 10- Valores médios e desvio padrão da transparência da coluna de água da Enseada da Armação do Itapocoroy (SC), entre julho de 1999 a maio de 2000.

### Temperatura

A figura 11 mostra a flutuação média mensal da temperatura da água da superfície, onde pode ser observada a flutuação sazonal com valores mais elevados no final da primavera e verão, e mais baixos no final do outono e inverno.

Na Enseada da Armação do Itapocoroy, a temperatura média ao longo do período de amostragem foi de 22,6 °C, variando dentro de uma faixa de 16 °C segundo o padrão sazonal normal para a região (figura 11).

Os maiores valores registrados foram no período de janeiro e fevereiro de 2000 (verão) com temperaturas entre 30°C a 28°C. E os menores valores da temperatura obtidos foram em agosto de 1999 (inverno) com 14°C.

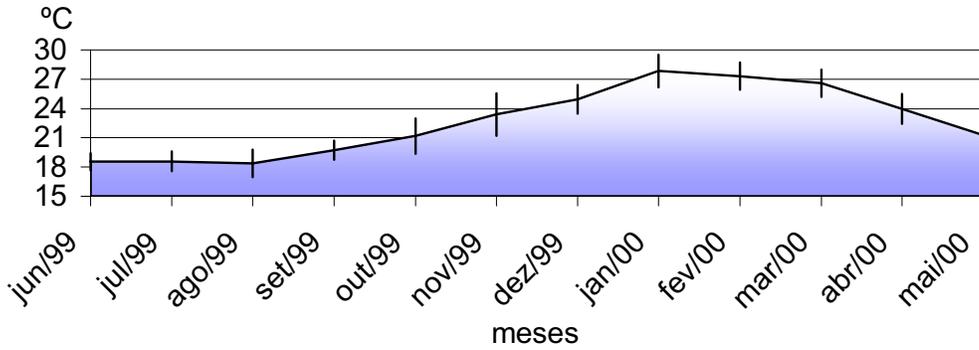


Figura 11 - Valores médios e desvio padrão da temperatura da água na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC), entre julho de 1999 a maio de 2000.

## 5.2 Sedimento

A figura 12 mostra um quadro dos constituintes minerais (cascalho, areia, argila e silte) do sedimento da Enseada para os três pontos de amostragem (Fortaleza, Gariba e Canal), nas quatro estações climáticas (inverno, primavera, verão e outono).

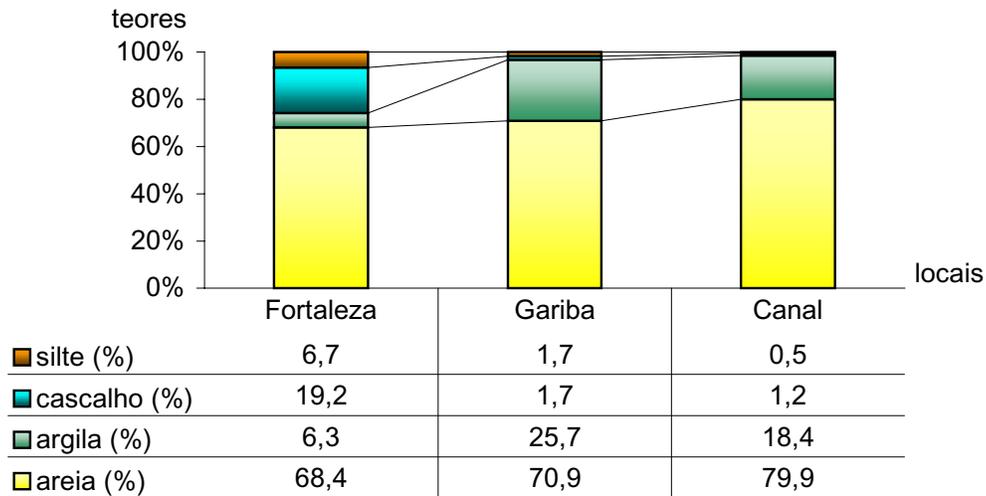


Figura 12 – Média anual ( $\pm$  desvio padrão) dos componentes minerais do sedimento nos pontos de amostragem na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

Nas três áreas de coleta registrou-se uma elevada contribuição da fração areia na composição do sedimento, em detrimento dos baixos valores de argila e silte . A contribuição em torno de 20,0% da fração cascalho foi registrada apenas no Fortaleza, enquanto que nas outras áreas esta permaneceu abaixo de 2,0%.

No ponto de amostragem Fortaleza, o sedimento foi classificado como areia grossa, extremamente mal selecionada e com tendência para os grosseiros. No Gariba, o sedimento caracterizou-se entre a areia fina e silte grosso, muito mal selecionado e com forte tendência para o lado dos finos. E no ponto Canal o sedimento foi classificado entre areia fina a silte grosso, muito mal selecionado e com forte tendência para o lado dos finos.

### **Cascalho**

A quantidade média de cascalho presente no sedimento da Enseada da Armação do Itapocoroy foi de 7,0%, porém neste valor está contida uma variação temporal e, principalmente entre os pontos de amostragem (figura 13).

A maior percentagem média de cascalho presente foi no inverno com 8,8% e a menor de 3,6%, ocorreu na primavera. No Fortaleza onde a percentagem de cascalho foi maior, registrando-se uma concentração média de 18,1% superior a Gariba e Canal com 1,7% e 1,0% em média respectivamente.

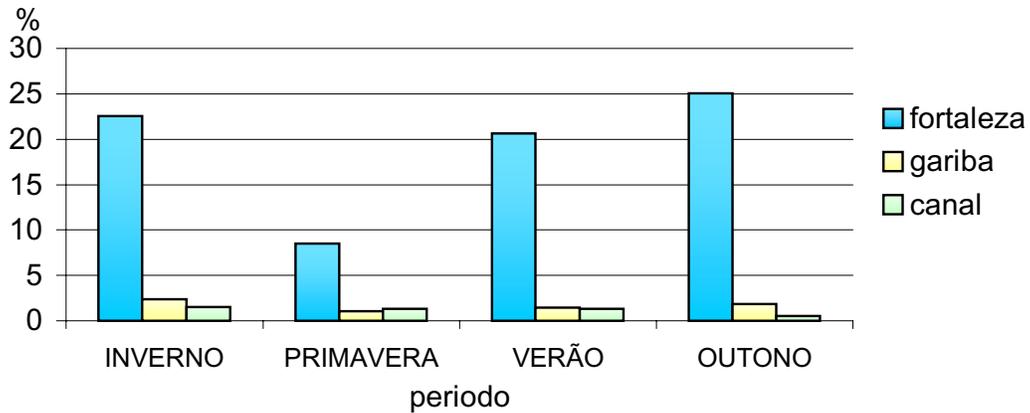


Figura 13 - Percentagem de cascalho no sedimento segundo os pontos e os períodos de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

### Areia

Em todos os pontos amostrados a areia foi o elemento predominante, com uma quantidade média de 73,0%. Em escala temporal, a maior percentagem foi 75,9% no verão e a menor foi 69,6% na primavera, e em relação aos pontos de amostragem, a maior concentração foi registrada para o Canal com 80,6% e a menor percentagem foi no Fortaleza com 67,7% (figura14).

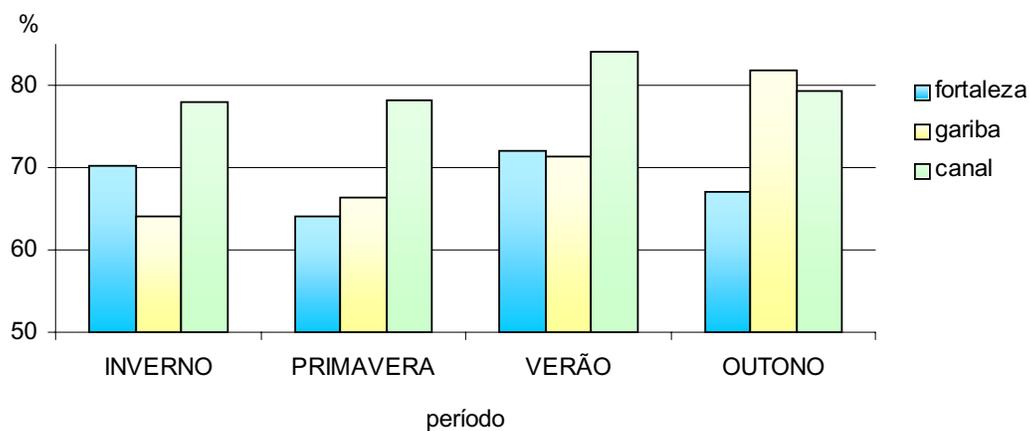


Figura 14 - Percentagem de areia do sedimento nos pontos e os períodos de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

O maior teor de areia registrado foi de 84,2% no Canal durante o verão, e o menor valor foi de 64,0% no inverno no Gariba, neste mesmo local registrou-se a maior variação temporal com 81,7% de areia no sedimento no outono.

### Silte

A percentagem média de silte no sedimento da Enseada foi de 2,7% e, em escala temporal, a maior quantidade ocorreu no inverno com 3,5% e a menor na primavera com 2,2% (figura 15).

Numa análise espacial, a maior percentagem de silte no sedimento foi do Fortaleza com 5,8% e o menor foi no Canal com 0,5%. O maior valor detectado foi 9,2% no Fortaleza durante o inverno e o menor foi 0,2% para o Canal, também no inverno.

As concentrações da fração silte no sedimento da Enseada variam de forma semelhante à fração cascalho, especialmente no Fortaleza.

Observou-se que a concentração diminuiu do inverno (9,2%) para a primavera (2,3%) e voltando a aumentar para 7,3% no verão e 8% no outono.

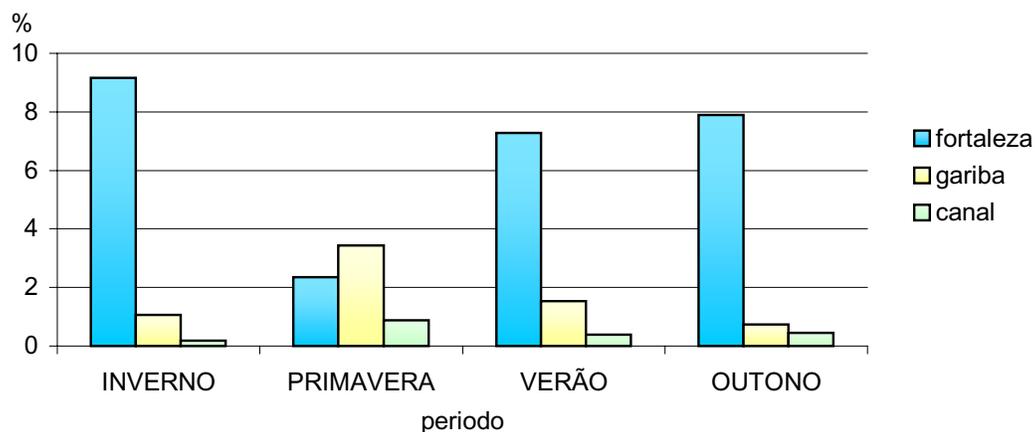


Figura 15 - Percentagem de silte no sedimento segundo os pontos e os períodos de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

## Argila

O teor médio da fração argila na Enseada foi de 16,8%, variando tanto ao longo do tempo como entre as áreas amostradas. Nos pontos Canal e Gariba este composto variou em concentrações de forma semelhante ao silte, com os valores decrescendo da primavera para o outono (figura16).

Em escala temporal, no verão e na primavera foram registradas as maiores médias, com 25,1% e 24,5%, respectivamente. As menores médias foram obtidas na primavera e outono, quando se registrou 13,2% e 11,7% de argila no sedimento da Enseada.

Quanto aos pontos de amostragem, a maior concentração média foi no Gariba com 25,7%, havendo diferença na média entre o Cana com 17,8% e no Fortaleza com apenas 0,6% desta fração de sedimento.

O maior valor foi de 32,4%, obtido no Gariba, no inverno, cujo valor decresceu até menos da metade deste valor ao chegar o outono. A maior média ocorreu na primavera com 24,6% e a menor foi detectada no verão com 13,2%.

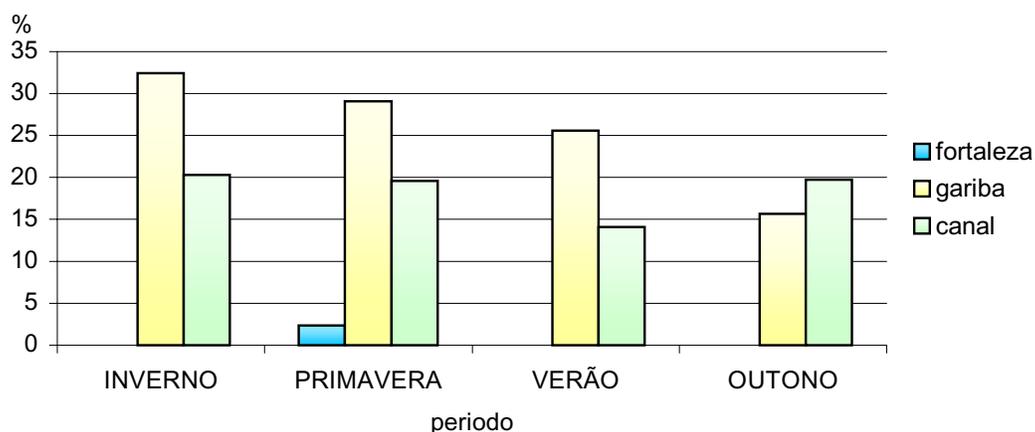


Figura 16 - Percentagem de argila no sedimento segundo os pontos e os períodos de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

Nas três áreas de coleta registrou-se uma contribuição da fração de carbonatos e de matéria orgânica no sedimento, sendo as médias anuais apresentados na figura 17.

No Fortaleza onde os cultivos estão instalados a mais tempo e de forma intensiva, os teores de matéria orgânica foram inferiores aos esperados, porém a atividade da maricultura pode ter contribuído com maiores teores de carbonato observados neste ponto.

Já os pontos de amostragem Gariba e Canal praticamente apresentaram os mesmos teores de matéria orgânica e carbonato.

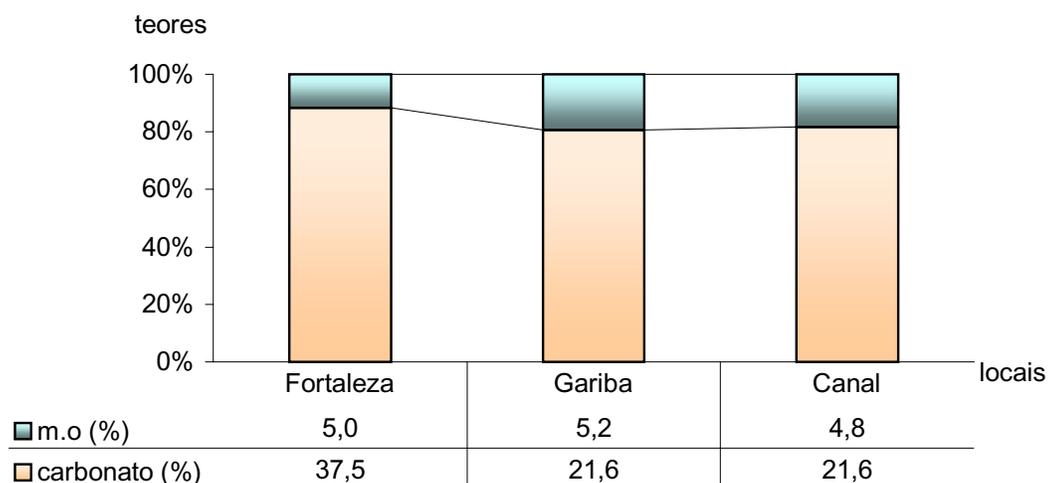


Figura 17 – Percentagem anual média e desvio padrão dos componentes orgânicos do sedimento nos pontos de amostragem na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

### Matéria Orgânica

A percentagem média de matéria orgânica no sedimento da Enseada da Armação do Itapocoroy foi de aproximadamente 5,0%, a maior percentagem foi registrada no inverno com 5,8% e a menor foi no verão com 3,9% (figura18).

Apesar do maior valor de matéria orgânica na Enseada ter sido registrado no Fortaleza na primavera (6,7%), Gariba foi o ponto de amostragem com maior média de concentração de matéria orgânica ao longo do período amostral (5,2%).

Apesar dos cultivos mais velhos estarem situados no Fortaleza, neste ponto foi onde registrou-se a menor concentração de matéria orgânica nas coletas realizadas (2,6% no verão), e onde, a percentagem média deste material foi semelhante ao Canal, local sem cultivos instalados, com 5,0% e 4,8% respectivamente.

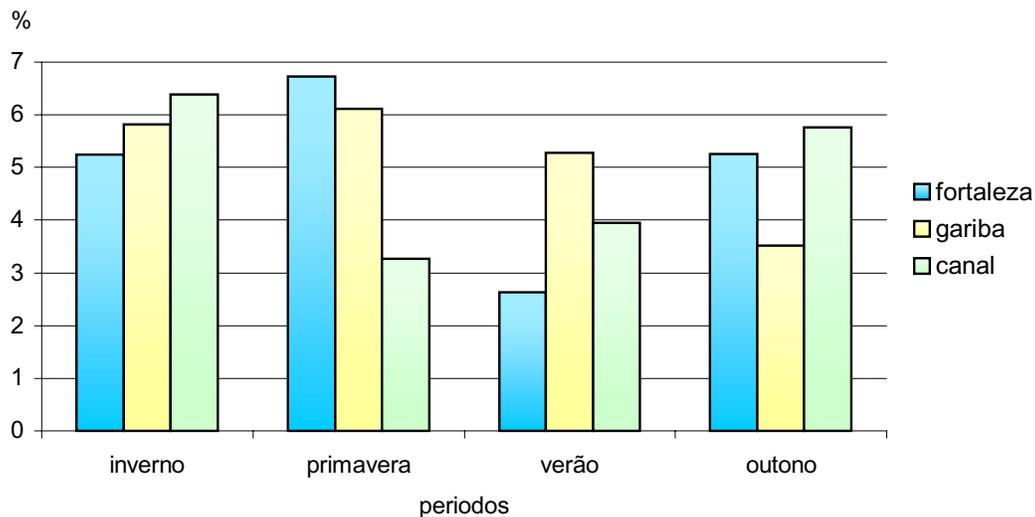


Figura 18 - Percentagem de matéria orgânica no sedimento segundo os pontos de amostragem e o período de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

### **Carbonato**

De modo geral, as amostras apresentaram valores semelhantes de carbonato nos períodos de amostragem em cada um dos pontos de coleta, sendo a quantidade média de carbonato de 26,9% (figura19).

Em escala temporal, a maior média foi de 32,8% no inverno e a menor 22,1% na primavera. Considerando-se os diferentes pontos de amostragem, a maior concentração média foi no Fortaleza 37,5%, não havendo diferença entre Gariba e Canal, ambos com 21,6% de carbonatos no sedimento.

O maior teor de carbonato foi detectado no Fortaleza durante o inverno (43,8%) e o menor, 15,8%, no Gariba na primavera, porém é interessante observar que nestes dois pontos a variação do carbonato se dá de modo semelhante, levando a crer que isso decorre como resultado do cultivo de mexilhões.

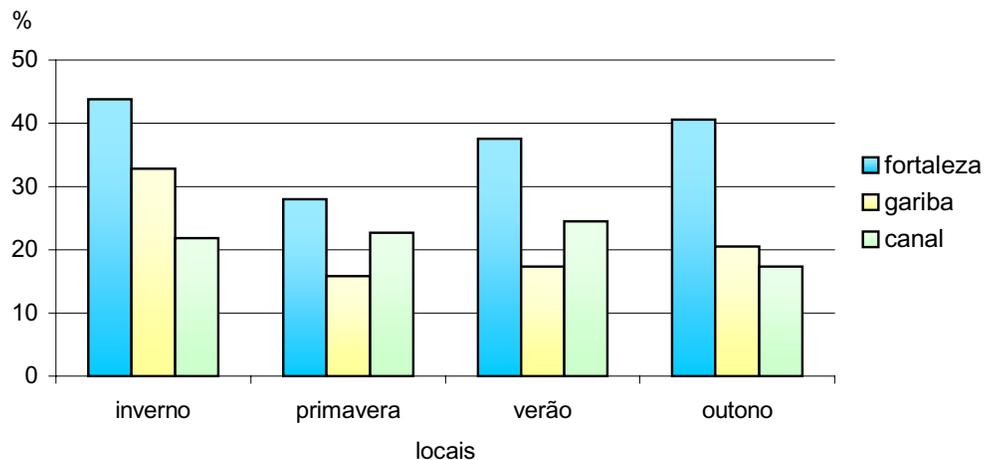


Figura 19 - Percentagem de carbonatos segundo os pontos de amostragem e o período de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC

### 5.2.1 - Análise dos dados do sedimento

A Análise em Componentes Principais (ACP) aplicada sobre as características granulométricas e aos teores de matéria orgânica e carbonatos no sedimento da Enseada, permitiu a extração de dois eixos fatoriais responsáveis por aproximadamente 88% das variações (figura 20).

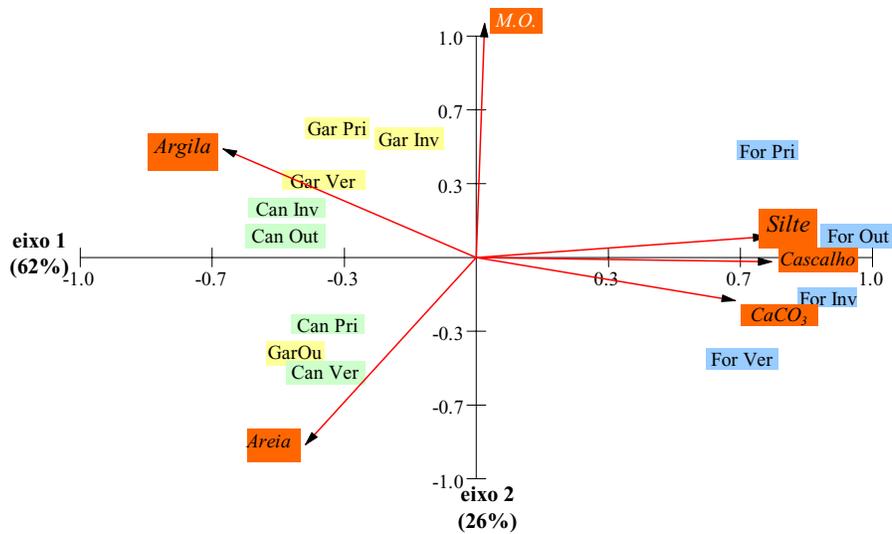


Figura 20 - Análise em Componentes Principal aplicada sobre a composição do sedimento da Enseada da Armação do Itapocoroy (SC).

O eixo1, responsável por 62% da variação, foi formado pelas coordenadas positivas dos percentuais de cascalho, silte e CaCO<sub>3</sub> associados aos locais de cultivo intensivo (Fortaleza), e pela coordenada negativa dos percentuais de argila e areia junto aos demais pontos de amostragem.

A disposição dos pontos representativos dos locais e estação de coleta ao longo deste eixo, está representando os resíduos decorrentes das atividades de maricultura na área.

O eixo 2, com 26% das variações, foi formado pelas coordenadas positivas dos percentuais de matéria orgânica, argila e silte, e pelas coordenadas negativas dos percentuais de areia, cascalho e carbonatos, formando dois blocos separados pela granulometria.

### 5.3 Habitat Bentônico

#### 5.3.1 Composição de Espécies

Tabela I – Relação das espécies bentônicas coletadas na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC, segundo a densidade de indivíduos (m<sup>2</sup>), o local de amostragem (Fortaleza, Gariba e Canal) e a época do ano (inverno, primavera, verão e outono)

Taxa	Fortaleza				Gariba				Canal					
	inv	prim	ver	out	inv	prim	ver	out	inv	prim	ver	out		
Sipuncula	24	-	28	-	-	-	-	-	-	5	-	-		
Echiura														
Família Echiuridae														
<i>Echiurus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	420	-	-	-		
Mollusca														
Classe Scaphopoda														
Ordem Dentaliida														
Dentalidae														
<i>Dentalium americanum</i>			40		40	-	40	-	40	-	296	-	104	-
Classe Bivalvia														
Ordem Myoida														
Corbulidae														
<i>Corbula caribae</i>	-	-	-		-	-	-	-	114	-	-	-		
Ordem Veneroida														
Cardiidae														
<i>Papyridea soleniforme</i>	-				4	-	-	-	-	-	-	-	-	
Classe Gastropoda														
Ordem Archaeogastropoda														
Phasianellidae														
<i>Tricolia affinis</i>		65	77	12	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ordem Mesogastropoda														
Rissoinidae														
<i>Rissoina bryera</i>	-	-	44		-	-	-	-	-	-	-	-		
69														
Cerithiopsidae														
<i>Cerithiopsis gemmulosa</i>	-				323	-	-		-	-	-	-		
Eulimidae														
<i>Eulima bifasciata</i>	-	-			-	-	-	-	44	-	-	-		
Naticidae														
<i>Natica canrena</i>	24	-	-		-	-	-	-	148	356	-	-		
69														
Vitrinellidae														
<i>Parvirtuboide interruptus</i>	-	-			4	-	-	-	-	-	-	-		





No total foram coletados 1.361 organismos, pertencentes a sete filos e identificadas 65 espécies, sendo que apenas oito foram comuns nos três pontos de amostragem e, somente, o ofiuróide *Hemipholis elongata* esteve presente em todas as coletas.

O briozoário da família Cupulodriidae (Lagaaij, 1952), *Cupuladria cf. monotrema* (Busk, 1884), apesar de ser abundante em todos os locais e coletas realizadas não foi incluído nas análises pela dificuldade de contagem do número de zoóides contidos em cada colônia.

Considerando os grandes grupos, o que apresentou maior densidade foi o dos moluscos gastrópodes e os que ocorreram com maior frequência foram os equinodermos.

Os equiuros foram representativos apenas em uma coleta e local, no Canal, no inverno, sendo identificado apenas uma espécie da família Echiuridae (Newby, 1940).

Os poliquetos apresentaram a maior riqueza de espécies que, somadas, representaram 37% do total de espécies coletadas ao longo de todo o período de estudo, apresentando menor densidade nas áreas onde há cultivos.

Os poliquetos foram representados pelas seguintes famílias, sendo seu diagnóstico baseado nos trabalhos de AMARAL & NONATO, 1981; FAUCHALD & JUMARS, 1992; NUNES & PARSONS, 2000 e ROMERO & TOKESHI, 2000:

Família Onuphidae (Kinberg, 1865): São tubícolas, predadores, comuns, abundantes e amplamente distribuídos em sedimentos finos em águas rasas.

*Diopatra* sp. possui espécies descritas no sul do Brasil tanto para áreas estuarinas, ou seja ricas em matéria orgânica, como para mar aberto, com predomínio de silte e areia no sedimento. Foi abundante no Fortaleza, nas coletas de verão e outono; *Mooreonuphis lineata*, espécie registrada na Baía de Paranaguá (Pr), habitando sedimento na foz de um rio altamente contaminado com esgotos domésticos. Esta espécie foi pouco significativa no Fortaleza, mas abundante e freqüente no Gariba e no Canal.

Família Capitellidae (Grube, 1862): As espécies desta família caracterizam-se por habitarem fundo lodoso e arenoso. Algumas espécies toleram baixas concentrações de oxigênio e são abundantes em áreas consideradas poluídas ou enriquecidas organicamente. Em geral são comedores de depósitos, moveis e não seletivos, secretam um mucopolissacarídeo para aglutinar as partículas alimentícias no epitélio da faringe, selecionadas pelo tamanho e densidade. *Capitella capitata*, espécie oportunista que constrói tubos na superfície do sedimento, podendo ocupar áreas anóxicas, pois os tubos construídos permitem uma irrigação e oxigenação do seu ambiente interior por correntes promovidas pelo animal. O tamanho das partículas e a composição do sedimento são fundamentais na sua distribuição. *Capitella* sp. foi coleta em maior número no inverno em todos os pontos amostrados, ausente nos demais períodos no Fortaleza.

Família Nereididae (Johnston, 1865): A maioria dos representantes dessa família vive em águas rasas, possui alimentação tão variada quanto o seu habitat, há espécies de ambientes rochosos até sedimentos inconsolidados e considerada onívora.

Família Sabellidae (Malmgren, 1867): Os Sabellidae ocorrem em sedimento fino, onde normalmente são dominantes. São filtradores e tubícolas, cujos tubos são reforçados por areia ou lodo. Estiveram presentes nas coletas de inverno, no Fortaleza, e verão, no Canal.

Família Glyceridae (Grube, 1950): As espécies de Glyceridae são difíceis de serem identificadas. A maioria das espécies é predadora ativa e raramente é abundante. Tem corpo longo e faringe eversível de igual proporção, que utiliza para capturar presas em substrato mole, cavando com auxílio da probóscide. *Glycera americana* (Leidey, 1855) foi registrada entre as coletas realizadas, no Gariba nas amostras de primavera e verão.

Família Magelonidae (Cunningham & Ramage, 1888): Os magelonídeos são detritívoros, não seletivos e vivem em substratos lodosos. Com o corpo afilado, escavam a lama e areia, sem constituir tubos evidentes. *Magelona variolamellata*, espécie pouco representativa, foi encontrada apenas no Gariba no verão e no Canal no outono.

Família Orbiniidae (Hatman, 1942): A maioria das espécies desta família cavam em sedimento lodoso, não fazem tubos permanentes. *Scoloplos sp.*, alimenta-se de matéria orgânica particulada, não é seletiva. Algumas espécies desta família desenvolvem estratégias reprodutivas para persistirem em um determinado sítio. Sua presença foi dispersa e escassa ao longo do ano, ocorreu em uma coleta no inverno, no Canal.

Família Owenidae (Rioja, 1917): A descrição desta família está baseada na espécie, *Owenia fusiformis*, que se caracteriza por habitar sedimento mole e utilizar partículas arenosas para confeccionar tubo; alimenta-se de partículas em suspensão ou da superfície do sedimento; podem preda pequenos

organismos, sendo seletiva tanto quanto ao tamanho como quanto à composição do alimento. Esta espécie, embora registrada nos três pontos de coleta, teve densidade baixa e não esteve presente em todas as coletas.

Família Pilargidae. Representadas pelas espécies *Parandalia tricuspis* e *Sigambra sp.*, são organismos errantes, não constroem tubos, carnívoros ou onívoros utilizam uma ativa faringe eversível para capturar alimento.

Família Goniadidae. Os organismos desta família são errantes e comuns em águas profundas, possuem uma probóscide de dimensão avantajada em relação ao corpo do animal e em geral as espécies são carnívoras. *Goniada sp.* Se caracteriza por ter capacidade de se alimentar absorvendo matéria orgânica dissolvida no meio.

Família Lumbrinereidae (Malmgren, 1867): São comuns e amplamente distribuídos em sedimentos finos, podem ser carnívoros ou detritívoros. A identificação é difícil. Em geral constroem tubos temporários.

Família Maldanidae (Malmgren, 1867). Os maldanídeos são escavadores seletivos, abundantes e com ampla distribuição. Alimentam-se de partículas orgânicas ingeridas do lodo. Alguns cimentam partículas dos materiais do sedimento formando um tubo compacto. Possuem distribuição ampla e são comuns em habitats com sedimentos finos.

Família Amphinomidae. São os representantes de poliquetos de águas rasas e quentes e de habito diurno. As espécies de substratos consolidados são carnívoras, ao passo que aquelas de substrato mole em geral são comedoras de depósito. Frequentemente vivem associados a outros invertebrados, em especial aos cnidários.

Família Eunicidae. Possuem forte faringe eversível e enquanto jovens são errantes, passando a uma vida tubícola na maturidade. A dieta é variada, porém macrófaga.

Família Flabelligeridae. Apesar de não ser tubícola, esta família edifica uma estrutura disforme para sua proteção, aderem ao muco que reveste seu corpo fragmentos de material diverso encontrado no substrato. Típicos comedores de depósitos.

Família Pectinariidae. Escavadores, tubícolas, são comedores seletivos de depósitos.

Família Trichobranchidae. Tubícola, alimentando-se seletivamente de partículas depositadas sobre o sedimento.

Em relação aos grupos funcionais de alimentação, verificou-se que os comedores de depósitos (detritívoros) formaram o grupo trófico mais representativo da comunidade bentônica na Enseada da Armação do Itapocoroy (41%), seguidos pelos predadores (27%), filtradores (23%) e herbívoros (9%) em ordem decrescente de participação relativa, sendo que esta proporção variou segundo o local de coleta (figura21).

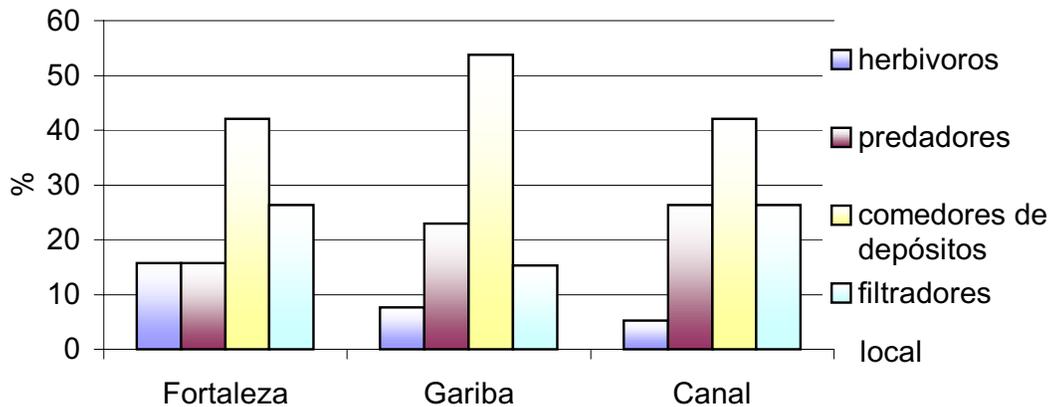


Figura 21 – Total da participação dos grupos tróficos no sedimento da Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC, segundo o local de coletada.

Das espécies coletadas, as que melhor representaram numericamente a comunidade bentônica da Enseada da Armação do Itapocoroy estão abaixo descritas segundo sua estratégia alimentar.

#### **Comedores de Depósitos:**

*Dentalium americanum* (Chenu, 1843): Molusco escafópodo, associado aos fundos macios de areia e lodo, onde se beneficia da presença de organismos microscópicos, principalmente foraminíferos. Foi coletado em todas as amostras do outono, destacando-se no Canal quando foram coletados 124 indivíduos. Porém, apesar dos cuidados na triagem, algumas conchas vazias podem ter colaborado para o grande número de indivíduos obtidos desta espécie.

*Hemipholis elongata* (Say, 1825): Equinodermata, ofiuróide. Abundante nas áreas litorâneas do Atlântico foi a única espécie presente em todas as

coletas realizadas, sua distribuição parece estar mais sujeita às variações sazonais do que espaciais, a densidade foi menores no inverno e a maior no verão, em todos os pontos.

*Microphiopholis atra* (Stimpson, 1852): Equinodermata, ofiuróide, caracteriza-se por habitar diferentes tipos de fundo, em geral lodosos até arenosos, com fragmentos de concha. Observou-se uma variação sazonal e temporal semelhante a *H.elongata*, sendo mais abundante na primavera e menos no inverno, período em que não foi coletado no Fortaleza.

*Diopatra* sp.: Poliqueto onufídeo tubícola comumente encontrado em áreas de ostreicultura; apresentou pouca densidade, sendo encontrado no Fortaleza nos períodos de maior sedimentação (verão e outono), provavelmente devido aos biodepósitos dos cultivos, e da maior oferta de matéria orgânica, e também foi registrado no Canal no inverno.

*Owenia fusiformis* (Delle Chiaje, 1841): Este pequeno poliqueto ovenídeo é comum em locais sob ação de esgotos ou em áreas com grande fluxo de material em suspensão, necessita substrato fino para construir tubos, assim a distribuição é determinada pelo tamanho das partículas do sedimento, portanto, é uma espécie que caracteriza por habitar sedimento com predomínio de frações finas e que indicam menor hidrodinâmismo no sedimento. A distribuição desta espécie parece estar relacionada ao teor de silte no sedimento, foi freqüente na área de estudo, mas com baixa densidade, o que talvez se deva ao tamanho da abertura da malha peneira utilizada na triagem das amostras (1mm).

*Capitella* sp: Estes poliquetos são freqüentes no fundo dos tanques de criação de camarões, caracterizados pela deposição de sedimento fino rico em

material orgânico, e que serve de alimento para estes crustáceos (NUNES, 2000). Espécie oportunista, normalmente apresenta grande variação sazonal, adaptando-se as condições do meio ambiente. Neste trabalho, a maior densidade observada foi no inverno, nos três locais de coleta, em especial no Gariba e Canal. No Fortaleza este foi o único período em que foi coletado, embora em uma densidade inferior aos demais locais de coleta. Isto pode ser decorrente da tendência de que neste período a presença de depósito de matéria orgânica e de silte dispersos da área de trabalho ocorreu de forma homogênea e alta em relação aos demais períodos, indicando uma redução da granulometria no local em consequência de um menor hidrodinamismo.

*Corbulla caribaea* (Orbigny, 1842): Molusco, bivalve, cuja frequência está relacionada ao teor de matéria orgânica na água; sendo resistente a distúrbios ambientais como a dragagem devido a presença de uma sólida concha adaptada para resistir aos predadores (NORTON, 1996) (ELIAS, 1992). Sua densidade aumenta após períodos de distúrbio no meio que resultam em mudanças na biocenose (CREMA, 1991). Neste trabalho a presença desta espécie foi observada apenas no Canal no outono, período de entrada de frentes frias.

Sipuncula: cavadores ativos, não são tubícolas verdadeiros, porém são considerados bioturbadores, pois ao se alimentarem de detritos revolvem as partículas do fundo e com pouca seletividade. Foram coletados somente no Gariba, no inverno, e no verão, quando apresentaram valores relativamente altos, 28 indivíduos/m<sup>2</sup>. A presença provavelmente está evidentemente condicionada ao acúmulo de biodepósitos decorrentes de períodos de menor ação de correntes na região.

Echiura: Bioturbadores de fundos com sedimentos finos são cavadores profundos, notívagos, e comedores de depósitos utilizando uma probóscide para coletar o sedimento, sendo muitos ambientes dominados por ejectas de equiurídeos (HUGHES & ATKINSON, 1996). A presença com elevada densidade, 85 indivíduos, foi observada apenas no Canal, no período de inverno.

## **Filtradores**

*Ampelisca sp.*: Anfípodo, gamarídeo, tubícola e, por ser pouco tolerante a alterações ambientais decorrentes de enriquecimento orgânico, principalmente por amônia, é utilizado como bioindicador em testes agudos de toxicidade do sedimento. Alimenta-se de micro-algas bênticas ou pelágicas (diatomáceas), sendo o substrato composto por areia fina, determinante no sucesso de ocupação do espaço por este grupo que, freqüentemente, domina em densidade e freqüência.

Como era de se esperar, o maior número de indivíduos foi coletado no Canal no período de verão, período ameno e com pouca ação de correntes fortes na área. Mas, foi no inverno que ocorreram em todos os pontos, e assim como com os Capitélídeos, foi o único período a ser detectado no Fortaleza.

Tanaidacea: Pericarídeo pequeno e tubícola, freqüentemente correlacionado com material orgânico no sedimento. Juntamente com *Ampelisca sp.*, foram os organismos mais expressivos do ponto Canal, ausentes apenas na coleta de outono, o que sugere que neste período ocorram fortes alterações do sedimento, promovidas pela entrada de ventos das frentes

frias, que ao movimentarem a água, conseqüentemente movimentam o sedimento.

*Branchiostoma platae* (Hubbs, 1922): Cefalocordado. Sua presença foi sensivelmente maior na primavera, no Canal, quando o teor de matéria orgânica foi o menor neste ponto. Foi coletado em menor número no Fortaleza, na primavera e no outono, períodos que se caracterizaram pelo predomínio de areia em detrimento de uma menor percentagem de matéria orgânica no sedimento.

*Caprella danilevskii* (Czemiavskii, 1868): Anfípodo, caprelídeo. Em geral, a distribuição espacial dos caprelídeos reflete a condição do ambiente. *C. danilevskii* habita naturalmente os fitais, caracterizando-se por serem persistentes no ambiente, se desenvolvendo em baixas taxas de matéria orgânica tanto no sedimento como na água e resistindo à ação de fortes correntes. Neste trabalho, este organismo foi detectado em apenas duas coletas, no Fortaleza no inverno e no Canal, no outono, quando se registrou número elevado de indivíduos (74 indivíduos/m<sup>2</sup>). A presença de anfípodos é comum nas estruturas de cultivo, onde, conforme a época do ano, possui uma biomassa significativa (MARENZI, 1992).

*Caprella penantis* (Leach, 1814): Anfípodo, caprelídeo. As características ecotróficas deste caprelídeo se assemelham às de *C. danilevskii*. Porém, esta espécie ocorreu somente no Fortaleza em dois períodos inverno e verão, neste em maior número (32 indivíduos).

## **Herbívoros**

*Rissoina bryera* (Montagu, 1803) Este gastrópode pertence a um gênero que é comumente encontrado em fundos não consolidados (RIOS, 1985). Foi coletado no Fortaleza, no verão (11 indivíduos), período com baixo hidrodinâmismo no local, e no Canal no outono (14 indivíduos).

*Tricolia affinis* (Adams, 1850): Gastrópode. Este gênero é freqüente em levantamentos de fauna bentônica de fundo inconsolidado, sendo considerado um indicador da estabilidade do ambiente (RUEDA, 2001). Contudo, na Enseada da Armação do Itapocoroy, foi coletado somente no Fortaleza, ou seja, o ponto que por possuir cultivos intensos e antigos, teoricamente, estaria sujeito a impactos decorrentes desta atividade.

## **Predadores**

*Natica canrena* (Linnaeus, 1758): Molusco gastrópode predador, com preferência por moluscos, os quais seleciona pelo tamanho (ZLOTNIK, 2001), ocorreu nas coletas de outono e inverno, sendo mais abundante no Canal (72 indivíduos) neste período e local detectou-se as maiores abundâncias de todo o período amostral.

*Cerithiopsis gemmulosa* (Adams, 1847): Molusco, gastrópode que habita áreas expostas. Foi abundante no Fortaleza, na primavera (80 indivíduos).

*Acteocina bidentata* (Orbigny, 1841): Gastrópode, comumente associado a ostras nos bancos naturais, esteve presente em apenas duas coletas, ocorreu em maior densidade no Canal, no inverno, com 63 indivíduos coletados, sendo neste período detectado o maior teor de matéria orgânica neste local decorrente da ação de correntes que podem trazer material para este ponto.

*Anachis lyrata* (Sowerby, 1832): Gastrópode, típico habitante de substrato duro, predador, principalmente de formas jovens de ascídias (RIOS,1985). Foi detectado em duas coletas, sendo a mais abundante no Fortaleza na primavera com 61 indivíduos, período sob ação das *lestadas* que produzem fortes correntes nesta área.

*Epitonium humphreysii* (Kiener, 1839): Molusco, gastrópode cuja família Epitoniidae se caracteriza por predação de organismos sésseis por sucção pela probóscide. Assim como outros gastrópodes a maior abundância foi registrada no outono, no Gariba, e no inverno, no Canal.

*Turbonilla uruguayensis* (Pilsbry, 1897): Molusco gastrópode, ectoparasito oportunista presente em áreas de maricultura (CUMMING, 1994). Neste trabalho, esta espécie não ocorreu associada diretamente ao cultivo, onde os mexilhões são cultivados no sistema flutuante sem contato com o fundo, e sua presença, provavelmente, está associada a bivalve bentônico que ocorrem naturalmente na área.

### **5.3.2 Estrutura da Comunidade Bentônica**

O molusco escafópode *Dentalium americanum* apresentou as maiores densidade e abundância na Enseada da Armação do Itapocoroy e esteve presente em 58% das coletas.

Quanto à frequência de ocorrência, destacaram-se os ofiuróides *Hemipholis elongata* e *Microphiopholis atra*, presentes em 100% e 92%, respectivamente, do total das coletas e os poliquetos capitelídeos e onufídeos com 67% e 58% de frequência nas amostras (figura 22).

Ainda, o poliqueto onufídeo *Moorenuphis lineata* foi freqüente, em 50% das amostras, porém em baixa densidade, com um total de 39 indivíduos coletados.

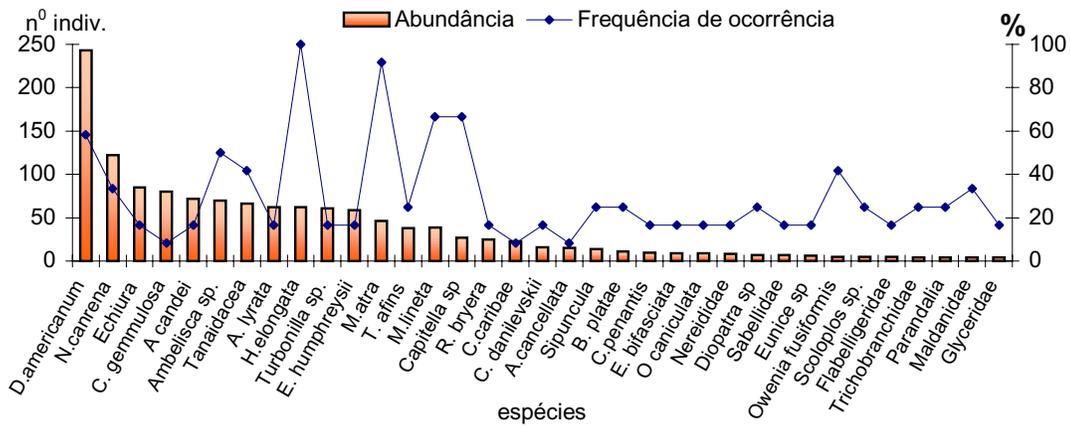


Figura 22 – Abundância total (nº de indivíduos) e freqüência de ocorrência (%) das espécies comuns na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

O Canal foi o local que apresentou a maior abundância de organismos, 692 indivíduos, seguido da Fortaleza com 355 indivíduos e Gariba com 314. Com relação às estações climáticas, nos períodos de inverno e outono foram coletados os maiores números de indivíduos, 466 e 412 indivíduos, respectivamente. O que representou praticamente o dobro do que foi computado para a primavera e para o verão com 280 e 203 indivíduos respectivamente (figura 23).

Cabe ressaltar que no inverno o valor da abundância de organismos só foi alcançado pelo elevado número de organismos no Canal, sem os quais, esta estação seria caracterizada por valores extremamente baixos de abundância segundo os pontos amostrais com cultivos instalados, Fortaleza e Gariba.

Já no outono, o que elevou a abundância foi a coleta realizada no Gariba, que atingiu valores superiores à soma de todos os demais períodos juntos.

De maneira geral, os resultados indicaram que a Enseada da Armação do Itapocoroy tende a apresentar uma variação do número de organismos presentes ao longo do ano e nos diferentes locais de coleta (figura 22).

A coleta de maior abundância foi obtida no Canal, no inverno, quando foi registrado um total de 350 indivíduos, destacando-se os Echiura (85 indivíduos) e os gastrópodes representados por *N. carena* (72 indivíduos) eficiente cavador e predador de bivalves e *A.candei* (63 indivíduos) habitante de locais arenosos (RIOS, 1988).

No Fortaleza ocorreu um aumento da abundância na primavera, com destaque para o número elevado de *C. gemula* (80 indivíduos), concomitantemente ao maior acúmulo de matéria orgânica e argila no local.

A menor abundância foi observada no Gariba, no verão, com apenas 31 organismos coletados, sendo este período dominado pelos ofiúros *H.elongata* e *M.atra*, os poliquetos cavadores errantes *Capitella* sp. e *Glycera americana* e o poliqueta tubícola *Moorenuphis lineata*.

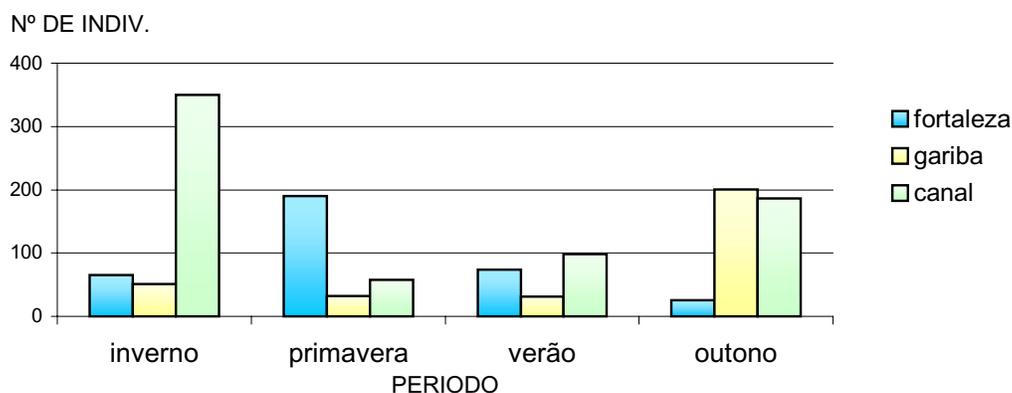


Figura 23 - Valores da abundância total de indivíduos nos diferentes pontos amostrais e períodos de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

Na primavera, quando a Enseada sofre a ação direta dos ventos do quadrante leste, houve a dominância dos gastrópodes *C. gemmulosa* e *A.lyrata* e no verão, dos anfípodes *Ampelisca* sp. e dos ofiuróides *H. elongata*.

A densidade de organismos variou tanto entre os pontos amostrais quanto sazonalmente ao longo do ano e em cada local de amostragem (figura 24).

A maior densidade foi de 78 indivíduos/0,045m<sup>2</sup> registrada no inverno para o Canal e a menor foi de 5 indivíduos/0,045m<sup>2</sup>, no Fortaleza, no outono.

No Canal apresentou-se como o local onde a densidade superou os demais pontos de coleta, com destaque para a coleta de inverno, período em que os locais com cultivos, Gariba e Fortaleza, apresentaram menores densidades numéricas.

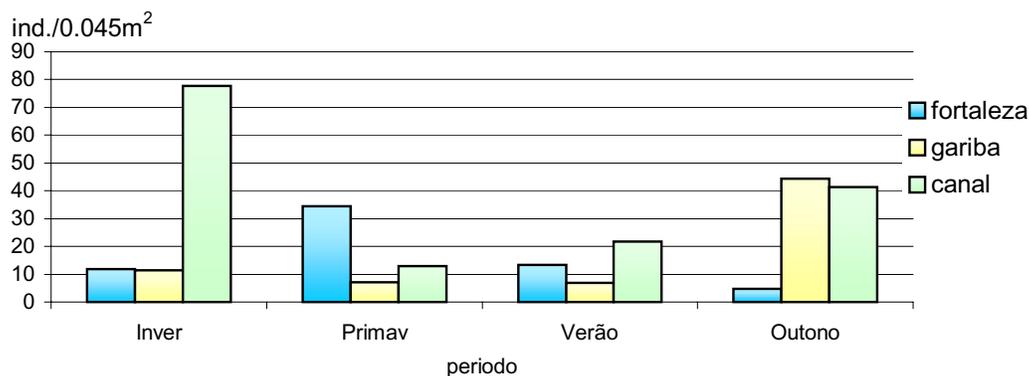


Figura 24 - Valores da densidade de indivíduos nos pontos amostrais e por período de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

Na análise sazonal da riqueza dos pontos amostrados nesta enseada, verificou-se que os menores valores obtidos foram na primavera e no outono (21 espécies) e (22 espécies), com o aumento do número de espécies no verão e no inverno, 38 e 37 espécies, respectivamente (figura 25).

Os três pontos de amostragem também se caracterizaram por uma oscilação da riqueza conforme o padrão acima, porém observou-se uma

exceção no Gariba com valores de riqueza no verão de 11 espécies, semelhantes àqueles da primavera e outono com 10 espécies.

As coletas que apresentaram maior riqueza foram no Fortaleza, no período de verão, e no Canal no inverno, com 18 espécies, sendo que no primeiro destacaram-se os gastrópodes (6 sp) e os poliquetos (8 sp), com o sedimento caracterizado pelo aumento da porcentagem de areia e diminuição do teor de matéria orgânica. Já no Canal, os poliquetos, com 8 espécies, dominaram, sendo favorecidos pelo sedimento com elevada porcentagem de areia, o que parece ser um fator importante para o desenvolvimento desses organismos.

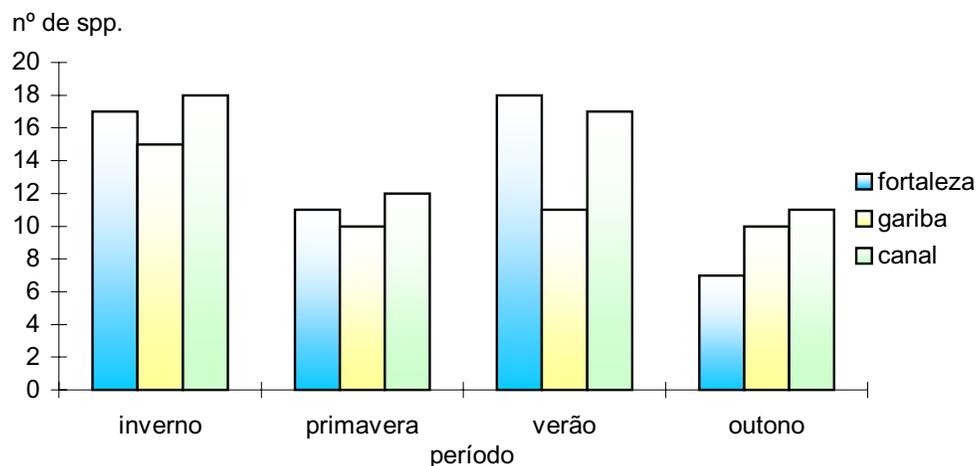


Figura 25 - Valores da riqueza de espécies nos pontos e períodos de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

O índice de diversidade, em geral, seguiu o mesmo padrão de oscilação da riqueza, sendo que no verão e no inverno os valores deste índice foram mais altos do que na primavera e no outono, em todos os pontos amostrais (figura26).

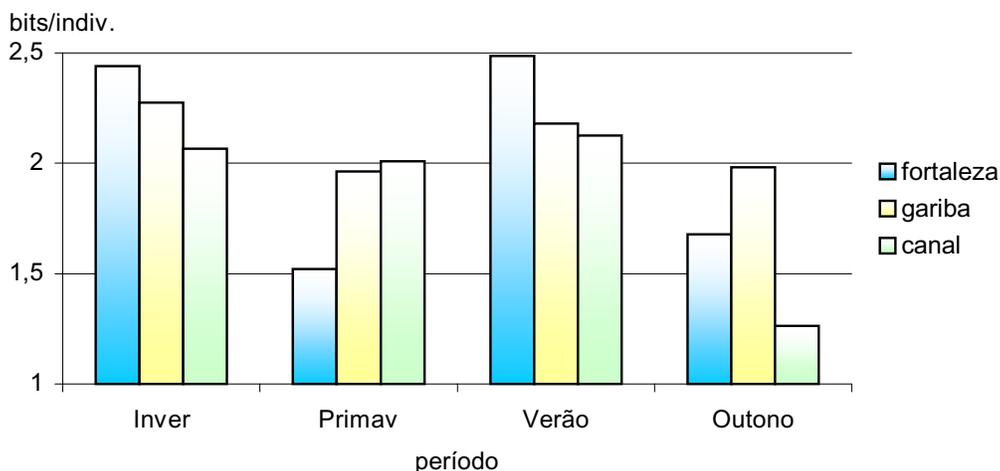


Figura 26 - Valores do Índice de Diversidade nos pontos amostrais e por período de coleta na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

O ponto Fortaleza, onde o cultivo foi implantado há mais tempo, apresentou os índices mais elevados nos períodos de inverno (2,4 bits/indivíduos) e no verão (2,5 bits/indivíduos) em relação aos outros locais de amostragem, porém com uma redução observada na primavera (1,5 bits/indivíduos) e no outono (1,6 bits/indivíduos) (figura 26).

O ponto amostral Gariba, foi aquele em que este índice apresentou valores com menores amplitudes de variação em relação aos demais, de 2,3 no inverno a 1,9 na primavera e, da mesma forma também seria esse o comportamento no Canal, não fosse uma redução acentuada da diversidade no período de outono (1,3 bits/indivíduos), constituindo-se no menor índice de diversidade.

Em média, os menores valores da equidade foram 0,5 no outono no Canal e 0,6 no Fortaleza, na primavera e o maior valor registrado foi 0,9 no verão no Gariba (figura 27).

A eqüidade, apesar dos resultados relativamente altos, apresentou valores inconstantes, principalmente no Canal e no Fortaleza e afastados do valor 1,0 que indica a eqüidade máxima ou que o número de indivíduos é o mesmo para todas as espécies, sugerindo que a distribuição da macrofauna bentônica neste dois pontos é distinta tanto no tempo como no espaço.

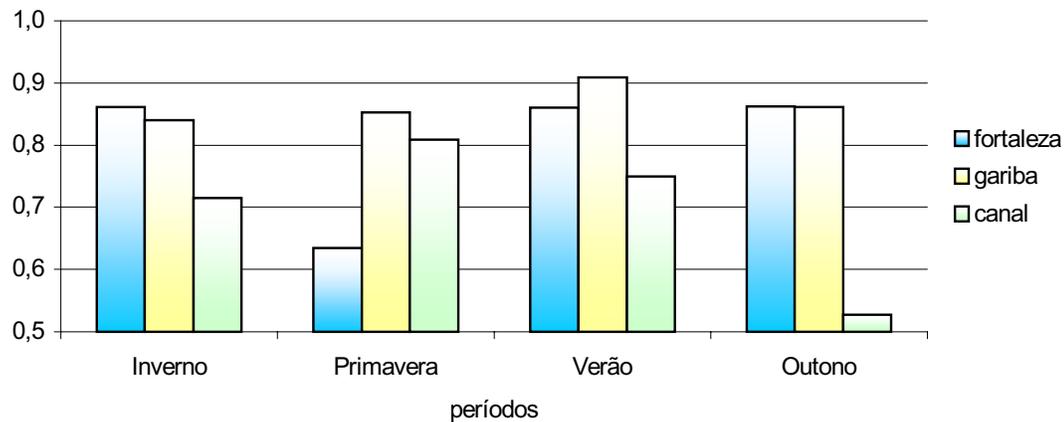


Figura 27 - Valores da eqüidade segundo os pontos amostrais e o período de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

Com base na composição de espécies, foi elaborado um dendrograma resultante da análise de agrupamentos aplicada aos resultados da composição da comunidade bentônica de cada amostra realizada e medidas pela dissimilaridade, ficando evidente a falta de semelhanças entre as comunidades que habitam a Enseada da Armação do Itapocoroy, pois a primeira associação formada pelas afinidades entre si (Gariba no verão e na primavera) possui 40% de dissimilaridade, sendo que estas por sua vez, estão incluídas em um grande grupo que contém 75% das amostras coletas e com um grau de dissimilaridade de aproximadamente 75% (figura 28).

O outro grupo é formado pela associação entre os organismos coletados no ponto amostral Fortaleza na primavera, inverno e verão, o que caracteriza uma diferenciação deste local em relação aos demais pontos de amostragem.

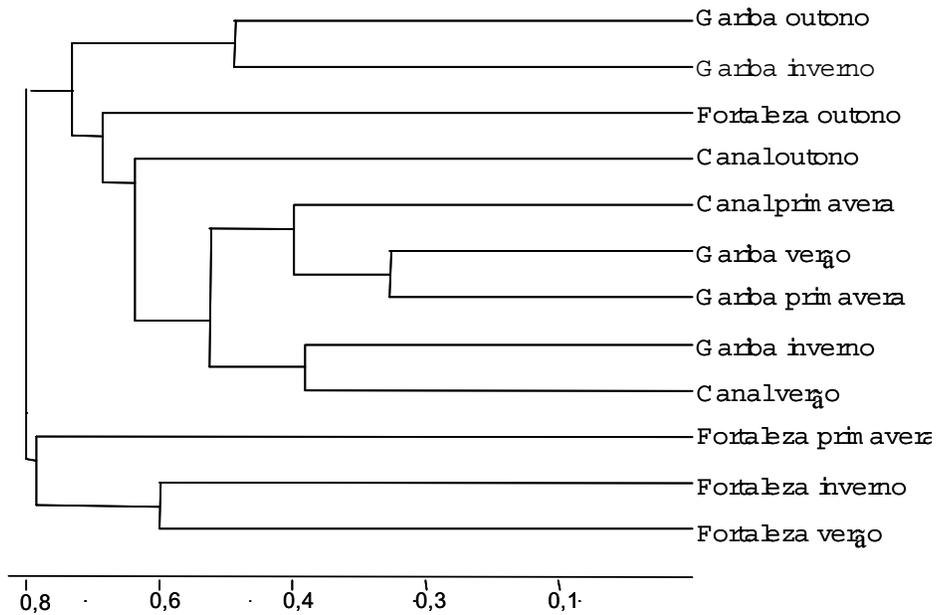


Figura 28 – Dendrograma relacionando as associações bentônicas segundo local e época de coleta na Enseada da Armação do Itapocoroy (SC) e medidas pelo índice de dissimilaridade (Bray-Curtis).

A tabela II apresenta os resultados das análises dos índices de densidade, equidade e diversidade considerando a somatória da composição da comunidade. E, estes índices que serviram de base para o teste de similaridade (ANOSIM) apresentado na tabela III, que considerou os locais em função da presença ou não de atividade de cultivo e o tempo de cultivo.

Tabela II – Índices de densidade, equitatividade e diversidade dos pontos de amostragens considerando a somatória da composição da comunidade.

Índices	Fortaleza	Gariba	Canal
Densidade (ind/0,045m <sup>2</sup> )	78	157	72
Equitatividade (J')	0,62	0,41	0,39
Diversidade (H')	2,81	1,86	1,75
Riqueza (S)	23	23	22

Tabela III - Teste de significância entre a estrutura das comunidades e os pontos de amostragem.

Grupos	Valor estatístico	Permutações		Significância estatística	Nível de significância
		possíveis	usadas		
Gariba/Fortaleza	0.22	35	35	8	22.9%
Gariba/Canal	-0.12	35	35	23	65.7%
Fortaleza/Canal	0.46	35	35	2	5.7%

Não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das variáveis relativas à densidade numérica total, a equitatividade e ao índice de diversidade (Shannon-Weaver) entre as comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos pontos amostrados ( $p > 5\%$ ) (figura 28).

Porém, há uma tendência à significância na diferença da composição de espécies entre Fortaleza e Canal ( $p=5,7\%$  ou  $0,057$ ). Entre Gariba e Fortaleza ( $p=22,9\%$ ), assim como entre Gariba e Canal ( $p= 65,7\%$ ), não foram encontradas diferenças significativas ( $p>>5\%$ ).

### 5.3.3 - Análises dos dados da comunidade bentônica

A partir dos resultados obtidos foi realizada uma análise dos componentes principais (ACP), aplicadas sobre a estrutura da comunidade e às características sedimentológicas (figura 29). Dessa análise estraiu-se dois eixos que congregam a interpretação de aproximadamente 65% da variação ao longo do ano e entre os locais estudados, observou-se que a equidade e a diversidade apresentaram uma relação inversa com a matéria orgânica.

es

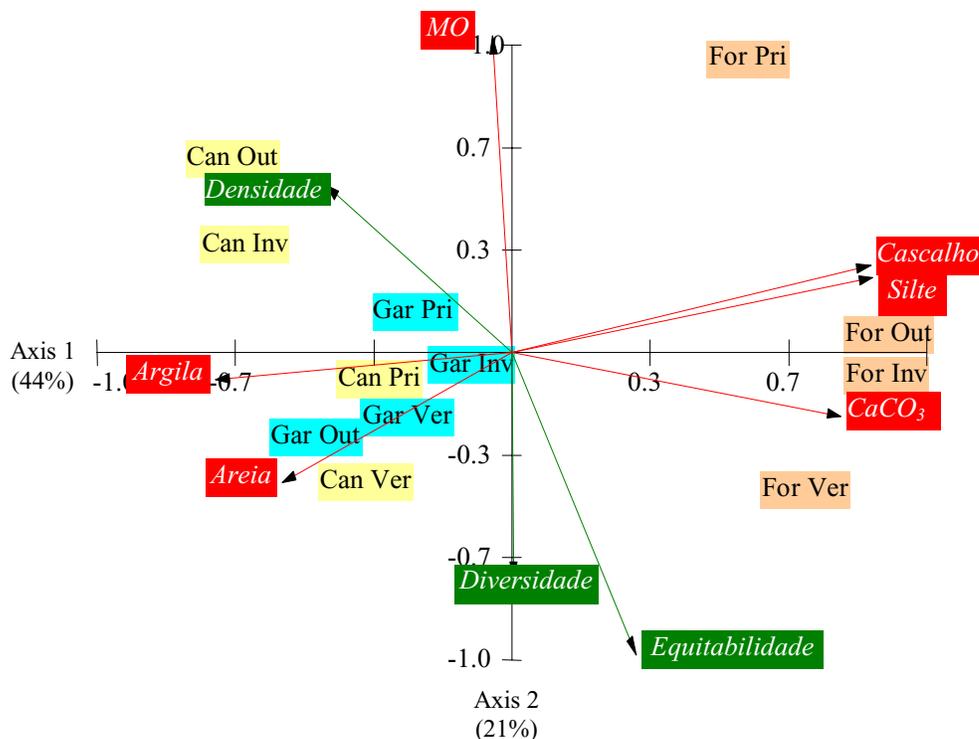


Figura 29 - Diagrama representativo dos eixos 1 e 2 extraídos através da análise fatorial de correspondência com variáveis sedimentológicas aplicada sobre a estrutura da comunidade, pontos amostrais e período de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

O eixo 1, responsável por aproximadamente 44% da variação, demonstrou um padrão relacionado ao local de coleta, foi formado pelas coordenadas positivas das amostras da Fortaleza em todas as épocas do ano, com destaque as realizadas no outono e inverno (figura 29).

Este ponto está localizado próximo à costa onde o cultivo é praticado há anos, observando-se também, uma correlação no lado positivo deste eixo, com o silte, cascalho e carbonato, sendo este o resíduo de conchas de moluscos.

Nas coordenadas negativas do eixo 1, estão distribuídos os pontos amostrais Gariba e Canal em todas as estações do ano, juntamente com as frações de areia e argila. Pôde-se observar ainda, que o Canal nos meses mais frios (outono e inverno) apresenta uma alta correlação com a densidade.

A equitatividade se associou positivamente o eixo 1, porém não de forma acentuada, o mesmo ocorrendo para o lado das coordenadas negativas com a densidade total, onde também se encontraram os pontos amostrais Canal sem cultivo e Gariba com cultivos instalados mais recentemente.

O eixo 2, responsável por aproximadamente 21% da variação, demonstrou, nas coordenadas positivas, que a densidade total apresenta correlação direta com a matéria orgânica e onde estão associações bentônicas no Fortaleza na primavera e no Canal no outono e inverno (figura 29).

Nas coordenadas negativas deste eixo, estão as comunidades coletadas no verão em todos os pontos amostrados, sendo que a equidade e principalmente, a diversidade, se correlacionaram a estas coordenadas de forma evidente, assim como a areia do sedimento.

Este eixo indica a influência da matéria orgânica nos pontos de amostragem Fortaleza e Canal, no primeiro provavelmente resultado da biodeposição e, no segundo, em decorrência de correntes que carregam material da Enseada e os depositam neste local.

A Análise de Correspondência Canônica Destendenciada (ACCD) foi aplicada sobre a composição das espécies coletadas, segundo o local e período amostral e às características sedimentológicas (figura30).

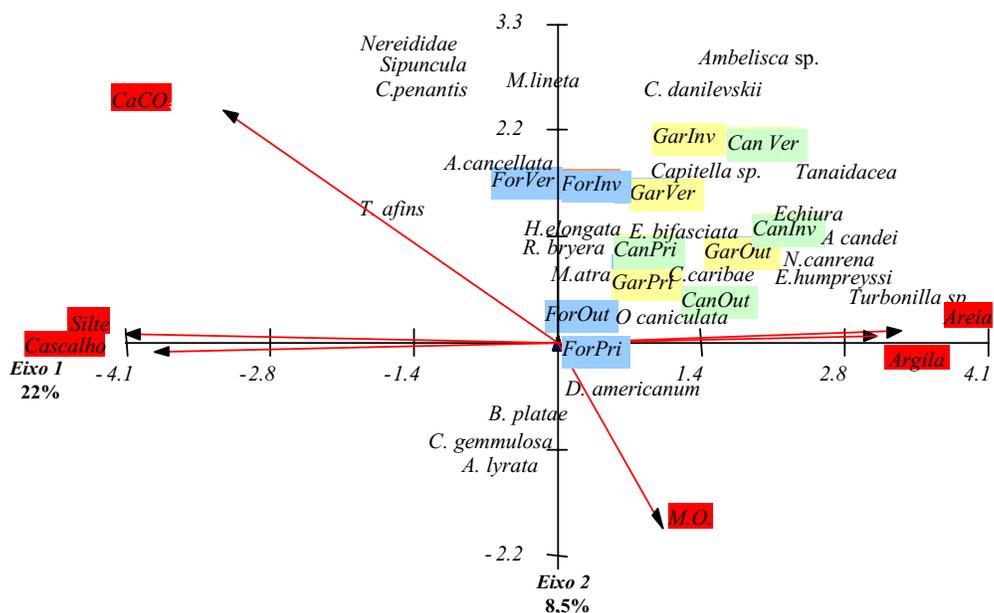


Figura 30 - Análise de Correspondência Canônica Destendenciada (ACCD) aplicada na composição das espécies, segundo o local e período amostral e características sedimentológicas da Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

Os dois eixos desta análise correspondem a aproximadamente 31% da variação, o eixo 1 foi responsável por 22% da variação e, em conjunto com o eixo 2 (8,5%), acumulou aproximadamente 31% do total das variações possíveis.

Este eixo apresentou uma forte tendência à significância segundo o teste de Monte Carlo ( $f=1,282$ ;  $p=7\%$ ), sendo o silte a variável ambiental significativa ( $f=2,02$ ;  $p=5\%$ ), e as coordenadas negativas demonstraram um padrão de correlação entre o ponto amostral Fortaleza e os elementos silte e cascalho, havendo relativamente poucas espécies que apresentaram esta mesma afinidade com este eixo.

Os poliquetos nereidídeos coletados somente neste local, que reunidos aos sipunculídeos e *C. penantis* (espécies de substrato arenoso) formaram uma evidente associação (figura 30).

A matéria orgânica e, principalmente a argila e a areia, foram as variáveis que melhor acompanharam este eixo nas coordenadas positivamente, tendo os pontos Gariba e Canal associados a estes, porém isolando a Fortaleza.

Os organismos que presentes nestas coordenadas foram os gastrópodes *Turbonilla sp.*, *Acteocina candei*, *Epitonius humphreysii* e *Natica canrena*, encontrados no Canal no inverno, período que foi detectada a maior abundância em todo os períodos e locais de estudo.

Também, associados à matéria orgânica nas coordenadas positivas deste eixo, estão os tanaidáceos, equiurídeos, os poliquetos onufídeos, os anfípodos *Ampelisca* sp. e *C. penantes*, e os gastrópodes *E.bifasciata* e *O. caniculata*.

A análise estatística do eixo 2, somada com a associação de organismos e variáveis abióticas, sustenta a hipótese de que há distinção do ponto onde o cultivo é desenvolvido há mais tempo, ou seja, a Fortaleza, dos demais locais (figura 30).

No eixo 2 (8%), nas coordenadas negativas, estão dispostos a matéria orgânica, os gastrópodes *Anachis lyrata*, *Cerithiopsis gemmulosa* e o anfíoxo *Branchiostoma plataei*, e associados ao ponto de amostragem Fortaleza, na primavera.

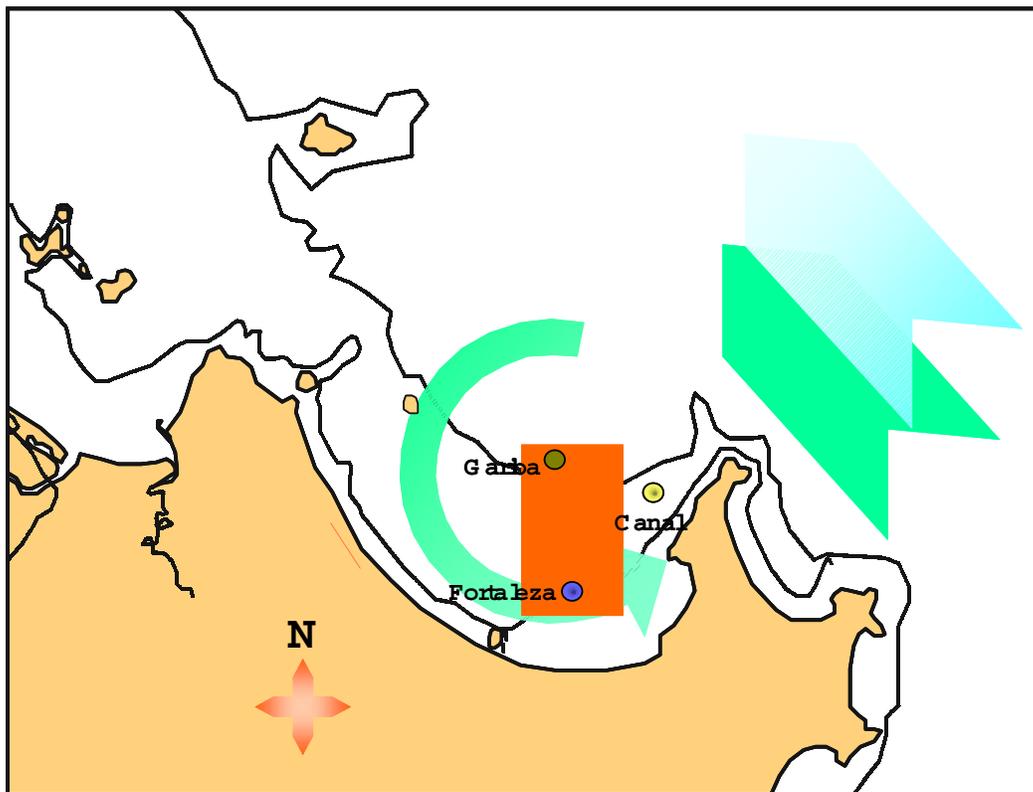
No lado positivo deste eixo, estão dispostos de forma mais expressiva os carbonatos, as coletas dos períodos de maior estabilidade climática (inverno e verão), junto com os nereidídeos, sipunculídeos e anfípodos, este indicadores de estabilidade ambiental.

## **6 - PANORAMAS**

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa e nos trabalhos oceanográficos de Schettini *et al.* (1999), foi possível confeccionar uma apresentação esquemática do panorama da Enseada da Armação do Itapocoroy, segundo cada uma das épocas do ano, observando a variação do

sedimento e da estrutura da comunidade bentônica, segundo a ação das características climáticas, sendo apresentado nas figuras 31, 32, 33 e 34:

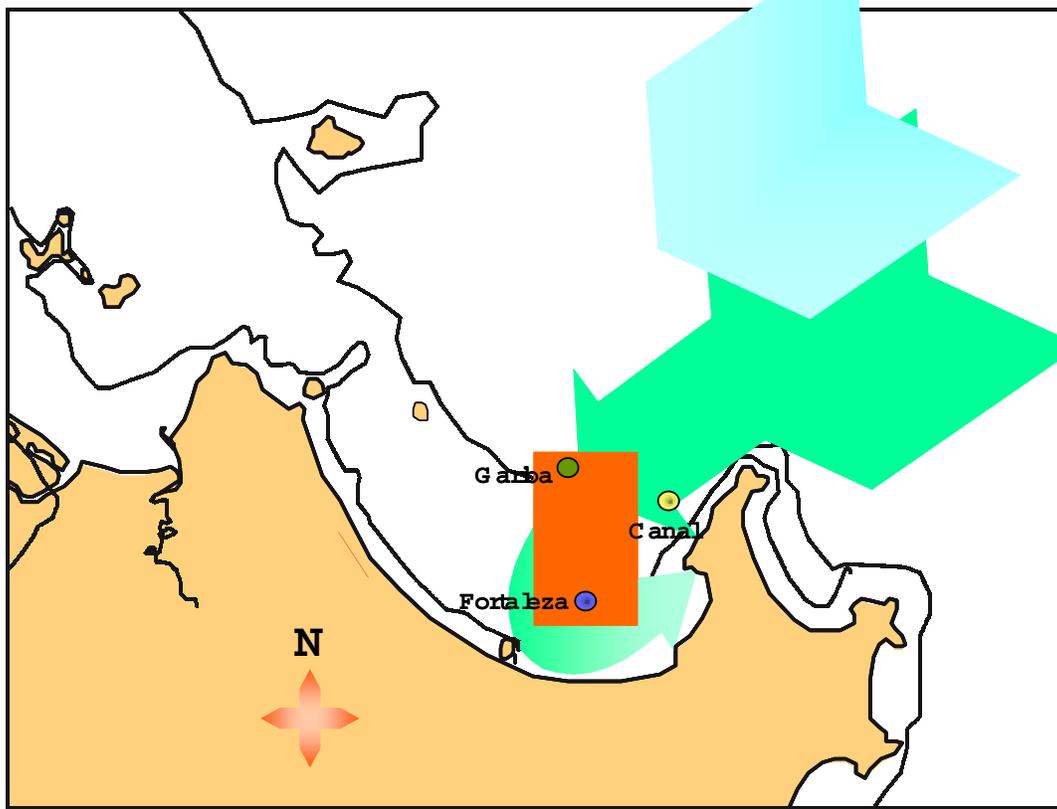
### CENÁRIO DE INVERNO



local	cascalho	areia	silte	argila	Carbonatos	Mat. Orgânica	densidade	riqueza	diversidade	equidade	Organismos dominantes
Fortaleza	=	=	+	=	+	=	+	+	+	=	T.affins; D.americanum; Sipuncula
Gariba	+	-	+	+	+	+	-	+	+	=	<i>Ampelisca</i> sp.; <i>M.lineata</i> ; <i>Capitella</i> sp.
Canal	+	=	+	=	+	=	+	+	+	+	<i>N. canrena</i> ; <i>A.bidentata</i> ; <i>turbomilla</i> sp.

Figura 31 - Cenário de inverno da Enseada da Armação do Itapocoroy, SC, com os pontos de coleta, a seta azul representa o vento dominante, a seta verde as correntes dominantes. Na tabela são representadas as partículas do sedimento, a estrutura da comunidade, abundância relativa do bio-indicador de matéria orgânica *Capitella* sp., a espécie numericamente dominante no inverno, segundo o ponto de coleta (simbologia: + aumentando em número; - diminuindo em número; = número estável).

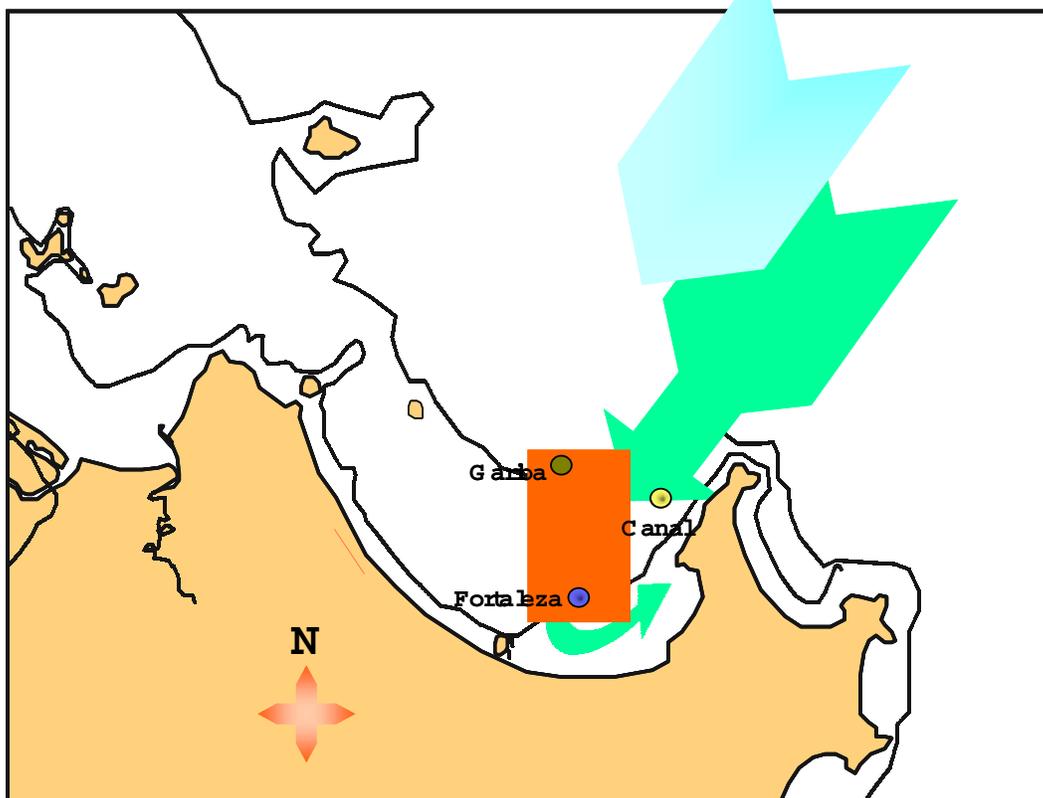
### CENÁRIO DE PRIMAVERA



Local	cascalho	areia	silte	argila	Carbonatos	Mat.Orgânica	densidade	riqueza	diversidade	equidade	Organismo dominante
Fortaleza	=	=	=	+	-	+	+	+	+	+	<i>C. gemmulosa</i> ; <i>A.lyrata</i> ; <i>D. americanum</i> .
Gariba	-	=	+	-	-	+	-	-	-	=	<i>Dentalium sp.</i> ; <i>M. atra</i> ; <i>H. elongata</i>
Canal	=	=	+	=	=	-	-	-	=	+	<i>Dentalium sp.</i> ; <i>M. atra</i> ; <i>H. elongata</i>

Figura 32 - Cenário de primavera da Enseada da Armação do Itapocoroy, SC, com os pontos de coleta, a seta azul representa o vento dominante, a seta verde as correntes dominantes. Na tabela são representadas as partículas do sedimento, as espécies numericamente dominantes no inverno, segundo o ponto de coleta (simbologia: + aumentando em número; - diminuindo em número; = número estável).

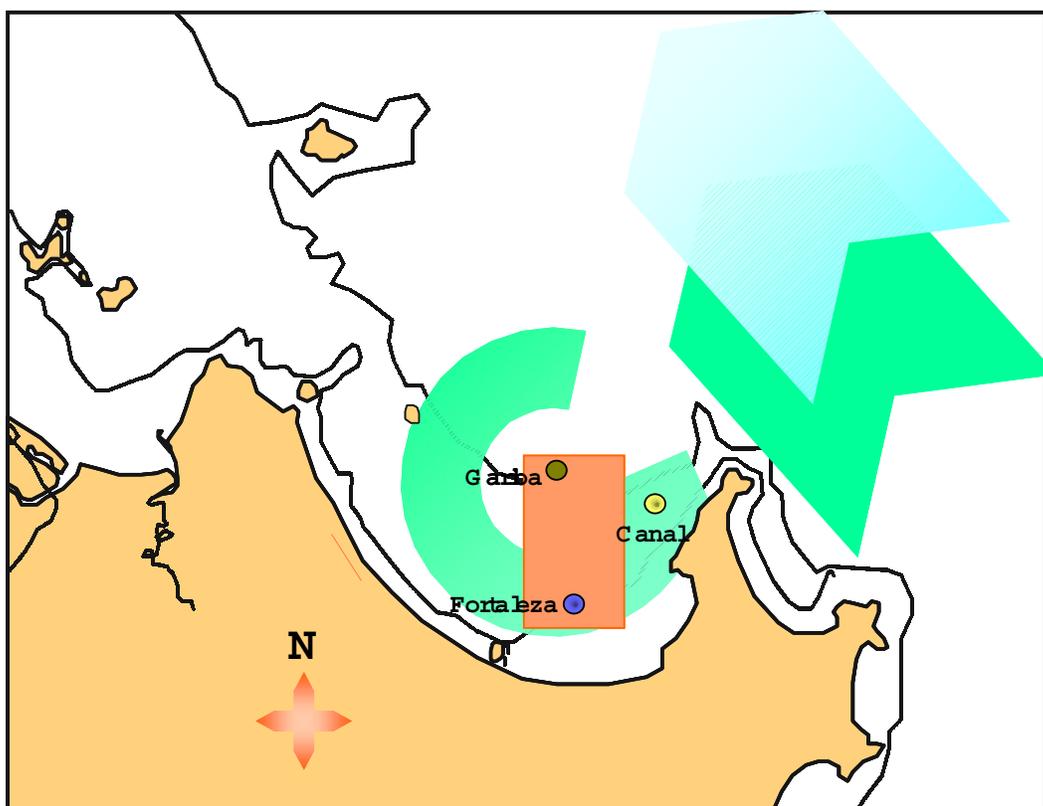
### CENÁRIO DE VERÃO



Local	cascalho	areia	silte	argila	Carbonatos	Mat.Orgânica	Densidade	riqueza	diversidade	equidade	Organismo dominante
Fortaleza	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	<i>A. cancellata</i> ; <i>R.bryera</i> ; <i>C.penantis</i> ; <i>H. elongata</i>
Gariba	=	=	-	-	+	-	=	=	+	+	<i>H. elongata</i> ; <i>M.lineata</i> ; <i>Capitella sp.</i>
Canal	=	+	-	-	=	=	+	+	=	=	<i>D. americanum</i> ; <i>Tanaidacea</i> ; <i>C.danilevskii</i>

Figura 33 - Cenário de verão da Enseada da Armação do Itapocoroy, SC, com os pontos de coleta, a seta azul representa o vento dominante, a seta verde as correntes dominantes. Na tabela são representadas as partículas do sedimento, a estrutura da comunidade, abundância relativa do bio-indicador de matéria orgânica *Capitella sp.* e as espécies numericamente dominantes no período, segundo o ponto em coleta (simbologia: + aumentando em número; - diminuindo em número; = número estável).

### CENÁRIO DE OUTONO



Local	cascalho	areia	silte	argila	Carbonatos	Mat Orgânica	densidade	riqueza	diversidade	equidade	Organismo dominante
Fortaleza	+	-	=	=	=	+	-	-	-	=	<i>D. americanum</i> .; <i>Diopatra sp.</i> ; <i>H. elongata</i> ; <i>M. atra</i>
Gariba	=	+	-	+	+	-	+	=	-	-	<i>D. americanum</i> .; <i>E. humpreysii</i> .; <i>N. canrena</i>
Canal	-	-	=	+	-	+	+	-	-	-	<i>D. americanum</i> .; <i>Turbonilla sp</i> .; <i>N. canrena</i> .; <i>R. bryera</i>

Figura 34 - Cenário de outono da Enseada da Armação do Itapocoroy, SC, com os pontos de coleta, a seta azul representa o vento dominante, a seta verde as correntes dominantes. Na tabela estão representadas as partículas do sedimento, a estrutura da comunidade e as espécies numericamente dominantes no período, segundo o ponto de coleta (simbologia: + aumentando em número; - diminuindo em número; = número estável).

## 7 - DISCUSSÃO

Segundo Myslinski & Ginburg (1977), poluição é um recurso exógeno, ou seja, algo que não faz parte do ambiente natural. Sob este aspecto, poder-se-ia argumentar que os resíduos gerados pelos cultivos de mexilhões, apesar de não haver introdução de rações como em outras atividades de aquicultura, podem se enquadrados como agentes poluidores do ambiente bentônico.

Segundo López-Jamar *et al.* (1992) o principal fator que determina a variação dos constituintes da macrofauna sob influência dos cultivos de mexilhões é o acúmulo de matéria orgânica no sedimento, ou seja, os resíduos poluentes resultantes desta atividade. E, se este recurso do ambiente, mesmo que exógeno, é dividido entre as espécies (PIELOU, 1975), forma uma comunidade com espécies adaptadas ou tolerantes ao habitat alterado.

Assim, a composição das espécies da comunidade bentônica nas áreas com cultivo intensivo, como observado no Fortaleza, estaria diretamente relacionada com o aporte de material provindo dessa atividade. Porém, esta correlação não foi detectada na Enseada da Armação do Itapocoroy, os resultados indicaram a ação dos agentes climáticos, especialmente do vento, como sendo o principal elemento responsável na determinação das características do sedimento e da comunidade que o habita.

Os ventos, ao agirem direta e indiretamente alterando a circulação de água, trazem e levam material de diferentes qualidades e quantidades, promovendo alterações no meio.

Por não possuir barreiras naturais, no lado leste e nordeste da Enseada, as ondas e as correntes resultantes destes ventos ao atingirem diretamente as áreas de maricultura com forte intensidade causam grandes prejuízos ao

cultivo quando desprendem dos mexilhões das estruturas, com isso contribuem para o aumento de depósitos no sedimento, mas também retiram destes locais o material não coeso durante a fase de ação mais forte.

A ação dos ventos, especialmente, do quadrante norte-nordeste, parecem ter sido os principais propulsores da hidrodinâmica na Enseada da Armação do Itapocoroy. Os ventos sul-sudeste, trazidos pelas frentes frias, também agem no sistema, porém numa intensidade menor.

A morfologia e a posição geográfica da enseada parece ser determinante na hidrodinâmica decorrente do efeito dos ventos, ao expor e/ou proteger a área mais interna da enseada à ação de ondas e correntes de água, que por sua vez promovem a resuspensão e o transporte do material depositado no sedimento (SCHETTINI et al, 1999). E, segundo Friligos (1982 b), é a morfologia das baías e enseadas podem determinar pontos de maior deposição de resíduos oriundos dos cultivos.

Como consequência da instabilidade do sedimento, em decorrência das alterações climáticas, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos também se torna vulnerável.

A resuspensão do sedimento em áreas de cultivo de mexilhões ocorre quando as velocidades dos ventos são superiores a 25 km/h (MOJICA & WALTER, 1993).

De todas as variáveis monitoradas neste trabalho, o vento foi aquela que atuou de forma determinante ao movimentar a massa de água através da formação das ondas e das correntes de água carreando todo tipo de material do sedimento, retirando-o, resuspendendo-o, transportando-o e

disponibilizando-o novamente para a coluna de água e, assim, atuando como um agente destruidor e reconstrutor do meio.

Os resultados obtidos da análise do sedimento e dos vestígios dos organismos presentes nos cultivos demonstram que houve uma influência do Fortaleza para o Canal, em relação à matéria orgânica, originadas no primeiro (Fortaleza) e transferidas para o segundo ponto (Canal).

A matéria orgânica encontrada no Canal, principalmente no outono, possivelmente foi decorrente das correntes que transportaram este material da Enseada e o depositaram naquele local.

Gray (1974) também identificou teores de matéria orgânica semelhante entre os sítios com e sem cultivo, 7,5% e 7,3%, respectivamente. Porém Chamberlain *et al.* (2001) trabalhando em ambiente de baixo hidrodinâmismo observaram valores superiores de matéria orgânica nas áreas com cultivos em relação às áreas afastadas 3,12% e 2,03% respectivamente e, também a mesma relação com o sedimento lamoso silte e a argila (88% para 55%).

Os resultados obtidos neste trabalho indicaram que em todos os meses, ao longo do período de estudo, houve pelo menos um ciclo de ventos fortes que contribuíram para a formação de correntes, que por sua vez, resuspenderam e transportaram o material para Enseada. Este fenômeno pode favorecer os organismos cultivados, mas causa uma certa instabilidade no sedimento e, conseqüentemente, na comunidade macrobentônica que o habita.

O ponto Fortaleza está sob maior influência dos ventos leste “lestadas” e nordeste, enquanto que os ventos sul têm maior ação nos pontos Gariba e Canal.

Os estudos realizados por Carvalho *et al.* (1998) demonstram dois períodos sazonais influenciados pelos ventos, a primavera e o verão estão sob ação dos ventos do quadrante norte-leste, e o outono e inverno sob influência do clima subantártico, com ventos do sul.

Espinosa (1996), trabalhando com distúrbios nos ventos do leste no atlântico tropical, encontrou um padrão para o hemisfério sul determinado pelas estações do ano, sendo os provenientes do quadrante norte-nordeste predominam durante os meses de setembro a fevereiro, e aqueles provindos do sul de março a agosto.

As ondas decorrentes dos ventos sul são mais altas em relação àquelas do quadrante norte-leste, porém menos freqüentes e, por processos de refração e difração, entram na Enseada com a formação de ondas menores e mais fracas (CARVALHO, *op. cit.*).

Na Enseada, as correntes de água tendem a acompanhar a linha da costa na direção norte-nordeste, sendo resultado da somatória das diversas forças oceânicas e meteorológicas locais e regionais, porém os ventos seguidos das marés são os fatores determinantes deste fenômeno (SCHETTINI *et al.*, 1999).

Sob a ação de marés fortes, a proporção das partículas de tamanho maior aumenta em detrimento das partículas menores, que diminuem em concentração (GRAY, 1974).

Este comportamento foi evidenciado na variação dos teores de silte e cascalho, denotando-se a careação de material, promovida principalmente no período da primavera, pela ação de ressaca decorrente do efeito do vento de leste na região.

A variação dos teores de cascalho em escala temporal foi em média, maior no inverno e menor na primavera, e especialmente foram mais elevados no Fortaleza, principalmente no verão, quando a ação dos ventos do quadrante leste-nordeste atingiram diretamente este ponto, o qual por ser mais raso que os demais, esta sob ação das ondas diretas e refracionadas no local, e que podem contribuir para a retirada de parte do sedimento fino.

Estes resultados contradizem os observados por Gibbs *et al.* (1991) que, trabalharam em uma baía na Nova Zelândia, e relataram que os cultivos próximos à praia proporcionaram uma redução na velocidade das correntes impedindo que o sedimento fosse retirado. Contudo, estão de acordo com as hipóteses de Schettini *et al.*(1999), confirmando que para haver a movimentação do material do sedimento é necessária a ação conjunta das ondas resuspendendo-o e das correntes transportando-o.

Na Enseada do Itapocoroy o sedimento nos pontos de amostragem mais afastados da orla (Gariba e Canal) caracterizou-se como areia fina a muito fina com tendência às partículas finas, enquanto que no ponto Fortaleza mais próximo à costa, o sedimento foi definido como areia grossa com tendência às partículas grosseiras.

A presença de areia como material dominante no sedimento em todos os pontos e períodos caracteriza a Enseada da Armação do Itapocoroy como um ambiente com pouca sedimentação.

O predomínio da fração areia no sedimento da Enseada pode ser considerado um fator positivo para a instalação dos cultivos, pois os fundos arenosos são recomendáveis, sendo sítios pouco sujeitos a autopoluição pelo enriquecimento orgânico.

Ao contrário dos ambientes cujo sedimento se caracteriza por partículas finas, e apresentam maior tendência a resuspensão, podendo causar danos e levar a doenças crônicas nos órgãos de filtração dos animais cultivados (ctenídeos) (LEAL, 2000).

Ainda esta autora, relata que os cultivos marinhos, localizados sobre fundos com altos teores de argila, característico de locais com baixo hidrodinâmismo, podem ter problemas decorrentes da acumulação de matéria orgânica no sedimento sob os cultivos de mexilhões e assim tendem a desencadear uma série de efeitos indesejáveis ao ambiente com o crescimento bacteriano e conseqüentemente a queda dos níveis de oxigênio, mudanças no pH, aumento do potencial Redox, produção de gases sulfídrico e mudança da estrutura da comunidade bentônica com a exclusão de espécies sensíveis.

A corrente de água ao passar por um parque de cultivo de mexilhões pode reduzir a velocidade em até 30%, mas este é apenas um dos diversos fatores que determina o hidrodinâmismo nas áreas, a qual também é influenciada por outros fatores, como a morfologia do local, a batimetria, a capacidade hidráulica e aporte de água doce e, a variação climática (GIBBS *et al.*, 1991).

Para que um sítio de cultivo de mexilhões seja sustentável, além da água e dos nutrientes de boa qualidade, é importante uma boa circulação de água e, especialmente, os fluxos de saída de água e de sedimento do sistema devem ser adequados (DRAKE & ARIAS, 1997).

A associação de organismos e as variáveis abióticas sustentam a hipótese de que há distinção entre o ponto Fortaleza, onde o cultivo é desenvolvido há mais tempo, possivelmente em decorrência da biodeposição e da sedimentação pela redução da velocidade das correntes.

Quanto à reação dos organismos cultivados em grandes densidades, como é o caso da mitilicultura na Enseada da Armação do Itapocoroy, outro fator ambiental importante é a variação temporal da temperatura, particularmente as mais elevadas no período de menor hidrodinâmismo (verão), podendo causar problemas decorrentes da proliferação de bactérias nos biodeposição que interagem pela alteração da qualidade da água do local com os organismos cultivados, bem como com toda a biota local.

Durante os períodos de temperaturas altas, há o aumento do metabolismo bentônico e, conseqüentemente, o consumo de oxigênio aumenta. A alta produção e consumo, coincidindo com o decréscimo da circulação de água típico de períodos de verão, reduzem a disponibilidade de alimento, de oxigênio e aumenta a taxa de concentrações tóxicas de catabólitos nas áreas de cultivo de mexilhões (MISDORP *et. al.*, 1984).

Os menores valores da temperatura foram detectados em meados de agosto (14 °C), quando toda a região está sob domínio das águas provindas da corrente das Malvinas, e os maiores valores obtidos entre meados de janeiro até e fevereiro (30 °C) período sob ampla influência das águas quentes da corrente do Brasil (BRANDINI, 1990).

Os resultados deste trabalho revelaram que nos períodos de temperaturas máximas e mínimas foram registrados os maiores índices de diversidade na comunidade bentônica, indicando a temperatura como um importante fator na alteração das espécies da comunidade bentônica, porém esta ação não se dá de forma isolada, e sim em conjunto com as mudanças climáticas características de cada período, pois há outros fatores climáticos que

demonstram influencia sobre a comunidade e que também variara em segundo a época do ano, dentre eles destaca-se o vento.

A Enseada do Itapocoroy, por estar localizada no setor subtropical do litoral Brasileiro, que vai do Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, está sujeita a variação da temperatura e da salinidade pela aproximação ou afastamento da corrente do Brasil (BRASIL, 2001).

Vale ressaltar que não foi detectada a presença das Águas Continentais do Atlântico Sul (ACAS), pois não foi registrada nenhuma diminuição abrupta da temperatura durante os períodos quentes, o que seria usual ocorrer em locais sujeitos a essas correntes, principalmente, no verão.

O valor mínimo da salinidade (22,8 PSU), foi registrado em julho de 1999, e se deveu, provavelmente, à entrada das frentes frias do sul trazendo chuvas, que aumentam consideravelmente a descarga do Rio Itajaí-açu alterando o balanço hídrico de toda a região e, conseqüentemente, da área de estudo.

Os valores de salinidade apresentaram variações sazonais freqüentes, porém, como não há no local aporte de água doce em grande vazão, possivelmente esta variável não interferiu diretamente nas comunidades bentônicas no local. Vale ressaltar que a água doce, por ser menos densa, se sobrepõe a água salgada, mesmo em períodos de maior precipitação (outono e inverno).

As reduções da salinidade nas amostragens realizadas em julho evidenciaram um potencial de influência da bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu no local, e em outros anos quando ocorreu uma maior vazão, como dos anos de 83 e 84 nas grandes enchentes de inverno do Rio Itajaí-Açu, foi observada a influência direta na comunidade bentônica da região naqueles períodos na

enseada, com uma grande mortalidade dos gastrópodes comestíveis, *Astrea sp.* nas áreas mais rasas (observação pessoal).

A influência do Rio Itajaí-Açu também pôde ser evidenciada pela variação dos valores da transparência, que diminuiu sensivelmente no período de ação das frentes frias do sul, no outono. Porém, as variações da transparência, em períodos de poucas horas, também podem ser decorrentes da resuspensão do sedimento promovida pelos ventos fortes do quadrante leste que agem diretamente na Enseada, principalmente na primavera.

O desvio padrão dos valores de transparência indicou que esta variável oscila constantemente. Os menores valores refletiram a ação de ventos fortes na área, como ocorre com os *Rebojos* no outono e inverno, trazendo material de origem continental via Rio Itajaí-Açu ou as *Lestadas*, que na primavera revolvem o sedimento do fundo da área.

O sedimento da área de estudo, um sistema semiaberto, sujeito à ação direta e indireta de ondas e correntes de diferentes direções e intensidades, difere daqueles de ambientes de baías (semifechados) onde a atividade do cultivo de mexilhões também se desenvolve.

As modificações hidrológicas causadas pela alteração biogênica do sedimento devido ao cultivo de bivalves são decorrentes da maior deposição e resistência à erosão mecânica devido à redução da velocidade das correntes pelas próprias estruturas de cultivo (OTTMANN & SORNIN, 1985).

Esta complexidade que envolve o transporte do sedimento é exemplificada por Eckman (1983) ao relatar que a hidrodinâmica produzida por um único tubo de um poliqueto pode produzir um padrão complexo de circulação de fluido, sedimentação e no recrutamento de organismos. Fator

interessante no ciclo de nutrientes é a remobilização que os construtores de tubo promovem ao removerem o sedimento disponibilizando material para toda a comunidade.

Apesar da diversidade da textura do sedimento encontrado na Enseada, não foram encontradas diferenças significativas entre as áreas que estão sob a ação dos cultivos de mexilhões (Fortaleza) e as que não possuem cultivos instalados apouco tempo (Gariba). Apesar da ação de diferentes condições ambientais nestes pontos segundo a época do ano, cabendo salientar que a variação espacial da composição do sedimento em pequena escala talvez seja mais importante do que a variação temporal (PETTI & NONATO, 1997).

Isto explica os teores mais elevados de silte e argila detectados na primavera, no Fortaleza, que podem ter sido reflexo de coleta realizada em local com acúmulo de argila por desnível de terreno ou devido a algum processo hidrodinâmico, como a própria presença de estruturas de cultivo.

Dados semelhantes foram encontrados por Mojica & Walter (1993), que trabalharam em áreas com cultivo de almejas, bivalves bentônicos de substrato inconsolidado e cultivados no habitat natural, portanto, em íntima associação com o sedimento, diferente dos mexilhões cultivados em sistema flutuante.

Segundo Gray (1981), o fator mais importante no sedimento marinho como habitat para organismos bentônicos, é o tamanho dos grãos, sendo as correntes a forma mais evidente de transporte, uma vez que o sedimento bem selecionado e homogêneo é característico de área com maior ação de ondas e correntes, ao contrário de sedimento heterogêneo, ocorrem onde há pouca ação de ondas e correntes.

No sedimento, a argila, apesar de possuir partículas com diâmetro menor que o silte (argila = 0,002 mm e silte = 0,025 mm), tem seu deslocamento facilitado, porém, os maiores teores de argila ocorreram justamente quando as frentes frias de inverno e ressacas de verão agiram na Enseada. Isto pode ser explicado pelo fato de que as partículas menores que 0,18 mm formam um sedimento lamoso mais difícil de ser transportado pelas correntes (GRAY, 1981).

Os teores maiores de argila no Fortaleza, durante a primavera, coincidiram com o maior pico de matéria orgânica, sugerindo que há um comportamento semelhante dos dois componentes do sedimento. Assim, os sedimentos argilosos que apresentam cargas elétricas negativas, ocorrem na forma agregada da matéria orgânica, sendo que este material provavelmente esteja relacionado ao aporte de rios na região (SCHETTINI, 2001).

Este mesmo autor informa ainda que o sedimento do Rio Itajaí-Açu tende, invariavelmente, distribuir-se para o nordeste, onde está a Enseada da Armação do Itapocoroy e os cultivos de molusco, provavelmente beneficiados por este fenômeno. Sendo que a floração de diatomáceas, na primavera, na Enseada, identificada por Röring *et al.* (1998) um fato que corrobora com esta hipótese.

A análise de componentes principais das amostras físicas e biológicas do sedimento da Enseada identificou o aumento dos teores de matéria orgânica, como o responsável pela separação das espécies e da estrutura das comunidades bentônicas no local com cultivos mais antigos do local.

Valores elevados de nitrato foram encontrados na coluna de água da Enseada de Armação do Itapocoroy por CHEVARRIA (1999), os quais foram correlacionados com a excreção dos mexilhões, o que poderia estar favorecendo a produção primária na região e realimentando os organismos dos cultivos.

A retirada dos nutrientes e do material orgânico (particulado ou dissolvido) da coluna d'água se faz quando estes são convertidos em biomassa, nos tecidos dos mexilhões e, que são retirados da área no momento da colheita.

A ação filtradora, dos mexilhões e dos diversos organismos associados aos cultivos tem crescido a cada ano, sem, no entanto, haver aparente comprometimento da capacidade de suporte da Enseada.

Os excretas dos mexilhões possuem níveis altos de amônia e isto incrementa o ciclo geoquímico de nitrogênio, o que é particularmente importante na resuspensão de material para produção primária, especialmente na época de primavera, quando a produtividade das áreas de cultivo de mexilhões na Espanha aumenta consideravelmente (TENORE *et al.*, 1985).

O metabolismo da biomassa viva dos cultivos resulta em biodepósitos e se distinguem da sedimentação natural pelo alto grau de matéria orgânica encontrados (OTTMANN & SORNIN, 1985).

A matéria orgânica no sedimento pode resultar no acréscimo de respiração pela população microbiana e decréscimo do oxigênio dissolvido disponível na água levando à redução da riqueza de espécies e aumento da densidade dos organismos tolerantes (OBERDORFF & PORCHER, 1994). Contudo, esse material orgânico depositado sob os cultivos e que podem

chegar a teores superiores a 12%, pode ser facilmente resuspendido e transportado (LÓPEZ-JAMAR *et al.*, 1992).

O teor de matéria orgânica no Fortaleza, local de cultivo intensivo há vários anos, foram durante o período de trabalho, valor menor que o esperado em relação ao local sem cultivo (Canal). Este resultado contradiz o que as maiorias dos trabalhos relatam em relação à ação do cultivo de mexilhões sobre o sedimento, à grande quantidade de biodepósitos decorrentes das fezes e das pseudofezes provindas dos cultivos interferem diretamente na comunidade bentônica.

Em locais cujo sedimento é formado por areia grossa e silte, mas sob influência do cultivo de peixes marinhos em tanques-rede, na costa oeste do Japão e que recebem o aporte de ração, da qual 90% pode ser perdida diretamente para o meio como descarte, Tsutsumi *et al.*(1991) determinou teores baixos de matéria orgânica no sedimento variando de 0,1 a 1,9%, sendo estes valores inferiores ao valor médio de 5% e, até do mínimo de 2,6% (Fortaleza, no verão) detectado neste trabalho na Enseada da Armação do Itapocoroy.

Num outro trabalho realizado no Japão, em um local caracterizado pela grande amplitude de marés, bom fluxo de água e baixa densidade de peixes cultivados, apesar do incremento artificial de alimento, a 200 metros de distância da área de cultivo o sedimento já estava normalizado e não sendo detectada nenhuma influência após 1,5 km (WU & LAM, 1994).

O sedimento grosseiro no Fortaleza é um indicativo do dinamismo naquele local, que deve ser o responsável pela eliminação do material orgânico gerado pelos cultivos de mexilhões, impedindo o seu acúmulo.

Pereira Filho *et al.* (1998) realizaram experimentos do fluxo de nutrientes na Enseada da Armação do Itapocoroy e verificaram uma alta variabilidade entre os valores detectados no sedimento em relação à coluna de água nas áreas de cultivos, e concluíram que a contribuição de matéria orgânica do sedimento para a coluna de água é pequena.

Segundo Dame & Dankers (1988) os baixos teores de material orgânico no sedimento pode ser decorrente da rápida mineralização do produto excretado pelos mexilhões em nitrato, sendo que este composto pode ser resuspendido por ação de processos hidrodinâmicos.

Processo semelhante foi descrito por Mills (1969) referindo-se ao ambiente marinho de forma geral. Este autor descreveu a ação dos ventos promovem a formação de correntes de água e, conseqüentemente, agem no sedimento, retirando o material orgânico e levado-o para fora da área de origem, assim, após ser extremamente abundante passa a teores ínfimos aos registrados antes da ação destas correntes, denominou este fenômeno de estabilidade dinâmica.

A presença de equiurídeos apenas no Canal e no inverno pode ter sido decorrente da presença de depósitos orgânicos e finos naquele local, o que sugere novamente a influência dos biodepósitos acumulados durante o verão e que foram distribuídos na Enseada e uma tendência de se acumular em locais de menor energia, segundo as características oceanográficas.

O ciclo do hidrogênio é particularmente complexo e importante no sedimentos marinhos, onde não há uma boa drenagem, e ocorre a formação de uma camada de matéria escura que libera hidrogênio sulfídrico (H<sub>2</sub>S) com odor característico de enxofre (GRAY, 1981).

O aumento dos níveis de matéria orgânica tem relação direta com o aumento da taxa de sulfitos, incluindo o ácido sulfúrico tóxico no sedimento, resultado da degradação anaeróbica da matéria orgânica por bactérias sulfato-redutoras (TSUTSUMI *et al.*, 1991).

Apesar de ser classificado como sedimento mal selecionado e com tendência aos grosseiros, amostras coletadas no ponto amostral Fortaleza, na primavera, tinham o aspecto de uma lama negra e com forte cheiro de enxofre, isto foi mais comum nos locais onde as balsas de manejo dos cultivos ficam ancoradas e os maricultores desenvolvem sua atividade diária, retirando os epibiontes das conchas e das estruturas de cultivo, lavando a lama contida nas redes de cultivo e elementos descartados no local.

Dahlbäck e Gunnarsson (1981) detectaram significativos níveis de poluição orgânica nos cultivos de mexilhões devido à presença de bactérias sulfurosas no sedimento. Porém, a decomposição da matéria orgânica não ocorre somente por ação de bactérias, envolve protozoários ciliados, meiofauna e macrofauna (TSUTSUMI, *op. cit.*).

Grande parte dos organismos no sedimento sob os cultivos são biodecompositores, que ao retrabalhar o sedimento contribuem na mineralização de material orgânico, reduzindo seus teores no sedimento (TENORE *et al.*, 1985).

No Gariba, o sedimento foi classificado como forte tendência ao lado dos finos sugerindo que este local pode apresentar problemas no futuro em decorrência da biodeposição. Principalmente, com a possibilidade que o local permite para a instalação de cultivos em uma coluna de água mais profunda e que, certamente, empregará implementos mecânicos, resultando em uma

maior produtividade em relação aos cultivos atualmente desenvolvidos na Enseada.

O sedimento do Canal, apesar de não possuir cultivos, apresentou teores mais elevados de matéria orgânica, no outono e inverno, e foi o ponto com a maior taxa média deste material na enseada. Isto pode ser decorrente de uma deposição natural à medida que as correntes perdem força ainda dentro da Enseada.

O cálcio no sedimento pode ser decorrente da presença de conchas de mexilhões, as conchas destes organismos possuem apenas 17,9% de cálcio, cerca de metade do teor de cálcio se comparada às conchas de ostras (SILVA & PESSATTI, 1997).

Os teores de carbonatos apresentaram valores relativamente constantes numa distribuição temporal e, apesar de não se observar proporcionalidade nas áreas sem cultivo (Canal), onde esta fração do sedimento foi semelhante aquela dos pontos com cultivos, contudo, como era esperado, os teores mais elevado foram registrados na área com mais tempo de cultivo (Fortaleza).

Apesar de não estar incluído nos resultado deste trabalho, foi encontrado em todos os pontos, com destaque no Fortaleza e no Canal no inverno, uma quantidade elevada de espinhos de ouriço-do-mar, *Arbacia lixula*, o qual é integrante comum da fauna associada aos mexilhões nos cultivos na Enseada da Armação do Itapocoroy.

Essa observação confirma a hipótese de que a atividade do cultivo contribui no incremento de carbonatos no sedimento em toda a enseda, mas principalmente reforçam a teoria de que os materiais oriundos dos cultivos são dispersos pelas correntes atingindo áreas sem a atividade. A hidrodinâmica do

local promove um ciclo de deslocamento das partículas que compõem o sedimento e dos organismos que o habitam, especialmente aqueles das camadas mais superficiais. O que impede o acúmulo excessivo de material no fundo abaixo dos cultivos e, favorecendo a manutenção da qualidade do sedimento que, teoricamente estaria sujeito a uma forte biodeposição, principalmente no Fortaleza, por ser uma área onde o cultivo de mexilhões foi implantado há muitos anos.

Marenzi (1992) identificou 47 espécies de animais associados ao cultivo dos mexilhões, indicando uma interrelação trófica entre as espécies neste “novo ecossistema”. Contudo a comunidade bentônica nas duas áreas com cultivo (Fortaleza e Canal) diferente daquela associada aos no ambiente pelágico.

Ainda, comparando-se a composição das espécies integrantes da comunidade bentônica aqui estudada com os resultados apresentados por Branco *et al.*(1998), que trabalharam com organismos e conteúdo estomacal de peixe e macro-invertebrados capturados numa área mais externa desta Enseada, evidenciou-se que são poucos os animais comuns em ambos os locais.

A composição da comunidade bentônica sublitoral é heterogênea e o domínio se faz pelo sucesso da interação entre os organismos e o sedimento. A própria maneira de alimentação dos grupos de animais presentes pode causar as mudanças temporárias na estrutura da comunidade ou na sucessão ecológica neste ambiente (GRAY, 1974).

Os resultados da frequência de ocorrência de espécies indicaram que o sedimento da Enseada da Armação do Itapocoroy caracteriza-se pela instabilidade. Apenas os ofiuróides estiveram presentes em todas as coletas,

porém em nenhum momento em densidade elevada, indicando que não só a biodeposição ou o sedimento determinam a distribuição dos organismos na enseada, havendo outros fatores como as mudanças climáticas e suas conseqüências na dinâmica da região.

A Enseada caracteriza-se por ser um sistema semiaberta, com forte hidrodinâmismo, assim é possível fazer comparações com os dados obtidos em região aberta da costa da Galícia, onde o enriquecimento é realizado por pulsos e os organismos bentônicos estão adaptados a explorar este evento irregular, ao contrário das baías fechadas, com menor ação do movimento de água e estresse, o que contribui no aumento da abundância dos detritívoros por um aporte contínuo de matéria orgânica, (LÓPEZ-JAMAR *et al.*, 1992).

Drake & Arias (1997), trabalhando com cultivos em enseadas e baías no norte da Europa, assim como na Enseada da Armação do Itapocoroy, estes autores não identificarão de forma significativa diferença na estrutura da comunidade (riqueza, abundância, diversidade e dominância).

Na Enseada da Armação do Itapocoroy há uma complexidade trófica, havendo distintos habitats e poucos interligados, e havendo a formação de um novo habitat criado pelos cultivos de moluscos.

O monitoramento no ambiente marinho, mesmo nas áreas com cultivo, está baseado em análise de variáveis físicas e químicas e ecotoxicológicas, e menos usualmente nas variáveis biológicas (BORJA, 2000).

Segundo Gray (1981), este poderia ser considerado um ambiente estressado, pois após período de acúmulo de matéria orgânica, resultante do menor hidrodinâmica na região, segue um período de correntes e ondas decorrentes da ação dos ventos que retiram sedimentos finos do ambiente e,

conseqüentemente, alteram a estruturas da comunidade, inviabilizando a sobrevivência dos organismos com desenvolvimento e maturação rápida (K-estrategistas).

Resultado semelhante foi observado por Mojica (1993) em áreas com cultivo de almejas, quando constatou que havendo uma redução do tamanho médio das partículas no sedimento em conseqüência do aumento de silte e matéria orgânica, mas não percebem alterações significativas na estrutura da comunidade bentônica.

Na Armação do Itapocoroy, por ser uma enseada semiaberta, portanto sujeita a variações em decorrência dos efeitos sazonais (ventos), as alterações hidrodinâmicas na composição e na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos parecem ser mais decorrentes das mudanças ambientais naturais do que por exclusão de espécies e/ou mudanças provocadas pelos cultivos.

CHAMBERLAIN *et al.*(2001) também não encontraram impactos na fauna bentônica em áreas de cultivos, no Estados Unidos, evidenciaram a importância do hidrodinâmismo, tipo de sedimentação, tempo de instalação dos cultivos, densidades de estoque e altura da coluna de água.

As comunidades estão expostas a perturbações naturais como o fogo, as tormentas, as pragas ou a variações climáticas que podem desestabilizar o meio e conseqüentemente a estrutura da comunidade, assim, após o evento ocorre um novo processo de colonização (CONNELL & SLATYER, 1977).

A sucessão em ambiente marinho pode ser freqüentemente interrompida pelos grandes distúrbios naturais como as ressacas. Isto talvez reflita os resultados das análises estatísticas que não demonstraram diferenças

significativas entre os três pontos amostrais, apesar das diferenças existentes entre as áreas amostrais e a temperatura ao longo do período de coleta.

No Fortaleza, potencialmente ocorre maior biodeposição, o que poderia causar a exclusão de espécies que não se adaptassem a este tipo de sedimento, a abundância apresentou o maior valor na primavera, quando apesar de pequeno, houve um acúmulo de matéria orgânica no sedimento.

Através da análise da fauna bentônica da Enseada, pode-se observar que nos três pontos de coleta a estrutura da comunidade bentônica apresentou uma variação temporal. Os dados indicaram que esta variação na composição da comunidade bentônica na Enseada da Armação do Itapocoroy se deve às mudanças sazonais que alteram o hidrodinâmismo, e também à morfologia da enseada, fato que é observado especialmente no Fortaleza onde a menor profundidade e a proximidade da orla tornam o local mais suscetível à ação das correntes e ondas em decorrência dos ventos fortes na primavera e verão.

Vários autores salientam a importância do tamanho das partículas no sedimento, na distribuição das espécies bentônicas, havendo uma correlação significativa entre o tamanho das partículas do sedimento na distribuição das espécies (GRAY, 1974 e BROWN *et al.*, 1987).

No local onde os cultivos estão instalados há menos tempo (Gariba), ou onde não há cultivos (Canal), o fator que determina a abundância dos macroinvertebrados não se deve a diferenças nos teores de matéria orgânica, mas sim dos teores de areia no sedimento.

A análise de correspondência indicou que, o teor de areia é um elemento importante na diversidade e aumento da riqueza de espécies na comunidade

bentônica total da Enseada, visto que a presença ou ausência dos cultivos não apresentou influências sobre esses índices.

Independentemente da forma como os agentes ambientais físicos e biológicos interagem, no cascalho tende a ter maior riqueza de espécies do que na areia, e esta espécies em relação a sedimento fino (silte e argila) (GRAY, 1974).

No outono, quando a região é fortemente influenciada pelas frentes frias e correntes fortes atuam na enseada, aumentando a quantidade de areia em detrimento dos sedimentos finos, principalmente nas áreas mais abertas como no ponto amostral Gariba, a abundância absoluta apresenta valores elevados.

Grant *et al.* (1995) não observou diferenças significativas na abundância no sítio de cultivo, mas isto foi registrado significativamente no sítio de referência, porém com redução da diversidade, sempre com forte interferência da estação do ano.

Os mesmos autores, referindo-se à importância da estação do ano, informam que a diversidade de espécies foi baixa nas áreas com e sem cultivos, com exceção do verão quando ambos os sítios mantiveram um equilíbrio, e uma curva de dominância alta na primavera pela presença de anfípodos oportunistas, beneficiados pelo aumento do fitoplâncton no período.

A riqueza e a diversidade de espécies foram maiores nos períodos de menor ação de correntes na enseada, inverno e verão, nas áreas com cultivo intensivo (Fortaleza) e na área sem cultivo (Canal), sendo que no ponto Gariba estes índices se mantiveram praticamente constantes em todos os períodos.

Durante o inverno e verão nas áreas com cultivos, os resultados indicaram uma alta diversidade e densidade e dominância baixa, sendo estes os períodos

em que o ambiente se apresenta mais estável, ou seja, com menor ação de ventos fortes.

Apesar de que nem todas as espécies variaram em número com o tempo, a alternância dos valores da diversidade e da riqueza no Fortaleza e no Canal, certamente está vinculada à variação sazonal, seguindo uma seqüência de eventos climáticos num ciclo sazonal, corroborando com a hipótese proposta por Zaret (1982) de que a variação temporal na estrutura de uma comunidade bentônica com alta riqueza de espécies indica baixa estabilidade.

Autores como Myslinski & Ginsburg (1977) e Wu (1994) relatam que a introdução de um agente poluente em um sistema reduz a riqueza e conseqüentemente a diversidade de espécies, pelo aumento de densidade de determinados organismos tolerantes, isto podendo ser um indicativo de impacto ambiental gerado pela atividade de cultivos e que não é registrada diretamente nas amostras do sedimento e sim pode estar refletida na estrutura ou composição da comunidade bêntica.

Alguns grupos de organismos são indicadores de enriquecimento por matéria orgânica, sendo comum à presença dos poliquetos *Diopatra spp.* e *Capitella spp* no ambiente marinho sob estas condições (FRILIGOS, 1982b; GIBBS *et al.*, 1991). Apesar destes gêneros terem sido coletados em todos os locais de amostragem, mas sempre em baixa densidade numérica, são indicativos de que na enseada e, principalmente, nos cultivos, até o momento, não há este tipo de impacto.

O organismo que apresentou a maior abundância foi o escafópodo *D. americanum*, porém a variabilidade na distribuição e na ocorrência deste organismo, evidenciam a oscilação na dominância nesta Enseada, sendo que

isto, segundo GRAY (1981), é o resultado da sucessão de interações biológicas e das alterações ambientais.

Peterson (1979), trabalhando com estruturas (gaiolas) exclusoras de predadores no sedimento marinho, observou que dentro destas as maiores biomassa e densidade foram conseqüência do aumento do número de indivíduos “comedores” de depósitos, os quais foram beneficiados pelo acúmulo de matéria orgânica.

Não apenas em locais com cultivos, mas em geral ocorrem mudanças significativas na comunidade bentônica com o enriquecimento orgânico, e espécies tolerantes, com ciclo de vida rápido parecem se prevalecerem desses ambientes (TSUTSUMI *et al.*, 1991).

Neste trabalho, com exceção da coleta de inverno no Canal, onde ocorreu uma maior densidade de equiurídeos, a maior abundância de detritívoros não coincidiu com os teores mais elevados de matéria orgânica no sedimento, e sim, se correlaciona com a maior abundância de carnívoros, mas a presença destes organismos pode ser o resultado do desenvolvimento de pequenos organismos da infauna beneficiados pelo aporte deste material.

Grant *et al.* (1995) encontrou uma maior diversidade de espécies no sítio de referência (sem cultivos), onde os teores de matéria orgânica não foram superiores ao do sítio com cultivo.

Apesar da areia ser o elemento predominante na enseada e os filtradores são abundantes neste tipo de sedimento, a redução ou exclusão destes anfípodos filtradores neste trabalho, se deve segundo Gray (1974), em decorrência direta e indireta de sua forma de alimentação dos comedores de depósitos que alteram as características físicas e biológica do sedimento.

Os resultados indicaram que o fator determinante na estrutura da comunidade de macro-invertebrados bentônicos é a granulometria do sedimento, associando a matéria orgânica com a densidade e a areia com a diversidade e com a equitatividade, resultado que pode ser decorrente da presença de pequenos organismos e que não foram coletados com a metodologia empregada.

Os gastrópodes predadores *A. lyrata* e *C. gemmulosa* presentes no Fortaleza na primavera, foram os organismos mais associados ao enriquecimento orgânico, salientando-se que segundo a análise de agrupamentos, este local e neste período registrou-se os maiores índices de dissimilaridade.

Os valores obtidos para a equitatividade demonstraram que o ponto Gariba apresenta uma certa constância ao longo do ano, provavelmente pela maior estabilidade do meio, que apesar de mais exposto ao mar aberto em relação aos demais, está imerso em uma massa de água maior e assim, com menor tendência de ser influenciado por correntes e ondas que agem principalmente nas áreas mais rasas da Enseada.

O verão pode ser considerado o período de maior estabilidade, quando foram computados valores mais elevados para os índices de riqueza, diversidade e equitatividade. Ainda, neste período o sedimento teve na sua composição um predomínio da areia em detrimento de uma menor sedimentação das frações finas (silte e argila).

Outro indicativo da estabilidade ambiental se deve a abundância dos anfípodos, em especial *Ampelisca sp.*, considerado um bioindicador por reduzir em densidade em áreas enriquecidas com matéria orgânica (FAY *et al.*, 2000).

Os anfípodos *Apelisca* sp. foram freqüentes no Canal e mais abundantes no verão, juntamente com os caprelídeos típicos de ambiente aberto, *C. danilevskii* e *C. penantis*, refletindo a baixa deposição de silte e argila neste período.

A ocorrência de caprelídeos no Fortaleza, certamente provem das estruturas de cultivo. Também como reflexo de sua abundância como organismo associado aos mexilhões nos cultivo, estes orgasmos são dispersos pelas correntes por toda a Enseada, inclusive nos locais onde esta atividade não é desenvolvida, como no Canal.

A ação de “tormentas” desalojando *Ampelisca* sp. foi observado no hemisfério norte por Gray (1981). Isto pode ter acontecido no outono, quando a entrada de frentes fria altera o sedimento de toda a Enseada.

Um dos indicativos de que a matéria orgânica produzida pelos cultivos não está provocando alterações diretas na Enseada da Armação do Itapocoroy é o resultado discordante dos apresentados por Tsutsumi *et al.* (1991) e Brown *et al.* (1987). Estes autores encontraram os gastrópodes e bivalves dominando em abundância nas áreas sem ação direta de cultivo, passando os poliquetos a dominarem com a instalação dos cultivos.

Em locais onde o sedimento se caracteriza por possuírem areia fina e não lama e com teores baixos de matéria orgânica, os poliquetos tendem a dominar numericamente o ambiente bentônico (LÓPEZ-JAMAR *et al.*, 1992).

Os poliquetos também apresentaram a maior riqueza em relação aos outros grupos taxonômicos e, foram os organismos mais importantes da comunidade bentônica da Enseada, principalmente nas áreas afastadas da

praia, como consequência do teor maior de matéria orgânica e sedimentos mais finos nestas áreas.

De todos os organismos indicadores de acúmulo de matéria orgânica, os pequenos poliquetos, *Capitella capitata* e *Polydora spp.*, são os mais comumente citados (DAHLBÄCK & GUNNARSSON, 1981; MATTSON & LINDÉN, 1983 e TENORE *et al.*, 85).

Especificamente em áreas de maricultura sujeitas à biodeposição, *Capitella captata* é considerada uma espécie bioindicadora de impactos decorrentes da atividade, tornando-se abundante nas áreas de cultivo (MOJICA & WALTER, 1993), assim é considerada indicador universal de poluição orgânica em ambientes marinhos (GRAY, 1981).

Se a presença de poliquetos capitélídeos indica distúrbios na comunidade (Grant *et al.*, 1995), os resultados deste trabalho, apesar da grande riqueza de espécies de poliquetos, raramente registrou-se a presença deste organismo nas áreas com cultivos, atestam novamente da estabilidade da comunidade bentônica quanto a presença da mitilicultura na enseada.

A identificação destes organismos é difícil por apresentarem modificações morfológicas temporárias para se adaptarem as mudanças no ambientes (MYSLINSKI & GINSBURG, 1977).

Dahlbäck & Gunnarsson (1981) relataram o desaparecimento da fauna bentônica original três meses após a instalação de cultivos, com a infestação de *C. captata* num sítio de cultivo de mexilhões e Ragnarsson & Raffaelli (1999) informaram que o aumento da abundância de *Capitella sp.* sob cultivo de mexilhões transplantados se deve ao depósito de partículas finas da coluna de água bem como das fezes e pseudofezes dos mexilhões.

Neste trabalho os capitélídeos, assim como todas as demais espécies de poliquetos, não apresentaram uma densidade alta, e não foram abundantes na área sob cultivo intenso (Fortaleza), em relação aos outros locais de coleta.

Para ZARET (1982) a primeira espécie a ocupar um determinado local imediatamente influi nas características físicas deste ambiente e, conseqüentemente, na sucessão dos demais organismos contribuindo na determinação do padrão de ocupação de uma área.

A poluição também é um agente que força o reequilíbrio na população, com espécies diferentes dominando e espécies raras desaparecendo, da mesma forma que ações da natureza como uma tempestade ou recrutamento larval também pode interferir (GRAY, 1981).

A Enseada da Armação do Itapocoroy apresentou uma alta equitatividade, característica de ambiente estável, apesar da baixa freqüência de ocorrência da maioria das espécies, onde a sucessão ecológica se mantém em um estágio primário de desenvolvimento, não houve uma complexidade na estrutura faunística, sugerindo que os organismos que ali se encontram são espécies oportunistas.

As espécies oportunistas possuem grande poder de dispersão, rápido crescimento e maturidade precoce, sendo os primeiros a chegar e ocuparem o espaço, porém estas espécies não podem invadir ou se desenvolver na presença de adultos da sua própria espécie ou de outras (CONNELL & SLATYER, 1977).

Ainda outro fator a ser considerado foi a presença de gastrópodes carnívoros *N.canrena*, *T. affinis*, *C.gemulosa*, *A.lyrata* e *E.humphreysii*, o que

pode ter determinado a baixa abundância das espécies de bivalves no sedimento na Enseada, como reflexo direto da predação.

O único bivalve coletado em maior densidade em relação aos demais foi *C. caribaea*, porém este ocorreu em apenas uma única coleta (Gariba/ outono), provavelmente beneficiada por mudanças ambientais no local e período, reveladas pela maior quantidade de areia. Também os demais integrantes da malacofauna estiveram presentes neste local somente neste período.

Os gastrópodes que apresentaram grande abundância e tamanho em relação aos demais grupos na Enseada podem ter contribuído para a densidade dos demais componentes da infauna, pois segundo Mills (1969) estes não só por predação de animais menores e vegetais, mas reduzem a disponibilidade de alimento à medida que alteram o sedimento devido à ação mecânica de seu movimento ao se deslocarem dentro do substrato.

Assim, Bivalves e outros organismos no sedimento, se multiplicam beneficiados pelo aumento da complexidade do substrato, a medida em que se desenvolvem flagelados, diatomáceas e de outros indivíduos da infauna, como os tubícolas. Contudo, também, podem ser subtraídos pelo aumento da fauna de gastrópodes, os quais irão utilizar este recurso como “pasto” (MILLS, *op.cit.*), tendendo a haver uma exclusão.

A maior parte dos componentes das comunidades bentônicas possui uma fase planctônica, e para se recrutarem devem sobreviver aos organismos que os predam, primeiramente pelos filtradores e depois pelos comedores de depósito para finalmente se integrarem ativamente ao ambiente bentônico, sendo que a interação entre adultos e larvas é responsável na manutenção da estrutura e composição destas comunidades (PETERSON, 1979).

Um sistema caracterizado como heterogêneo, fisicamente e sazonalmente, pode ser mais importante na determinação de espécies resilientes na comunidade do que a riqueza ou a diversidade de espécies residentes (ZARET, 1982).

A diversidade de espécies consiste na expressão de quantas espécies vivem em uma comunidade (riqueza) e como estas espécies são distribuídas dentro da comunidade (eqüidade), havendo um dogma que determina que as comunidades com diversidades elevadas tendem a ocorrer em ambientes estáveis, porém há outros tipos de diversidades como as formas e funções, não necessariamente diversidade de espécies no sentido taxonômico (OMORI *et al.*, 1989).

Sob este enfoque pode-se assumir que nos períodos cuja hidrodinâmica foi mais intensa, promovida pelos ventos na primavera e no outono, foram os períodos com os menores índices de diversidade, ao contrário no inverno e no verão, períodos em que apesar de temperaturas extremas, foram os períodos que demonstraram uma maior estabilidade.

O ponto Gariba, por ser mais exposto, localizado mais próximo do mar aberto e sujeito a uma massa de água maior, foi o mais estável e, pela menor ação de ondas, apresentou maior estabilidade dos índices de diversidade e riqueza em relação aos outros períodos climáticos e locais de coleta.

Ao contrário de outras áreas de cultivo no mundo, onde normalmente há alta deposição de matéria orgânica com mudanças de sedimento arenoso para lamoso, havendo casos como fazem os maricultores na França, que removem ou transportam os parques de cultivo para áreas não comprometidas durante o inverno para que as tormentas possam limpar o local (OTTMANN *et al.*, 1998).

Há ainda a possibilidade de melhorar o manejo destas áreas de cultivo, como o que já é feito com a exploração do gastrópode de interesse comercial *Thais haemastoma*, que constitui um subproduto retirado da fauna bentônica sob os mexilhões nos parques de maricultura da região de Armação do Itapocoroy. Ainda, como as holoturias, que se beneficiam com o acréscimo de material orgânico no fundo e com alto valor no mercado mundial.

Um dos objetivos da aqüicultura moderna seria redirecionar-se para um desenvolvimento sem prejuízo para o meio ambiente, integrando os cultivos aos processos e funções do meio (FOLKE & KAUTSKY, 1992). E, a maricultura pode desempenhar papel importante na conservação dos corpos de água e dos organismos, devido às suas exigências em relação à qualidade do ambiente (BRASIL, 2001).

Como concluiu Leal (2000) em seu extenso trabalho sobre a avaliação dos cultivos de mexilhões na costa sul e sudeste do Brasil, o macrozoneamento não indica as características de cada localidade, devendo-se procurar detalhar cada uma das áreas com potencial para a atividade, considerando-se os diferentes aspectos ambientais além da produção. E somente assim, poder-se-á desenvolver a mitilicultura como uma atividade sustentável e não venha a tornar-se apenas mais um dos diversos e destruidor ciclo econômico, como a pesca com os seus diversos exemplos.

As necessidades econômicas em geral, são a base dos critérios na escolha por determinadas áreas e espécies de organismos à serem cultivados, deixando em uma escala menor de importância a interação dos cultivos com o meio ambiente.

Porém, se a atividade do cultivo de mexilhões tem como o objetivo o lucro, esta mesma mentalidade deveria levar em conta que, se a aqüicultura se torne um agente impactante ao meio, certamente este produto será alvo de discussões perante o consumidor preocupado com questões ambientais tendendo a perder o mercado (YOUNG *et al.*, 1999).

O nível técnico da aqüicultura está suficientemente avançado para propor ações preventivas ou mitigar impactos ambientais, deixando o mercado determinar a escolha do tipo de aqüicultura e, assim, prevalecer os princípios ecológicos e econômicos na determinação de tecnologia de cultivo sustentável (BOYD & SCHMITTOU, 1999).

Isoladamente, propostas econômicas, sociais, biológicas e ecológicas não são suficientes para atender ao desenvolvimento das atividades de cultivo, e concordando com Boyd (1999), as conclusões das pesquisas em ecologia, economia e tecnologia neste campo e outros serão limitadas se não for levado em conta o fator social.

Da mesma forma, se o objetivo da atividade é o lucro, esta poderia se tornar exemplo de sustentabilidade ambiental com forte apelo ao consumo, tanto gastronômico como turístico, servindo como um potencial atrativo ao ecodesenvolvimento, que na área litorânea está mal aproveitada (VIEIRA, 1998).

Sob este aspecto, Smaal (1991) acredita que o cultivo de mexilhões deverá, no futuro, se integrar ao ecossistema, necessitando para isto pesquisas básicas que subsidiem modelagens do sistema como um todo, incluindo não só os organismos cultivados.

## 8 – CONCLUSÕES

- O vento é o principal agente modificador das características do sedimento e da comunidade que o habita, à medida que promove a circulação da água, intensificando e direcionando o movimento das correntes e das ondas, as quais por sua vez suspendem e dispersam o material sedimentado;
- A baixa frequência de ocorrência da maioria dos organismos coletados e o reduzido número de bio-indicadores de matéria orgânica indica que o ambiente é instável, mas que não decorre do acúmulo de biodepósitos em grande quantidade no fundo desta enseada;
- A ação dos ventos com direção e intensidade características de cada estação do ano, tornam o verão e o inverno estáveis, isto observado pelo maior índice de riqueza, de diversidade e de equidade. Ao contrário dos períodos de outono e de primavera, que por apresentarem maior hidrodinâmismo, possuem maior densidade e dominância, características de ambiente estressado.
- Apesar da diversidade de textura do sedimento segundo os períodos e, principalmente, nos pontos de coleta, não houve diferenças significativas nos teores dos componentes do sedimento.
- As frações finas do sedimento são reduzidas nas áreas próximas à praia, onde o hidrodinâmismo é maior devido à ação de ondas e correntes que resuspendem e transportam este tipo de material;

- O predomínio da fração areia no sedimento da enseada, observado em todos os pontos e períodos amostrados, caracteriza o ambiente como de baixa sedimentação, o que é um fator positivo para a sustentabilidade dos cultivos nestas áreas;
- Os teores de matéria orgânica no ponto Fortaleza apresentaram valores abaixo do esperado para um local com cultivos instalados por vários anos sugerindo a ação de um intenso hidrodinâmismo no local
- O ponto Gariba, apesar de mais exposto ao mar aberto, esta imerso em uma massa de água com menor ação de ondas e de correntes, caso os cultivo de mexilhões se desenvolvam de forma intensiva, estas áreas pode vir a apresentar impacto decorrente do acúmulo de biodepósitos.
- Os estudos realizados na Enseada da Armação do Itapocoroy indicaram a possibilidade do desenvolvimento e de crescimento do cultivo de mexilhões, porém o monitoramento deve ser constante para manter a sua sustentabilidade.

## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. C. Z. & NONATO, E. F. 1981 *Anelídeos Polychaetos da Costa Brasileira – Características e chave para famílias de poliquetas*. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial,. 17p. il.
- ARANA, L.A.V. 2000. *Modo de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros*. Tese. Depto de Ciências Sociais, UFSC. 220 p.
- ASCHE, F.; GUTTORMSEN, A. G. & TVETERÁS, R. 1999. *Aquaculture Economics & Management*, 3(1):19-29.
- BORJA, A.; FRANCO, J. & PÉREZ, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12): 1100-1114.
- BOYD, C. E. & SCHMITTOU, H. R. 1999. Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. *Aquaculture: Economics & Management*, 3(1): 59-69.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; PERET, A. C.; SOUTO, F. X.; SCHVEITZER, R. & VALE, W. G. 1998. Associações entre macroinvertebrados e peixes demersais na Aramação do Itapocoroy, Penha SC Brasil. *Brazilian Archives of Biology Technology*, 41(2):268-277.
- BRANDINI, F. P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (july/august 1992) and summer (february/march 1994). *Hidrobiologia*, 196:111-148.
- BRASIL. 2001. *Política Nacional de Ciências e Tecnologia do Mar*. Ministério da Ciência e Tecnologia. 22p.

- BROWN, J. R.; GOWEN, R. J. & MCLUSKY, D. S. 1987. The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish. *Environmental impact of salmon farming*, 39-51.
- CARVALHO FILHO, J. 2001. Panorama da malacocultura brasileira. *PANORAMA DA AQUICULTURA*. 11(64): 25-31.
- CARVALHO, J.L.B.; SCHETTINI, C.A.F. & RIBAS, T.M. 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Notas técnicas da FACIMAR* 2:181-197.
- CHAMBERLAIN, J.; FERNANDES, T.F.; READ, P.; NICKELL, T.D. & DAVIES, I.M. 2001. impacts of biodeposition from suspended mussel (*Mytilus edulis*, L.) culture on the surrounding superficial sediments. *Journal of Marine Science*. 58: 411–416.
- CHEVARRIA, G. G. 1999. *Caracterização biogeoquímica de uma área de cultivo de moluscos – Enseada de Armação do Itapocoroy – Penha/SC*. Monografia. Universidade do Vale do Itajaí. Oceanografia. 60p.
- CLARKE, K.R. . 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J. Ecol.* 18: 117-143.
- CONNELL, J. H. & SLATYER, R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, 111(982):1119-1145.
- CREMA, R. CASTELLI, A.; PREVEDELLI, D. Long-term eutrophication effects on macrofaunal communities in northern Adriatic sea. *Marine Pollution Bulletin*. 22: (10) 503-508 OCT 1991
- CRUZ, J. P. & PELOT, R. 1998. A site management system for shellfish aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*. 2(3):101-118.

- CUMMING, R.L. & ALFORD, R.A. 1994. Population-dynamics of *Turbonilla* sp (Pyramidellidae, Opisthobranchia), an ectoparasite of giant clams in maricultura. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 183: (1) 91-111.
- DAHLBÄCK, B. & GUNNARSSON, L. A. H. 1981. Sedimentation and sulfate reduction under a mussel culture. *Marine Biology*, 63:296-275.
- DAME, R.F.; DANKERS, N.; JONGSMA, H. & SAMAAL, A. 1991. The influence os mussel beds on nutrients in the Western Sea and Eastern Scheldt estuaries. *Estuaries*, 14: 130–138.
- DANKERS, N. & ZUIDEMA, D. R. 1995 The role of the mussel (*Mytilus edulis* L.) and mussel culture in the Dutch Wadden Sea. *Estuaries*.18(1A): 71-80
- DRAKE, P. & ARIAS, A.M. 1997. The effects of aquaculture practies on the benthicmacroinvertebrate community of lagoon system in the Bay of Candiz (southwestern Spain). 20 (4): 677-688.
- ECKMAN, J. E. 1983. Hydrodynamic processes affecting benthic recruitment. *Limnol. Oceanogr.*, 28(2):-241-257.
- EDWARDS, P. 1998. A systems approach for the promotion of integrated aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*. 2(1):1-12.
- ELIAS, R.; BREMEC, C.S. & VALLARINO, E.A. 2001 *Revista Chilena de Historia Natural*. 74: (3) 523-531.
- ESPINOZA, E.S. 1996. *Disturbios nos ventos de lesta no Atlantico Tropical*. Tese. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, S.P.149 pp.
- EPAGRI. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de Santa Catarina. *Boletim Informativo anual*. Florianópolis. 17p

- FAO-Food Agriculture Organization. 1992 Diagnóstico sobre el estado de acuicultura en America Latina el Caribe - (Sintese regional). Documento de campo nº 11 - *Projecto Aquila II*. GCP/RLA/102/ITA, Roma.
- FAUCHALD, K & JUMARS, P.A. 1992 Diet of worms - a citation-classic commentary on the diet of worms - a study of polychaete feeding. *Agriculture biology & environmental sciences*. 5 (40): 8-8.
- FAY, A.A.; BROWNAWELL, B.J.; ELSKUS, A.A. & MCELROY, A.E. 2000. Critical body residues in the marine amphipod *Ampelisca abdita*: Sediment exposures with nonionic organic contaminants. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 19: (4) 1028-1035.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957 - Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal Sediment. Petrol.*, 27: 3-26.
- FOLKE, C. & KAUTSKY, N. 1992. Aquaculture with its environment: prospects for sustainability. *Ocean & Coastal Management*, 17:5-24.
- FRILIGOS, N. (a)1982 Some consequences of the decomposition of organic matter in the elefsis bay, an anoxic basin. *Marine Pollution Bulletin*, 13(3): 103-106.
- FRILIGOS, N. (b)1982. Enrichment of inorganic nutrients in the inner Saronikos Gulf (1973-1976). *Marine Pollution Bulletin*, 13(5):154-158.
- GIBBS, M. M.; JAMES, M. R.; PICKMERE, S. E. & WOODS, P. H. 1991. Hydrodynamic and water column properties at six stations associated with mussel farming in Pelorus Sound, 1984-85. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 25:239-254.
- GOULD, W. R. & NICHOLS, J. D. 1997. Estimation of temporal variability of survival in animal populations. *Ecology*, 79(7): 2531-2538.

- GRANT, A. 2000. Deep-sea diversity: overlooked messages from shallow-water sediments. *Marine Ecology*, 21(2):97-112.
- GRANT, J.; SCOTT, D.B. & SCHAFER, C.T. 1995. A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. *Estuaries*.18 (1a):124 – 144.
- GRAY, J. S. 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev.*, 12: 223-261.
- GRAY, J. S. 1981. *The ecology of marine sediments*. Cambridge University Press. Cambridg. 185 pp
- HUGHES, D.J. & ATKINSON, R.J.A. 1997. A towed video survey of megafaunal bioturbation in the north-eastern Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 77: (3) 635-653.
- ISLAM, K. L. & HOSSAIN, M. M. 1986. Effect of ship scrapping activities on the soil and sea environment in the coastal area of Chittagong, Bangladesh. *Marine Pollution Bulletin*, 17(10):462-463.
- KAUTSKY, N. & FOLKE, C. 1990. Environmental and ecological limitations for aquaculture. *The second Asian Fisheries Forum*. Hirano, R. and I.Hanyu ed., Manila, 245-248p.
- LEAL, M. C. J. 2000 *Aproximação metodológica ao diagnóstico de áreas litorâneas com aptidão para a maricultura: aplicações no Estado de São Paulo*. Tese doutorado Instituto Oceanográfico, USP. 420p.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. *Numerical ecology. Developments in environmental modeling*, 3. Elsevier Sci. Publ. Company, 419 p.
- LÓPEZ-LAMAR, E; CAL, R.M.; GONZÁLEZ, G.; HANSON, R.B.; REY, J.; SANTIAGO, G. & TENORE, K.R. 1992. Upwelling and out welling effects on

- the benthic regime of the continental shelf off Galícia, NW Spain. *Journal of Marine Research*, 50: 465-488.
- MARENZI, A.W.C. 1992. *Aspectos Biológicos e econômicos do cultivo de mexilhões Perna perna (L., 1758) (MOLLUSCA-BIVALVIA), no litoral centro norte catarinense*. Dissertação de Mestrado Zoologia UFPr. 1135p.
- MARENZI, A.W.C. & MANZONI, G.C.M. 1998 Cultivo de moluscos marinhos: Estabelecimento de novo ecossistema em regiões costeiras de Santa Catarina. *IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Águas de Lindóia Anais*. Vol.III: 438-442.
- MARENZI, A.W.C. 1999. O uso de mecanização nos cultivos de mexilhões Perna perna em Santa Catarina. *Agrárias*, V. 18, n. 1-2, p. 155-163.
- MARGALEF, R. 1972. Problemas tróficas e posibles soluciones en la alimentacion de larvas de moluscos, crustaceos y peces. Seminário Interdisciplinar de Aqüicultura Marina. Vigo. *Informe Tecn.Inst.Inv. Pesqueira* 14. 81 pp.
- MATTSSON, J. & LINDÉN, O. 1983. Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (Bivalvia), cultured on hanging long-lines. *Sarsia*, 68:97-102.
- MATTSSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G. & SWIFT, M. J. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(25): 504-508.
- MILLS, E. L. 1969. The community concept in marine zoology, with comments on continua and instability in some marine communities: a review. *Journal Fisheries research board of Canada*, 26(6): 1415-1429.

- MIRTO, S.; ROSA, T. L.; DANOVARO, R. & MAZZOLA, A. 2001. Microbial and meiofaunal response to intensive mussel-farm biodeposition in coastal sediments of the western mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (3): 244-252.
- MISDORP, R.; KOHSIEK, L. H. M.; STEYAERT, F. H. I. M. & DIJKEMA, R. 1984. Environmental consequences of a large scale coastal engineering project on aspects of mussel cultivation in the eastern Scheldt. *Wat. Sci. Tech*, 16:95-105.
- MOJICA JR., R. & WALTER, G. N. 1993. Environmental effects of a hard clam (*Mercenaria mercenaria*) aquaculture site in the Indian River Lagoon, Florida. *Aquaculture*, 113:313-329.
- MORAES, G.N. & GRIEP, G.H. 1985 - ANGRA. Um Analisador Granulométrico para Micros. *II Enc. Bras. de Ocean.* Resumos p. 85-87. Rio Grande, RS, Brasil.
- MORTON, B. 1996. The subsidiary impacts of dredging (and trawling) on a subtidal benthic Molluscan community in the southern waters of Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*. 32: (10) 701-710.
- MUIR, J. F.; BRUGERE, C.; YOUNG, J. A. & STEWART, J. A. 1999. The solution to pollution? The value and limitations of environmental economics in guiding aquaculture development. *Aquaculture Economics & Management*, 3(1): 43-57.
- MYSLINSKI, E. & GINSBURG, W. 1977. Macroinvertebrates as indicators of pollution. *Journal Awwa*. 538-544.

- NORTON, T. A.; BENSON, M. R. 1983. Ecological interactions between the brown seaweed *Sargassum muticum* and its associated fauna. *Mar. Biol.* 75: 169-177.
- NUNES, A. J. P. & PARSONS, G. J. 2000. Effects of the southern brown shrimp, *penaeus subtilis*, predation and artificial feeding on the population dynamics of benthic polychaetes in tropical ponds enclosures. *Aquaculture*, 183:125-147.
- OBERDORFF, T. & PORCHER, J. P. 1994. Na index of biotic integrity to assess biological impacts of salmonid farm effluents on receiving waters. *Aquaculture*, 119:219-235.
- OTTMANN & SORNIN, F. & SORNIN, J.M. 1980. *Observations on sediment accumulation as a result of mollusk culture systems in France*. In: CHAO, N.L. & KIRBY-SMITH, W. *Utilization of coastal ecosystems: planning, pollution and productivity*. Rio Grande, Ed. da Furg, p. 329-337.
- OTTMANN, F. & SORNIN, J. M. 1985. Observations on sediment accumulation as a result of mollusk culture system in France. *Proc. Siuec*, 1:329-337.
- PELOT, R. & CYRUS, P. 1998. A site management system for shellfish aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 2(3): 101-118.
- PEREIRA FILHO, J; OLIVEIRA, U.C. & MANZONI, G.C. 1998. O uso de Bell-jar na avaliação do metabolismo bentônico na Armação do Itapocoroy: resultados preliminares. *Notas Técnicas da FACIMAR* 2(1): 81-92.
- PETERSON, C. H. 1979. Predation, competitive exclusion, and diversity in the soft-sediment benthic communities of estuaries and lagoons. *Benthic community experimental ecology*, 235-257p.

- PETTI, M.A V. & NONATO, E. F. 1997. Estrutura da macrofauna bentônica das Enseadas de Pinciguaba e Ubatumirim, Ubatuba, São Paulo *VII Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar*. Anais. São Paulo.
- PIELOU, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, New York.
- RAGNARSSON, S. A. & RAFFAELLI, D. 1999. Effects of the mussel *Mytilus edulis* L. on the invertebrate fauna of sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 241: 31-43.
- REDHOUSE, P.G. et ali.1984. Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* an the shore and in suspended culture: Killary Harbour, Ireland.Great Britain. *J.Mar.Biol.Ass.U.K.* 64: 513-529
- RIOS, E.C. 1985. *Seashells of Brazil*. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS, XII, 339p.
- ROMERO, L. & TOKESHI, M. 2000. Spatial overlap and coexistence in a Mussel-Associated Polychaete Assemblage on a South American Rocky Shore. *Marine Ecology*, 21 (3-4): 247.
- RÖRING, L.R.; GUIMARÃES, S.C.P.; LIGUI, D.O.; PROENÇA, L.A.O.; MANZONI, G.C. & MARENZI, A.W.C. 1998. Monitorização de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura da Enseada da Armação do Itapocoroy – Penha – SC. *Notas Técnicas da FACIMAR*. 2: 71-79.
- RUEDA, J.L.; FERNANDEZ-CASADO, M.; SALAS, C. & GOFAS, S. 2001. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 81: (6) 903-912
- RUIZ, J. M. 1999. Bivalves, tributyltin and green tides: ecosystem-level impact? *Marine Ecology*, 20 (1): 1-9.

- SCHETTINI, C.A.F., CARVALHO, J.L.B. & TRUCCOLO, E.C. 1997. Aspectos hidrodinâmico da Enseada da Armação do Itapocoroy, S.C. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 3(1):99-109.
- SCHETTINI, C.A.F.; RESGALA Jr., C. & KUROISHIMA, K.N. 1997. Avaliação preliminar da taxa de sedimentação na região de cultivo de moluscos na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 1:1-7.
- SCHMITTOU, H. R. & BOYD, E. C. 1999. Achievement of sustainable aquaculture through environmental management. *Aquaculture Economics & Management*, 3(1): 59-69.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Blücher/Ed.Universidade de São Paulo, 312 p.
- SUKHOTIN, A. A. & KULAKOWSKI, E. E. G. 1992. Growth and population dynamics in mussels (*Mytilus edulis* L.) cultured in the White Sea. *Aquaculture*, 101: 59-73.
- TENORE, K.R.; CORRAL, J.; GONZALES, N. & LOPEZ-JAMAR, E. 1980. Effects of intense mussel culture on food chain patterns and production in coastal Galicia, NW Spain. In: Chao, N.L. & Kirby-Smith, W. *Utilization of coastal ecosystems: planning, pollution and productivity*. Rio Grande, Ed. da Furg, p.321-328.
- TENORE, K.R. 1982. Coastal upwelling in the Rias Bajas, NW, Spain: Contrasting the benthic regimes of the Rias de Arosa and Amuros. *Journal of Marine Research*. 40(3): 701-772.

- TENORE, K.R.; CORRAL, J.; GONZALEZ, N. & LOPEZ-JAMAR, E. 1985. Effects of intense mussel culture on food chain patterns and production in coastal Galicia, NW Spain. *PROC. SIUEC*, p21-27.
- TISDELL, C. 1999. Overview of environmental and sustainability issues in aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 3(1): 1-5.
- TSUTSUMI, H. 1995. Impact of fish net pen culture on the benthic environment of a cove in south Japan. *Estuaries*, 18(1A): 108-115.
- TSUTSUMI, H.; KIKUCHI, T. TANAKA, M.; HIGASHI, T.; IMASAKA, K. & MIYAZAKI, M. 1991. Benthic faunal succession in a cove organically polluted by fish farming. *Marine Pollution Bulletin*, 23: 233-238.
- VIEIRA, Paulo Freire 1998. *Gestão Patrimonial de recursos naturais: Construindo o ecodesenvolvimento em regiões litorâneas. Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. Clovis Cavalcanti (org.) 2° ed. São Paulo: Cortez. Recife, Pe, Fundação Joaquim Nabuco.
- VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J. & MELILLO, J. M. 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277:494-499.
- WU, R.S.S. & LAM, K.S. 1994. Impact of marine fish farming on water quality and bottom sediment: A case study in the sub-tropical environment. *Marine Environmental Research*, 38:115-145.
- YOUNG, J. A.; BRUGERE, C. & MUIR, J. F. 1999. Green grow the fishes-Oh? Environmental attributes in marketing aquaculture products. *Aquaculture Economics & Management*, 3(1):7-17.
- ZAR, J. H. 1999. *Bioestatistical analysis*. Prentice Hall Ed. 718 pp.
- ZARET, T.M. 1982. The stability/diversity controversy: a test of hypotheses. *Ecology*, 63(3): 721-731.

ZLOTNIK, M. 2001. Size-related changes in predatory behaviour of naticid gastropods from the Middle Miocene Korytnica Clays, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*. 46: (1) 87-97.