

Comunidade macrobentônica da Armação do Itapocoroy, Penha, SC.

Adriano W.C. Marenzi¹; Alaíde Fonseca Gesner² & Tito César Marques de Almeida¹

¹- Universidade do Vale do Itajaí/CTTMar. Rua Uruguai, 458. Itajaí. SC. ²- Universidade Federal de São Carlos. Via Washington Luiz, km. São Carlos, SP.

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 the benthic macro invertebrate's communities. Three sampling points were chosen according to activity time and intensity. Therefore, the structure and composition of the benthic community were accessed. 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.

Key Words: Mussel culture, benthic community, environmental impacts

INTRODUÇÃO

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 (Malacocultura Brasileira, 2001).

Uma das razões do desenvolvimento do cultivo de mexilhões se deve, em parte, por estes serem organismos filtradores, obtendo alimento do meio onde são cultivados. Contudo, esta forma de alimentação é um fator crítico na sustentabilidade das áreas de cultivo devido às mudanças impostas, precipitação de material, tanto as fezes, quanto aquelas que são rejeitadas e expelidas como pseudofezes, tornando-se um incremento considerável na sedimentação e na formação de biodepósitos (Schettini *et al.* 1997).

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).

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).

A taxa de decomposição deste sedimento contribui com a proliferação de flagelados, incrementando, também, a cadeia trófica destas áreas (Dankers & Zuidema, 1995) e segundo Tenore *et al.* (1980), 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.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Enseada da Armação do Itapocoroy a maricultura foi implantada há 10 anos e sua expansão tem sido de forma contínua. Devido as diferentes condições oceanográficas e de influencia antrópica, a Enseada da Armação do Itapocoroy foi dividida em três regiões e levando-se em consideração o grau de desenvolvimento e o tempo do cultivo de mexilhões, estabelecidos os três pontos amostrais (Fig. 1).

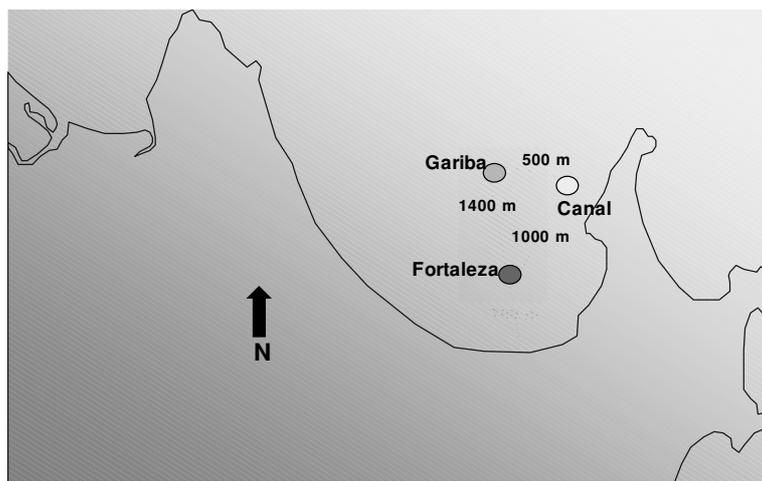


Figura 1. Localização dos pontos de coleta na Armação do Itapocoroy, SC.

Região Externa ($26^{\circ}46'10''\text{S}$ e $48^{\circ}47'45''\text{W}$), esta área que está distante a aproximadamente 2km da praia, com profundidade de 9 a 12 metros, sem proteção de morros, exposta ao mar aberto, sujeita à ação direta dos ventos e ondas mais fortes que agem na região. Nesta área, os cultivos foram instalados recentemente (dois anos). O sedimento se caracteriza entre a areia fina e silte grosso, muito mal selecionado e com forte tendência para o lado dos finos.

Região Central ($26^{\circ}46'10''\text{S}$ e $48^{\circ}38'45''\text{W}$) é a área mais protegida da Enseada e sem cultivos próximos, com profundidade de 8 a 11 metros. Nesta área, o sedimento é constituído de areia fina à silte grosso, muito mal selecionado e com forte tendência para o lado dos finos.

Região Interna ($26^{\circ}46'10''\text{S}$ e $48^{\circ}49'10''\text{W}$), são as áreas próximas a costa, até a aproximadamente 700 metros da praia, com profundidade de 5 a 7 metros. Neste local, estão situados os cultivos intensivos de mexilhões instalados há mais de oito anos. O sedimento é classificado como de areia grossa, extremamente mal selecionada e com tendência para os grosseiros, sendo que o cascalho corresponde a 20,0% do material.

Os dados sobre a direção e a intensidade dos ventos foram medidos por anemômetro no Laboratório de Climatologia da Universidade do Vale do Itajaí. 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. E, semanalmente, as mesmas variáveis foram medidas em diferentes pontos e profundidades, utilizando sonda multi-analisadora (Horiba U-10).

Considerando a sazonalidade bem definida da região, as coletas foram realizadas trimestralmente, no 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 450cm².

O sedimento coletado para avaliação da comunidade bentônica foi triado, primeiramente 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, num segundo momento, em unidades taxonômicas, fixados em formol a 4%, para posteriormente serem identificados e conservados em álcool (70%).

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 (0,045cm²).

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 índices de Riqueza (calculado pela somatória das espécies presentes), índice de Diversidade de Shannon (calculado para cada coleta e para cada local).

Para a abundância e a dominância utilizou-se o número total de indivíduos de cada espécie; para a densidade pelo número total de organismos por área do amostrador (0,045m²); 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 análise fatorial de correspondência foi aplicada para a composição taxonômica (Legendre & Legendre, 1983) e 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). Sendo que a significância entre as diferenças na composição de espécies entre as áreas região externa, região interna e região central foram testadas pelo método da análise de similaridade (ANOSIM) (Clark, 1993).

RESULTADOS

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 (Fig. 2).

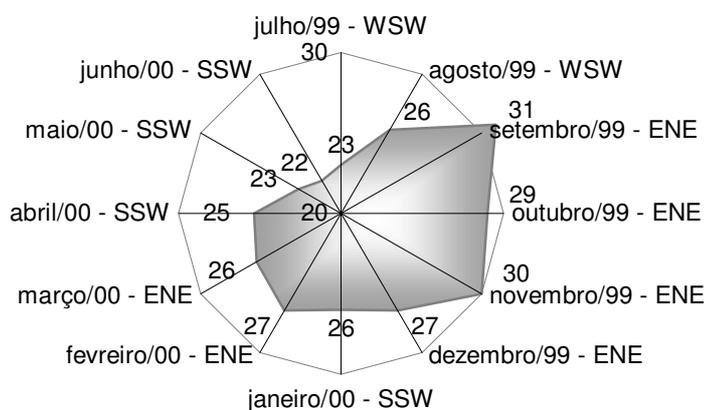


Figura 2. Valores mensais da intensidade (km/h) e direção dos ventos na Armação do Itapocoroy, SC.

Na primavera, os ventos predominantes são do quadrante leste, denominado popularmente de Lestada, no verão, o vento tende a soprar de nordeste, vindo do mar ou “maral” e com intensidade moderada. E, no outono e inverno, provém os ventos das frentes frias do quadrante sul, trazendo as chuvas para a região, denominado de Rebojo pela população local, sendo que a presença de morros no lado sul e sudeste da Enseada, formam uma barreira natural que a protege deste vento.

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 22,8 p.s.u. e 36,5 p.s.u., sendo estes valores característicos de zona costeira com pouca influência de fonte hídrica continental no verão e no outono, quando a precipitação foi menor, observou-se um aumento nos valores da salinidade (Fig. 3).

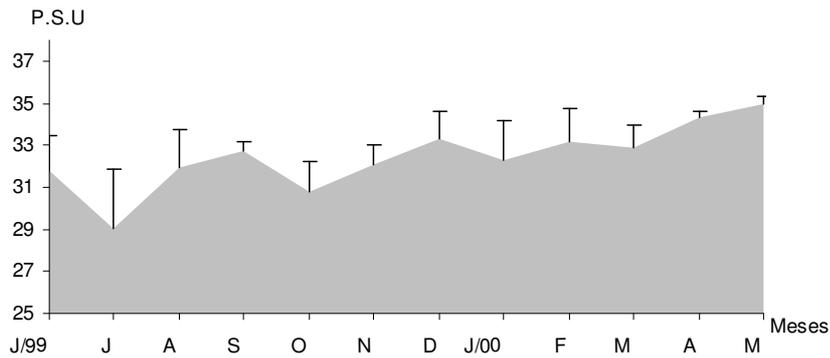


Figura 3. Valores médios e desvio padrão das concentrações de salinidade na Armação do Itapocoroy, SC.

A transparência da água que, reflete a quantidade de material em suspensão, apresentou 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, variando de 1,14 a 3,76m, com média de 2,27m, tendo sido os maiores valores registrados nos períodos de inverno e verão (Fig. 4).

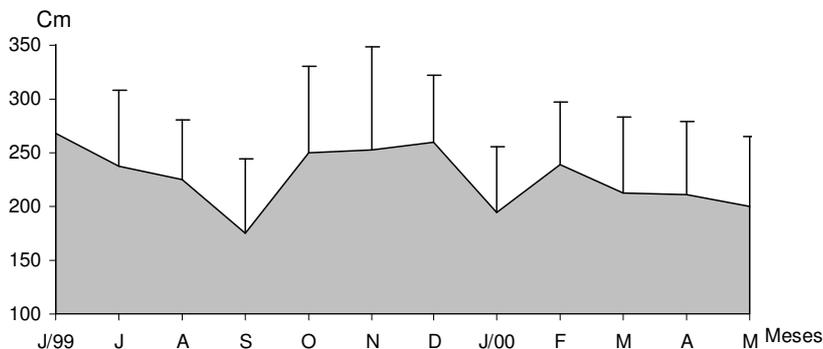


Figura 4. Valores médios e desvio padrão da transparência da coluna de água, na Armação do Itapocoroy, SC.

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. Os maiores valores registrados foram no período de janeiro e fevereiro com temperaturas entre 30°C a 28°C e os menores valores em agosto de (inverno) com 14°C (Fig. 5).

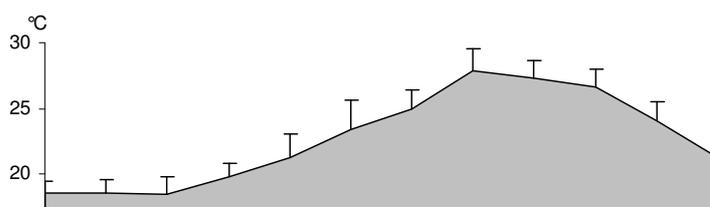


Figura 5. Valores médios e desvio padrão da temperatura da água na Armação do Itapocoroy, SC.

- Comunidade bentônica

Na comunidade bentônica da Armação do Itapocoroy, foram identificadas 65 espécies de sete filos sendo que 8 estão presentes em toda as áreas da enseada. Sendo que os moluscos apresentam maior densidade numérica enquanto que os equinodermos ocorrem com maior freqüência (Fig. 6).

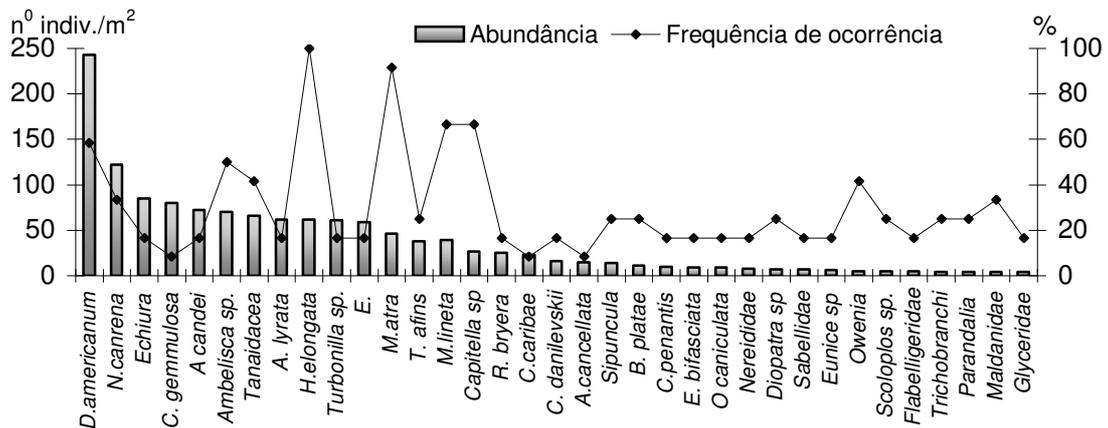


Figura 6. Abundância total (nº de indivíduos/m²) e freqüência de ocorrência (%) das espécies comuns, na Armação do Itapocoroy.

Em relação aos grupos funcionais de alimentação, verificou-se que os detritívoros (comedores de depósitos) 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 (Fig. 7).

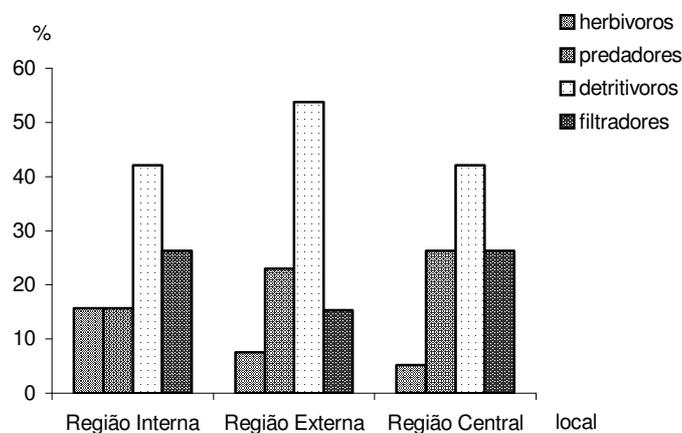


Figura 7. Total da participação dos grupos tróficos no sedimento da Armação do Itapocoroy, Penha, SC, segundo o local de coletada.

Das espécies coletadas, as que melhor representaram numericamente a comunidade bentônica da Enseada da Armação do Itapocoroy estão abaixo descritas segundo sua estratégia alimentar: *Dentalium americanum* (Chenu 1843) “Detritívoro”: Molusco escafópodo, associado aos fundos macios de areia e lodo, onde se beneficia da presença de organismos microscópicos, principalmente, foraminíferos. Identificado com maior densidade no outono, destacadamente nas áreas centrais da Armação.

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 menor no inverno e a maior no verão, em toda as áreas da Enseada.

Microphiopholis atra (Stimpson 1852), “detritívoro”: Equinodermata, ofiuróide. Observou-se uma variação sazonal e temporal semelhante a *H. elongata*, sendo mais abundante na primavera e menos no inverno, período em que são coletados nas áreas próximas a praia.

Os poliqueto onufídeo *Mooreonuphis lineata*, foram pouco significativos nas áreas próximas a costa, mas abundantes e freqüentes nas demais áreas e *Diopatra sp.*, tubícola comumente encontrados em áreas de ostreicultura, tiveram pouca representatividade tanto espacial como temporal, sendo encontrados nas área com cultivo intensivo e próximo a costa.

Owenia fusiformis (Delle Chiaje 1841), “detritívoro”: 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 se 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, neste estudo *O. Fudiformis* foi freqüente ao longo do ano, embora tenha sido registrada em baixa densidade de organismos.

Capitella sp., “detritívoro”: Espécie oportunista, normalmente apresenta grande variação sazonal, adaptando-se às condições do meio ambiente. A maior densidade observada foi no inverno, em toda a Enseada, em especial

nas áreas externas e centrais, sendo o único período em que foi coletado nas áreas próximas a costa junto aos cultivos intensivos. 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.

Sipuncula, “detritívoro”: 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 na área central, no inverno e no verão, quando apresentaram valores relativamente altos. A presença provavelmente está evidentemente condicionada ao acúmulo de biodepósitos decorrentes de períodos de menor ação de correntes na região.

Echiura, “detritívoro”: bioturbadores de fundos com sedimentos finos são cavadores profundos e comedores de depósitos, utilizando uma probóscide para coletar o sedimento, sendo muitos ambientes dominados por ejectas de equiurídeos (Hughes & Atkinson, 1996). Apresentam uma população densa, mas apenas na área central no período de inverno, sendo identificada apenas uma espécie da família Echiuridae.

Ampelisca sp., “filtrador”: 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. O maior número de indivíduos foi coletado na área central da Enseada no período de verão, período ameno. Mas, foi no inverno que ocorreram em todos os pontos e, assim como com os capitélídeos, foi o único período a ser detectado nas áreas próximas a costa.

Tanaidacea, “filtrador”: pericarídeo pequeno e tubícola, freqüentemente correlacionado com material orgânico no sedimento. Juntamente com *Ampelisca sp.*, foram os organismos mais expressivos nas áreas centrais da Enseada, ausentes apenas na coleta de outono.

Caprella danilevskii (Czemiavskii 1868), “filtrador”. 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. Nesta Enseada, este organismo foi detectado na área próxima a costa no inverno e, nas áreas centrais, no outono, quando se registrou um número elevado destes organismos. 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), “filtrador”: As características ecotróficas deste caprelídeo se assemelham às de *C. danilevskii*. Porém, esta espécie ocorreu somente nas áreas com cultivo intensivo próximas à costa nos períodos de inverno e verão. *Rissoina bryera* (Montagu 1803), “herbívoro”: Este gastrópode pertence a um gênero que é comumente encontrado em fundos não consolidados (Rios, 1985). Foi coletado na área próxima a costa, no verão, período com baixo hidrodinâmismo no local, e na área central no outono.

Tricolia affinis (Adams 1850), “herbívoro”: Este gênero de gastrópode é freqüente em levantamentos de fauna bentônica de fundo inconsolidado, sendo considerado um indicador da estabilidade do ambiente (Rueda, 2001). Contudo, na Armação foi coletado somente próximo à costa, ou seja, o ponto que por possuir cultivos intensos e antigos, sujeito a impactos da atividade.

Natica canrena (Linnaeus 1758), “predador”: Gastrópode com preferência por moluscos, os quais seleciona pelo tamanho (Zlotnik, 2001), ocorreu nas coletas de outono e inverno, sendo mais abundante na área central.

Cerithiopsis gemmulusa (Adams 1847), “predador”: gastrópode que habita áreas expostas, foi abundante na área próximo à costa, na primavera. *Acteocina bidentata* (Orbigny 1841), “predador”: gastrópode, comumente associado a ostras nos bancos naturais, esteve presente em apenas duas coletas, ocorreu em maior densidade na área central da Enseada, no inverno. *Anachis lyrata* (Sowerby 1832), “predador”: gastrópode habitante de substrato duro, foi detectado em duas coletas, sendo abundante próximo a costa na primavera, período sob ação das lestadas que produzem fortes correntes nesta área.

Epitonium humphreysii (Kiener 1839), “predador”: 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, na área externa, e no inverno, na área central.

Turbonilla uruguayensis (Pilsbry 1897), “predador”: gastrópode, ectoparasito e oportunista presente em áreas de maricultura (Cumming, 1994). Esta espécie não ocorreu associada diretamente às áreas de cultivo, sendo sua presença, provavelmente, associada a outros bivalve bentônico que ocorrem naturalmente na área.

O escafópodo *Dentalium americanum* apresenta as maiores densidade e abundância na Enseada da Armação do Itapocoroy e quanto à freqüência de ocorrência, destaca-se os ofiuróide *Hemipholis elongata* e *Microphiopholis atra*, o briozoário *Cupuladria monotrema* e os poliquetos, capitelídeos e onufídeos, sendo o onufídeo *Moorenuphis lineata* freqüente, porém, em baixa densidade.

De maneira geral, os resultados indicaram que a Armação do Itapocoroy tende a apresentar uma variação do número de organismos presentes ao longo do ano e nas diferentes áreas. A área central apresenta a maior abundância de organismos, seguido da área interna e a área exposta da Armação do Itapocoroy (Fig. 8).

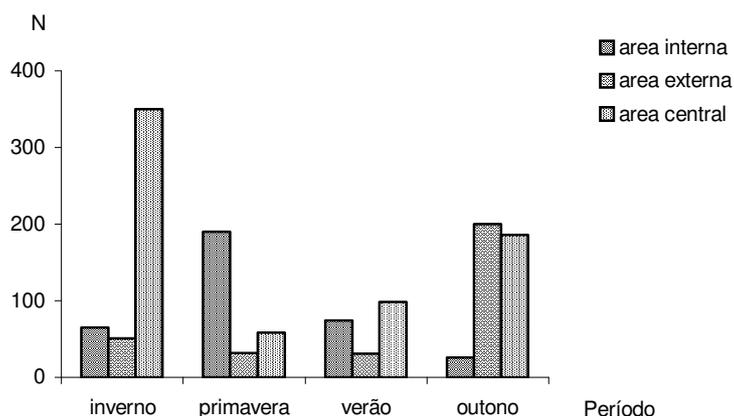


Figura 8. Valores da abundância total de indivíduos nos diferentes pontos amostrais e períodos de coleta, na Armação do Itapocoroy, SC.

Com relação às estações climáticas, nos períodos de inverno e outono são registrados os maiores números de indivíduos, praticamente o dobro do que na primavera e no verão. Cabe ressaltar que no inverno o valor da abundância de organismos só foi alcançado pelo elevado número de organismos nas áreas centrais, sem os quais, esta estação seria caracterizada por valores extremamente baixos. Já no outono, o que elevou a abundância foi a coleta realizada na área externa da Enseada, que atingiu valores superiores à soma de todos os demais períodos juntos.

A coleta de maior abundância foi obtida na área central, no inverno, destacando-se os Echiura e os gastrópodes representados por *N. carena* eficiente cavador e predador de bivalves e *A. candeii* habitante de locais arenosos (Rios, 1988).

Na área próxima à praia, ocorreu um aumento da abundância na primavera, com destaque para o número elevado de *C. gemula*, concomitantemente ao maior acúmulo de matéria orgânica e argila no local. A menor abundância foi observada na área externa, no verão, sendo este período dominado pelos ofiúros *H. elongata* e *M. atra*, os poliquetos cavadores errantes *Capitella sp.* e *Glycera americana* e o poliqueta tubícola *M. lineata*.

Na primavera, quando a Armação 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 as áreas quanto sazonalmente ao longo do ano e em cada área (Fig. 9).

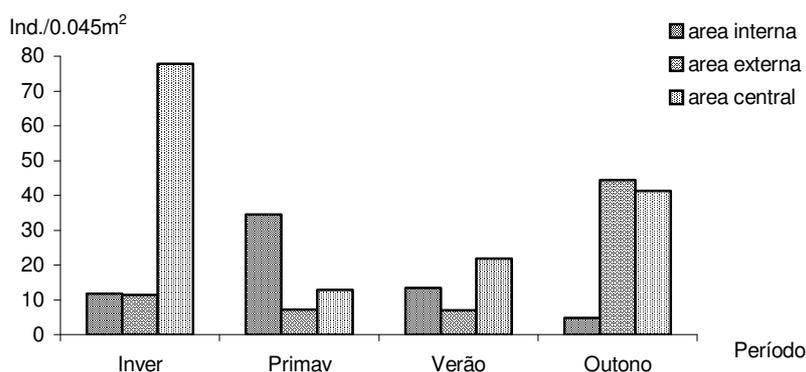


Figura 9. Densidade de indivíduos nos pontos amostrais, por período de coleta, na Armação do Itapocoroy, SC.

A maior densidade foi registrada no inverno na área central e a menor no outono próximo a praia. A área central apresentou-se como o local onde a densidade superou as demais, com destaque para a coleta de inverno, período em que os locais com cultivos (áreas internas e externas) apresentaram menores números.

Na análise sazonal da riqueza das áreas da Enseada da Armação do Itapocoroy, verificou-se que os menores valores obtidos foram na primavera e no outono, com o aumento do número de espécies no verão e no inverno (Fig. 10).

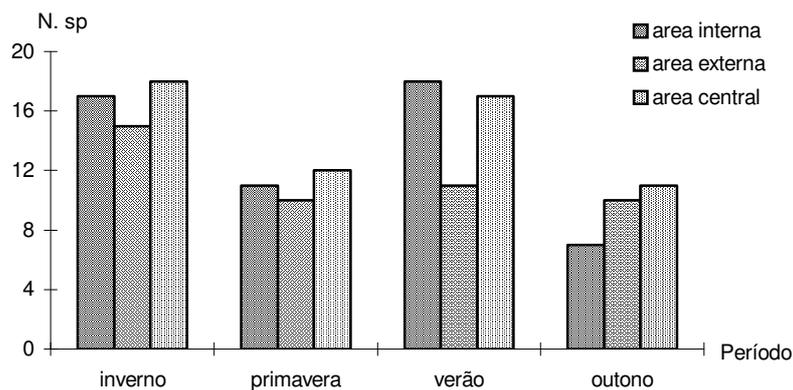


Figura 10. Valores da riqueza de espécies nos pontos e períodos de coleta, na Armação do Itapocoroy, SC.

As três áreas também se caracterizaram por uma oscilação da riqueza conforme o padrão acima, porém observou-se uma exceção na área externa com valores de riqueza no verão semelhantes àqueles da primavera e outono.

As coletas que apresentaram maior riqueza foram na área interna, no período de verão, e na área central, no inverno, sendo que na primeira destacaram-se os gastrópodes e os poliquetas. 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 (Fig. 11).

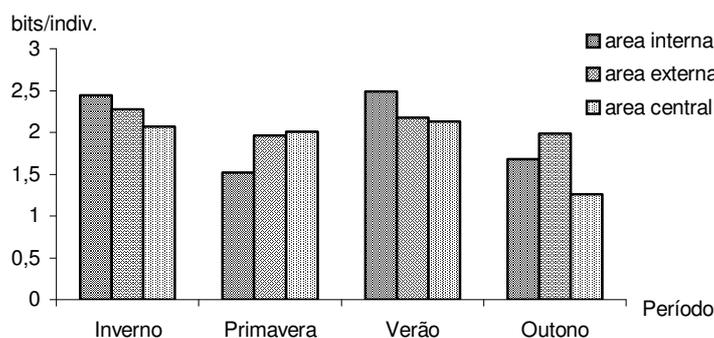


Figura 11. Valores do índice de diversidade nos pontos amostrais, por período de coleta, na Armação do Itapocoroy, SC.

A área próxima a costa (região interna), onde o cultivo foi implantado há mais tempo, apresentou os índices mais elevados nos períodos de inverno e no verão em relação aos outros locais de amostragem, porém com uma redução observada na primavera e no outono.

Na área externa da Armação do Itapocoroy este índice apresentou valores com menores amplitudes de variação em relação aos demais e, da mesma forma, também seria esse o comportamento na área central, não fosse uma redução acentuada da diversidade no período de outono, constituindo-se no menor índice de diversidade. Em média, os menores valores da eqüitabilidade foram detectados no outono na área central e na área próxima à costa, na primavera, sendo o maior valor registrado no verão na área exposta (Fig. 12).

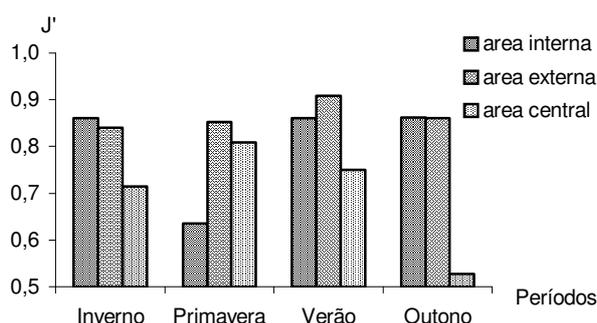


Figura 12. Valores da eqüitabilidade segundo os pontos amostrais e o período de coleta, na Enseada da Armação do Itapocoroy, SC.

A eqüitabilidade, apesar dos resultados relativamente altos, apresentou valores inconstantes, principalmente nas áreas centrais e internas da Enseada, sugerindo que a distribuição da macrofauna bentônica neste dois pontos é distinta tanto no tempo como no espaço. 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 (Fig. 13).

Ficando evidente a falta de semelhanças entre as comunidades que habitam a Armação do Itapocoroy, pois a primeira associação formada pelas afinidades entre si (área externa 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 coletadas e com um grau de dissimilaridade de aproximadamente 75%.

O outro grupo é formado pela associação entre os organismos coletados na área próxima à costa na primavera, inverno e verão, o que caracteriza uma diferenciação deste local em relação as demais áreas da Armação.

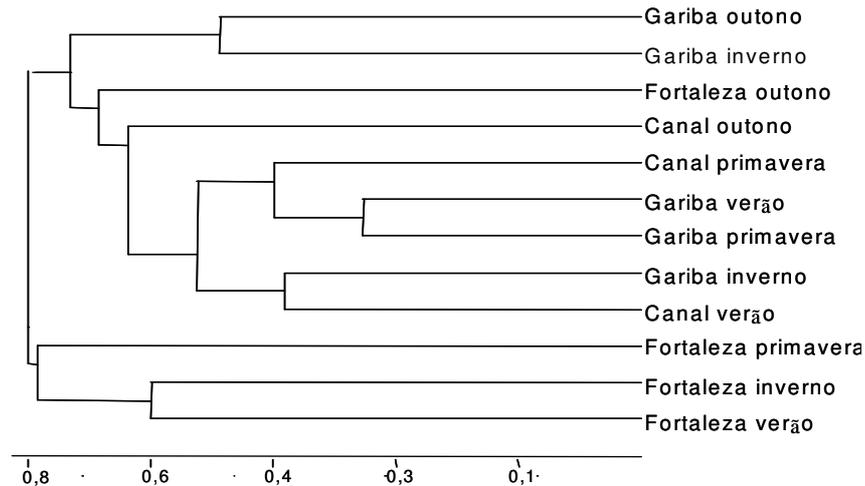


Figura 13. Dendrograma relacionando as associações bentônicas segundo local e época de coleta, na Armação do Itapocoroy, SC, e medidas pelo índice de dissimilaridade (Bray-Curtis).

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

Índices	Áreas		
	Interna	Externa	Central
Densidade (ind/0,045m ²)	78	157	72
Equitatividade (J')	0,62	0,41	0,39
Diversidade (H')	2,81	1,86	1,75
Riqueza (S)	23	23	22

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 ($p > 0,05$). Porém, há uma tendência à significância na diferença da composição de espécies entre as áreas internas e a central. Entre as áreas externas e internas, assim como entre a área externa e a central não foram encontradas diferenças significativas.

DISCUSSÃO

A variação temporal da temperatura é um fator ambiental importante, particularmente as mais elevadas no período de menor hidrodinâmismo (verão), sendo 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.

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).

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.

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.

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 e as que não possuem cultivos instalados a pouco tempo, 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).

A presença de equiurídeos apenas na região central 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.

Os resultados da frequência de ocorrência de espécies indicaram que a Enseada da Armação do Itapocoroy caracteriza-se pela instabilidade, sendo que apenas os ofiuróides estiveram presentes em todas as coletas, porém em nenhum momento em densidade elevada, indicando que não só a

biodeposição determina a distribuição dos organismos na enseada, havendo outros fatores, como as mudanças climáticas e suas conseqüências, na dinâmica da região.

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 estável, ou seja, com menor ação de ventos.

A alternância dos valores da diversidade e da riqueza nas áreas central e interna, 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 com alta riqueza de espécies indica baixa estabilidade.

Alguns grupos de organismos são indicadores de enriquecimento por matéria orgânica, sendo comum à presença dos poliquetos *Diopatra sp.* e *Capitella sp.* no ambiente marinho sob estas condições (Frigos, 1982; 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.

Com exceção da coleta de inverno no centro da Enseada, onde ocorreu uma maior densidade de equiurídeos, a maior abundância de carnívoros se correlaciona com a maior abundância de detritívoros, sendo a presença destes organismos o resultado do desenvolvimento da infauna, beneficiados pelo aporte de sedimentos transportados até o local pelas características oceanográficas, porém impostas pelo vento.

Da mesma forma, os gastrópodes predadores *A. lyrata* e *C.gemmulosa*, presentes na região interna na primavera, foram os organismos que melhor se beneficiaram das adaptações tróficas e morfológicas e, as mudanças para um meio mais instável devido à ação direta do vento e, conseqüentemente, das correntes, pois segundo a análise de agrupamentos, neste local e neste período registrou-se os maiores índices de dissimilaridade

Os valores obtidos para a equitatividade demonstraram que a área exposta da Enseada 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 os maiores valores para índices de riqueza, diversidade e equitatividade.

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 *Ampelisca sp.* foram 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 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 frias alteram o sedimento de toda a Enseada.

A adaptação sucessão dos organismos também se deve, segundo Gray (1974), em decorrência direta e indireta da forma de alimentação dos comedores de depósitos que alteram as características físicas e biológica do sedimento, o que explicaria a redução ou exclusão dos filtradores, como os anfípodos, na região externa da Enseada. Isto pode ser observado com o bivalve coletado em maior densidade em relação aos demais, *C. caribaea*, que ocorreu em apenas uma única coleta na área externa da Enseada e no outono, provavelmente beneficiada por mudanças ambientais no local e período, assim como grande parte da malacofauna que esteve presente 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, 1969), tendendo a haver uma exclusão. Os poliquetos também apresentaram a maior riqueza em relação aos outros grupos taxonômicos da comunidade bentônica da Enseada, principalmente nas áreas afastadas da praia.

A presença de poliquetas capitelídeos indica distúrbios na comunidade (Grant *et al.* 1995), os resultados deste trabalho, apesar da grande riqueza de outros poliquetas, raramente foram capturados esses animais nas áreas de cultivo, o que pode ter contribuído na estabilidade da comunidade bentônica na enseada. Neste trabalho, os capitelídeos, assim como todas as demais espécies de poliquetos, não apresentaram uma densidade alta, e não foram abundantes na área rasas sob cultivo intenso (região interna), em relação aos outros locais de coleta.

A Armação do Itapocoroy apresentou uma alta equitatividade, característica de ambiente estável, apesar da baixa frequência de ocorrência da maioria das espécies, onde a sucessão ecológica se mantém em um estágio primário de desenvolvimento, sem haver uma complexidade na estrutura faunística, sugerindo que os organismos que ali se encontram são espécies oportunistas condicionadas pelas variações ambientais. Outro fator a ser considerado foi a presença de gastrópodes carnívoros *N. carrena*, *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.

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.

A Região externa, por ser mais exposta, localizada mais próximo do mar aberto e sujeita 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.

Através da análise da fauna bentônica da Enseada da Armação do Itapocoroy, pode-se observar que a estrutura da comunidade bentônica

apresentou uma complexidade trófica com distintos habitats sendo estes poucos interligados e com uma variação temporal marcante, determinada pela ação das variáveis físicas, notadamente o vento, determinando uma influência maior do que a ação dos cultivos de mexilhões no meio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clark, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J. Ecol*, 18: 117-143.
- 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.
- 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
- 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.
- 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.
- 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. Cambridge. 185 pp
- Legendre, L. & Legendre, P. 1983. *Numerical ecology. Developments in environmental modeling*, 3. Elsevier Sci. Publ. Company, 419 p.
- Malacultura Brasileira. 2001. *Panorama da Aqüicultura*, São Paulo, 64: 25-31.
- 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.
- Mills, E.L. 1969. The community concept in marine zoology, with comments on continuity and instability in some marine communities: a review. *Journal Fisheries research board of Canada*, 26(6): 1415-1429.
- 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.
- Pielot, R. & Cyrus, P. 1998. A site management system for shellfish aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 2(3): 101-118.
- Rios, E.C. 1985. *Seashells of Brazil*. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, RS, XII, 339p.
- 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.
- 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.

- 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.