

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

CARLOS ALEXANDRE MALTA OLIVEIRA

**VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA
EM UMA ÁREA DE MALACOCULTURA NO MUNICÍPIO DE ANCHIETA – ES**

VITÓRIA

2005

CARLOS ALEXANDRE MALTA OLIVEIRA

**VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA
EM UMA ÁREA DE MALACOCULTURA NO MUNICÍPIO DE ANCHIETA – ES**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Oceanografia do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Oceanografia

Orientador: Dr^o Camilo Dias Jr.

CARLOS ALEXANDRE MALTA OLIVEIRA

**VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA
EM UMA ÁREA DE MALACOCULTURA NO MUNICÍPIO DE ANCHIETA – ES**

Monografia apresentada ao curso de Oceanografia do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Oceanografia

Aprovada em _____ de _____ de 2005

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Camilo Dias Jr.

Orientador

Prof.^a Dr.^a Valéria de Oliveira Fernandes

M.Sc. Tatiana Stanisz Nunes

Dedico aos meus pais,
Walter e Nadir, pelo amor e
carinho que sempre me
dedicaram.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Seu Walter e Dona Nadir, por estarem sempre ao meu lado. Por sempre me apoiarem e por conseguirem ver dentro dos meus olhos tudo que se passa no meu coração.

Aos meus irmãos, Luciana e Marcos Paulo. Apesar da distância vocês fazem parte de mim, sempre..

Aos meus amigos, novos e antigos, que nunca me deixaram sozinho nestes 4 anos longe de casa.

Ao colega Philipi “Pinto” pela ajuda nos momentos de abafamento e pelas dicas informáticas.

A todos os meus colegas da Oceanografia pelo companheirismo, parceria e amizade em todos os momentos que vivemos juntos.

Aos professores que se empenharam em nos esclarecer conceitos, leis e correlações muitas vezes obscuros, além de sua valiosa experiência profissional.

Ao meu orientador, Pr^o Dr^o Camilo Dias Júnior, não somente pelas lições planctônicas, mas também pelo exemplo de ser humano que se tornou para mim.

Ao Projeto Milênio/RECOS pela possibilidade que me deu de aprender a produzir conhecimento novo fazendo ciência.

A Lilian, estagiária da SAMARCO Mineração S.A. que gentilmente me forneceu dados importantes para a conclusão deste trabalho.

Religião, Sociedade, Natureza (3 lutas, 3 necessidades, 3 guerras, 3 soluções). A estes três junta-se o Coração Humano.

Victor Hugo

RESUMO

No período de jan/03 a nov/04 foram coletadas amostras de fitoplâncton total e medidas as variáveis temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido numa área de malacocultura em Anchieta-ES. As amostragens foram realizadas em 4 estações, um na desembocadura do Rio Benevente e os demais dentro da área de cultivo. As amostras de fitoplâncton foram coletadas usando garrafa de Van Dorn e fixadas no local com solução de formalina 2%. A biomassa fitoplanctônica expressa em mm^3/L foi calculada e suas variações foram correlacionadas com a pluviosidade e com as variáveis medidas. O biovolume do fitoplâncton na área de malacocultura apresentou variação de 0,0 mm^3/L (ponto 1 em novembro) a 3,0 mm^3/L (no ponto 3 em janeiro). Os valores máximos ocorreram nos meses de janeiro e julho. Os resultados mostraram que a variação deste parâmetro esteve associado com o regime de chuvas. Nos períodos de maior pluviosidade, o biovolume apresentou os maiores valores. Os valores de diversidade específica aplicada ao biovolume do fitoplâncton oscilaram entre 1,82 a 3,98 bits/u.b. A diversidade não apresentou padrão temporal nem espacial. Foram identificadas duas espécies potencialmente tóxicas do grupo das Dinophyceae numericamente representativas na área de estudo, a saber, *Gymnodinium catenatum* e *Procentrum micans*. O biovolume destas espécies variou de 0 a 0,136 mm^3/L .

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Localização da área de cultivo de mexilhões no município de Anchieta-ES.....	19
Figura 2 -Caracterização pluviométrica da área de estudo de dez/03 a nov/04.....	22
Figura 3 - Variação da profundidade (m) e da transparência da água (m) durante os seis meses de estudo na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.....	23
Figura 4 -Variação da temperatura (°C) durante os seis meses de estudo na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.....	24
Figura 5 - Variação da Salinidade durante os seis meses de estudo na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.....	25
Figura 6 - Variação do pH durante os seis meses de estudo na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.....	26
Figura 7 - Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) durante os seis meses de estudo na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.....	27
Figura 8 - Variação do oxigênio dissolvido em percentagem de saturação (considerando a pressão atmosférica igual a 1 atm) durante os seis meses de estudo na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.....	27
Figura 9 - Distribuição mensal do biovolume total do fitoplâncton (mm ³ /L).....	31
Figura 10 - Distribuição do biovolume (mm ³ /L) das classes fitoplanctônicas no ponto RIO da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004.	32
Figura 11 - Distribuição do biovolume (mm ³ /L) das classes fitoplanctônicas no ponto 1 da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004.	32
Figura 12 - Distribuição do biovolume (mm ³ /L) das classes fitoplanctônicas no ponto 2 da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004.	33
Figura 13 - Distribuição do biovolume (mm ³ /L) das classes fitoplanctônicas no ponto 3 da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004.	33
Figura 14 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de janeiro/04 na área de malacocultura de Anchieta-ES	34
Figura 15 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de março/04 na área de maricultura de Anchieta-ES.....	35
Figura 16 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de maio/04 na área de maricultura de Anchieta-ES.....	35
Figura 17 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de julho/04 na área de maricultura de Anchieta-ES.....	36
Figura 18 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de setembro/04 na área de maricultura de Anchieta-ES.....	36
Figura 19 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho nos meses de setembro e novembro na área de maricultura de Anchieta-ES	37

Figura 20 - Distribuição da diversidade aplicada ao biovolume do fitoplâncton na área de maricultura (Anchieta-ES). 8

Figura 21 - Biomassa (mm^3/L) das espécies potencialmente tóxicas: *Gymnodinium catenatum* e *Procentrum* sp de ocorrência na área de malacocultura em Anchieta-ES em 2004..... 39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. ÁREA DE ESTUDO	18
4. METODOLOGIA	19
5. RESULTADOS	21
5.1- PLUVIOSIDADE.....	22
5.2- VARIÁVEIS FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS.....	22
5.3 FITOPLÂNCTON.....	28
5.3.1 <i>Composição qualitativa do fitoplâncton numericamente representativo</i>	28
5.3.2 – <i>Biovolume do Fitoplâncton</i>	30
5.4 - DIVERSIDADE ESPECÍFICA APLICADA AO BIOVOLUME DO FITOPLÂNCTON	37
5.5 – BIOVOLUME DAS ESPÉCIES POTENCIALMENTE TÓXICAS	38
6. DISCUSSÃO	39
6.1 VARIÁVEIS QUÍMICAS, FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS	39
6.2 FITOPLÂNCTON.....	40
7. CONCLUSÕES	45
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O declínio mundial dos estoques pesqueiros tem ocasionado um impetuoso e rápido crescimento da aquicultura. Esta atividade tem sido tratada como uma alternativa técnica e econômica ao atendimento da demanda comercial e à preservação dos estoques naturais dos recursos pesqueiros em todo o mundo (FAO, 1999).

A aquicultura mostrou uma rápida expansão nos últimos anos com um crescimento anual de 10% desde os anos 80. Em comparação, a produção de carne de origem bovina cresceu cerca de 3% ao ano durante o mesmo período (FAO, 1999). Os peixes constituem o grupo mais importante da aquicultura mundial (VALENTI et al, 2000). Atualmente, um quarto dos peixes consumidos no mundo provém da aquicultura (FAO, 1999). No Brasil, a aquicultura teve início na década de 80 com o cultivo de camarões marinhos (carcinicultura), mas foi a partir de 1993, com a disponibilidade de crias de *Litopenaeus vannamei*, que a atividade começou a crescer de uma forma considerável (PAULILO, 2002). No ano de 1998 a produção nacional atingiu o patamar de 7.260 t em aproximadamente 5.600 ha de viveiros, e apontou 15.000 t para o ano de 1999 (VALENTI et al., 2000). Em 2002 a produção brasileira de peixes e camarões foi estimada em 170.000 t (PETROCCI, 2003).

Os cultivo de moluscos têm sido utilizados pelo homem como alimento, como demonstram os “sambaquis”, ou depósitos de conchas vazias encontradas em sítios arqueológicos e próximo a ruínas de habitações primitivas. No entanto, a criação racional é uma atividade bem mais recente, tendo se originado na França há aproximadamente 700 anos (MARQUES, 1998). O cultivo de moluscos é denominado malacocultura.

A malacocultura é uma das modalidades de aquicultura mais lucrativas que se conhece, o que pode ser atribuído principalmente aos seguintes fatores: não há necessidade de fornecimento de ração aos animais; alto índice de conversão

alimentar, o que resulta em rápido crescimento; baixo custo das instalações para cultivo; facilidade de manejo dos animais; o cultivo ocorre no mar, o que torna desnecessário investimento em aquisição de terras; alta produtividade.

Por outro lado, os principais riscos aos quais a malacocultura está sujeita são: mau tempo e condições de mar bravo, o que pode vir a danificar ou mesmo destruir a estrutura de cultivo; poluição das águas em que está sendo realizada a criação; roubo, devido a impossibilidade de cercar as criações.

No Brasil se cultivam quatro espécies de moluscos marinhos: o mexilhão (*Perna perna*), a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), a ostra nativa (*Crassostrea rhizophorae*) e a vieira (*Nodipecten nodosus*) (PAULILO, 2002). Há um amplo domínio da região Sul na produção aquícola brasileira (VALENTI et al, 2000). Apesar do clima menos favorável que o existente em outras regiões, os três Estados do Sul produzem o equivalente a 49,1% da produção nacional; a seguir vêm os estados da Região Nordeste (com 22,9%) e da Região Sudeste (19,8%) (VALENTI et al., 2000).

As projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) para o aumento da população mundial indicam um crescimento de 6 bilhões de pessoas em 2000 para 9-10 bilhões em 2050. Este aumento populacional exigirá uma intensificação na produção de alimentos. O pescado é um dos muitos grupos de alimento que deverá ter sua produção intensificada sob a pressão crescente das novas demandas por mais alimento. Pillay (2000) mostra que o aumento do esforço de pesca tem reduzido drasticamente este recurso. Mostra também que a aquicultura tem um potencial de contribuição único para aumentar e manter o estoque aquático selvagem.

Na competição natural, cada grama de um ser vivo resulta de 10 g de alimento. Assim para produzir um filé de um peixe carnívoro pesando 200 gramas, este teve que comer 2 kg de peixes forrageiros, os peixes forrageiros, por sua vez, irão necessitar de 20 kg de larvas de insetos, de peixes, de moluscos, dentre outros. A cadeia continua [...] e, observando-se as proporções, seriam necessários 2 toneladas de fitoplâncton para produzir os 200 gr de filé de peixe para vossa

alimentação (ALZUGUIR, 1984). Depreende-se daí que a maioria das espécies economicamente viáveis para cultivar são aquelas que ocupam os mais baixos níveis tróficos, consumindo alimento naturalmente disponível e que podem produzir alta biomassa em grandes populações. Segundo Valenti et al. (2000) das 20 espécies mais cultivadas, somente uma – o salmão do Atlântico – é carnívora; as demais são todas filtradoras, herbívoras ou omnívoras, ou então são autotróficos (algas).

Os mexilhões e as ostras alimentam-se filtrando o plâncton. Na natureza, estes organismos se fixam a substratos duros e seu número é geralmente controlado pelo espaço disponível e pelo grau de predação por estrelas do mar e moluscos perfuradores (NYBAKKEN, 1997). Em cultivos, os mexilhões se instalam em cordas suspensas por bóias, isto aumenta o espaço disponível e também elimina a predação por organismos bentônicos (PARSONS & LALLI, 1997). Tal cultura intensiva pode produzir mais de 600 toneladas de mexilhão por hectare anualmente (SOFIA, 2002).

Segundo relatório da FAO (1999), o Brasil dispõe da vantagem de ter uma das mais altas taxas de crescimento da biomassa de moluscos do mundo, mas tal vantagem pode ser perdida se a implantação e operação dos cultivos não forem cuidadosamente planejadas. Entre os aspectos a serem considerados podemos citar a quantidade de alimento disponível na água. Para moluscos que chegam a filtrar até cerca de 100 litros de água por dia retendo o plâncton como alimento, cultivos em densidades excessivas significam invariavelmente uma situação de estresse (SUPLICY, 2000). Com o crescente desenvolvimento da aqüicultura nos últimos anos, estudos e pesquisas que abordam a produção planctônica são muito relevantes. O plâncton é constituído pelo fitoplâncton (algas), zooplâncton (pequenos animais) e bacterioplâncton. Segundo Sipaúba-Tavares & Rocha (2003), o plâncton constitui a unidade básica de produção de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos. A comunidade fitoplanctônica é o principal componente do primeiro nível trófico, o dos produtores primários e, portanto, forma a base das cadeias alimentares que mantêm os recursos pesqueiros (VALIELA, 1991).

Os grupos taxonômicos do fitoplâncton dominantes na plataforma do Brasil são principalmente diatomáceas e células flageladas do nano e do microfitoplâncton pertencentes às Classes Dynophyceae, Prymnesiophyceae, Chryptophyceae, Prasinophyceae e Chlorophyceae (BOLD & WYNNE, 1978 apud BRANDINI et al., 1997). Na região Central do Brasil que vai do Cabo de São Tomé à Baía de Todos os Santos são raros os estudos taxonômicos e ecológicos sobre o fitoplâncton (BRANDINI et al, 1997). Bonecker et al (1989) descreveram os padrões de variação espaço-temporal do plâncton em relação ao regime hidrográfico na Baía do Espírito Santo. Resende (1992) fez um estudo da variação anual da composição do fitoplâncton no litoral norte do Espírito Santo. Dias Jr. et al, (2000) estudaram o fitoplâncton numa área adjacente à Baía de Vitória-ES. Em outro trabalho, Dias Jr. et al (2002) estudaram a comunidade fitoplanctônica nas principais áreas portuárias do Município de Vitória (ES).

A biomassa que segundo Esteves (1998) é definida como o peso total de todos os indivíduos de uma população ou comunidade por unidade de área ou de volume num dado tempo, pode flutuar demasiadamente em populações de pequenos organismos de vida curta (RICKLEFS, 2003). A biomassa fitoplanctônica pode aumentar e diminuir em períodos de poucos dias ou semanas. Estas variações afetam diretamente a capacidade de suporte do ambiente em sustentar atividades de aquicultura. No caso específico de moluscos bivalves (ostras, vieiras e mexilhões) a capacidade de suporte é definida como a densidade de cultivo na qual os níveis de produção são maximizados sem afetar negativamente a taxa de crescimento (SUPLICY, 2000). Em um estudo realizado em Beatrix Bay (Nova Zelândia) Ogilvie et al (2004) relataram que a variabilidade espacial e temporal na biomassa fitoplanctônica é o mais importante fator determinante da produtividade do cultivo do mexilhão *Perna canaliculus*. Durante os períodos de baixa biomassa do fitoplâncton, a depleção do alimento pode ser um fator significativo na produtividade do cultivo deste mexilhão. As rápidas flutuações se sobrepõem a variações de períodos mais longos que ocorrem, por exemplo, numa base sazonal.

Dentre os fatores que influenciam a composição quantitativa e qualitativa da

comunidade fitoplanctônica podem ser destacadas a disponibilidade de nutrientes dissolvidos, a intensidade luminosa e a salinidade. Segundo Hino & Tundisi (1977) qualquer alteração no ambiente aquático resultaria em uma mudança na estrutura desta comunidade. Assim, torna-se imprescindível um estudo detalhado da comunidade fitoplanctônica e de suas respostas às condições ambientais impostas por períodos de diferentes taxas de pluviosidade, visto que estas influenciam direta e indiretamente nos fatores citados anteriormente.

A ciclo de vida das células de algas unicelulares pode durar de horas a apenas alguns dias, portanto essas populações extrinsecamente instáveis mudam rapidamente e recebem todo o impacto do ambiente. (RICKLEFS, 2003). A comunidade fitoplanctônica tem sido freqüentemente utilizada como indicadora da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos (DIAS Jr, 1995). Isto ocorre porque as variações na composição qualitativa e quantitativa do fitoplâncton constituem-se em uma rápida resposta às modificações das condições ambientais (HINO & TUNDISI, 1977). Índices de diversidade e riqueza de espécies são de uso comum para caracterizar o fitoplâncton, bem como outros indicadores especialmente desenvolvidos para serem aplicados sobre as algas planctônicas (NYGAARD, 1949; SLÁDECEK, 1979 apud DIAS Jr, 1995). A importância dessas algas, como indicadoras, é ainda mais relevante quando se verificam processos de eutrofização artificial dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998).

Em uma escala maior de impacto ambiental mantido por vários anos, cultivos podem levar a alteração da população fitoplanctônica causando o afloramento de marés com temíveis algas tóxicas (SUPLICY, 2000). Assim, as espécies potencialmente tóxicas são indicadoras da qualidade de água em ambientes de cultivo (aqüicultura). As ficotoxinas são toxinas produzidas por algas, classificadas de acordo com sua composição química e com os sintomas apresentados pelas pessoas intoxicadas. Entre as microalgas tóxicas, destacam-se os dinoflagelados, com espécies produtoras de toxinas diarréicas (DSP), paralisantes (PSP), neurotóxicas (NSP) e ciguatéricas (Tavares et al., 2000).

Certos gêneros de dinoflagelados tais como *Dinophysis*, *Gymnodinium* e

Prorocentrum produzem uma variedade de neurotoxinas que são coletivamente chamadas saxitoxinas, as quais são 50 vezes mais mortais do que a estricnina e 10000 vezes mais mortais do que o cianeto (PARSONS & LALLI, 1997). Distúrbios gastrointestinais severos podem ser causados pela ingestão de moluscos contaminados com toxinas que promovem o envenenamento diarréico por consumo de mariscos (diarrhetic shellfish poisoning, DSP) (PROENÇA et al., 1999). Na região Sul do Brasil (Estado de Santa Catarina), onde a atividade de aqüicultura tem sido estimulada pelo governo, o rápido crescimento da produção de mexilhão tem causado problemas. Proença et al (1996) noticiaram a ocorrência de ácido ocadaico (uma toxina diarréica) provavelmente produzida por *Dinophysis sp.*, com casos de intoxicação humana nas áreas próximas.

Mesmo quando presentes em concentrações muito baixas para produzir mudança de coloração na água, os dinoflagelados do gênero *Gimnodinium* podem ser venenosos para certos animais e para os humanos (PARSONS & LALLI, 1997). Enquanto os dinoflagelados estão crescendo e reproduzindo, eles podem produzir saxitoxinas em suas células e algumas destas são lançadas na água. Os dinoflagelados tóxicos são também ingeridos pelos zooplânctons e por moluscos filtradores tais como mexilhões e ostras. Zooplâncton e moluscos acumulam e concentram saxitoxinas em seus próprios tecidos, onde eles podem ser retidos por períodos consideráveis sem efeitos danosos. Entretanto, vertebrados tais como peixes, são sensíveis as saxitoxinas e podem morrer quando ingerem zooplâncton contaminado. Distúrbios sérios em aves marinhas e mesmo golfinhos e baleias podem aparecer devido ao acúmulo de saxitoxinas no seu alimento (PARSONS & LALLI, 1997).

A dose letal mínima de saxitoxinas para humanos é de 7 a 16 $\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ de peso corporal (FUNASA, 2003).

A biomassa pesqueira no Brasil é comparativamente pequena em relação ao cenário global, tendo em vista as condições oligotróficas reinantes em nossa plataforma continental (MATSUURA, 1995; PAIVA, 1997 apud VALENTI, 2000). Além disso, a maioria dos estoques naturais de peixes, crustáceos e moluscos

capturados na pesca artesanal e industrial, ao longo de toda costa brasileira, estão, comprovadamente, em fase de sobrepesca (PAIVA, 1997 apud VALENTI, 2000). Por essa razão, providências vêm sendo tomadas em atenção a aqüicultura. Neste contexto, o Ministério da Ciência e Tecnologia através do Instituto do Milênio criou o Projeto RECOS (Uso e Apropriação dos Recursos Costeiros) para patrocinar pesquisas científicas de excelência em áreas estratégicas para o desenvolvimento do país. O projeto pretende gerar uma interação entre os participantes que leve à operação de uma verdadeira rede nacional de pesquisas, solidamente baseada em pessoas e instituições. A proposta concentra-se em torno de quatro grupos temáticos que atendem aos problemas de gestão costeira, entre eles encontra-se o grupo denominado Maricultura Sustentável cujo objetivo é a seleção e estudo de áreas apropriadas ao desenvolvimento sustentável da maricultura.

O presente estudo é parte integrante deste esforço e objetiva a caracterização da área de maricultura localizada ao sul da foz do rio Benevente (Anchieta-ES) através do conhecimento das variações quantitativas e qualitativas da biomassa fitoplânctônica. Este estudo dá prosseguimento ao anteriormente realizado por Scarpati (2003). Outros estudos (SILVA, 2003; SÁ, 2003; GARCIA-PRADO, 2004; COSTA, 2004) foram realizados na mesma área abordando outros aspectos ligados as atividades de mitilicultura e ostreicultura bem como a comunidade macrobentônica local. Uma série de pesquisas de cunho biológico e hidroquímico foram realizadas concomitantemente, com vistas a avaliação da potencialidade da área para o cultivo dos moluscos bivalves, *Crassostrea gigas* e *Perna perna*.

1.1 Justificativa

O presente estudo é uma contribuição ao conhecimento sobre o fitoplâncton na desembocadura do rio Benevente. Por se tratar de uma área de aqüicultura, a relevância da pesquisa torna-se ainda maior uma vez que as espécies cultivadas (*Perna perna* e *Crassostrea gigas*) se alimentam do plâncton filtrado diretamente

da água ao seu redor.

O estudo do potencial de produção biológica do ambiente é uma etapa essencial para o desenvolvimento de atividades pesqueiras e de aquicultura, principalmente quando são abordados aspectos ligados à biomassa fitoplanctônica. Informações acerca deste parâmetro possibilitam uma melhor compreensão das transferências energéticas de um nível a outro e, conseqüentemente, fornecem indicações sobre as condições de produtividade das águas.

A análise da representatividade na biomassa de espécies de algas potencialmente tóxicas de ocorrência já detectada na área de estudo, possibilita conhecer a adequação da mesma para o cultivo. Sérios problemas de saúde decorrentes da intoxicação humana por substâncias produzidas por tais espécies, podem ocorrer através da ingestão de moluscos contaminados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar as variações espaciais e temporais da biomassa fitoplanctônica em uma área de malacocultura no município de Anchieta-ES.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica na área de malacocultura situada na foz do Rio Benevente (Anchieta-ES) através da composição taxonômica, biomassa expressa em mm^3/L e diversidade específica em 4 pontos de amostragem no período de 11 meses.
- Avaliar as possíveis relações entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis analisadas.

- Avaliar a representatividade de espécies fitoplanctônicas potencialmente tóxicas na área de cultivo em relação a biomassa da comunidade.

3. ÁREA DE ESTUDO

O município de Anchieta (40°39'05"W; 20°40'13"S) localiza-se no trecho do litoral sul capixaba compreendido pelo setor 4 que se estende da Baía de Vitória à foz do rio Itapemirim (Martin et al, 1997). Corresponde, sobretudo à zona de afloramentos de rochas cristalinas pré-cambrianas que entram em contato direto com depósitos quaternários. Segundo Garcia-Prado (2004), a bacia que compõe a paisagem hidrográfica é a do rio Benevente com relevo variando de plano a ondulado e tendo como destaque o próprio rio Benevente.

O clima predominante é tipicamente tropical. As chuvas são mais frequentes nos meses de outubro a dezembro (MORAES, 1974 apud GARCIA-PRADO, 2004).

A amplitude de maré do litoral capixaba varia de 1,40 a 1,50m (Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, 1994), característica de litoral submetido a micromaré (<2m). De acordo com CEPEMAR (2004) apud Sá (2004), a corrente marinha no local tem velocidade de 25 a 35 cm/s, em direção predominantemente sudoeste.

As atividades de mitilicultura (cultivo de mexilhão - *Perna perna*) e de ostreicultura (cultivo de ostra – *Crassostrea gigas*) desenvolvidas no local abrangem atualmente 2 unidades de produção (outras 5 estão reservadas) (Fig. 1). Os viveiros são do tipo suspenso flutuante (long lines) fundeadas por poitas. Cada long-line tem 100 m de comprimento e é sustentado por 25 bóias (recipientes plásticos de 20 litros, conhecidos como bombonas). As mexilhojeiras e as caixas de mexilhão (lanternas) ficam amarradas ao long-line e espaçadas de 1 m aproximadamente. Sua implantação é muito prática, com aproveitamento total da coluna d'água, já que as estruturas flutuam, acompanhando as oscilações das marés.

A profundidade local varia de 2 a 3 m. No ponto RIO localizado na desembocadura do Rio Benevente a água é escura devido a descarga de sedimentos, nos demais pontos, onde está localizado o cultivo, a água apresenta maior transparência.

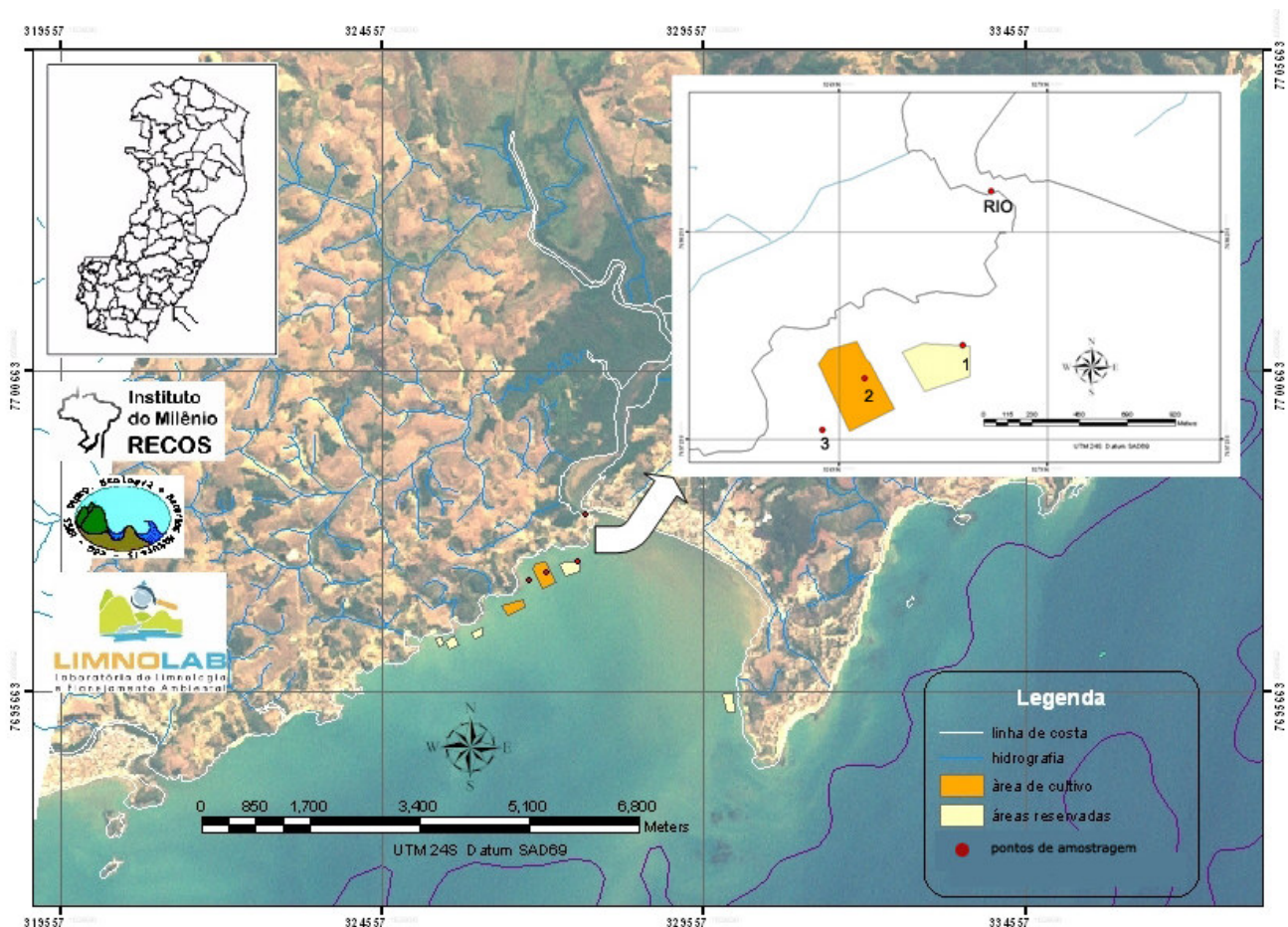


Figura 1-Localização da área de cultivo de mexilhões no município de Anchieta-ES. Os pontos vermelhos representam os locais de coleta

4. METODOLOGIA

Foram realizadas seis campanhas na área de maricultura localizada ao sul da desembocadura do rio Benevente com periodicidade bimestral de janeiro a novembro de 2004 nos 4 pontos de amostragem (RIO, 1, 2, 3). O Ponto RIO situa-

se na desembocadura do Rio Benevente. O ponto 1 antes da área de cultivo, o ponto 2 entre as cordas de cultivo e o ponto 3 após a referida área.

As amostragens do fitoplâncton foram realizadas na altura das cordas de cultivo com o uso de garrafa de Van Dorn e fixadas com solução de formalina a 2 %. Uma amostra de água foi coletada e fixada em campo para análise da concentração de oxigênio dissolvido, seguindo o método de Winkler modificado por Golterman et al. (1978).

Os índices de pluviosidade (total mensal) foram obtidos na estação meteorológica da SAMARCO Mineração S.A. localizada próximo do local estudado. As variáveis temperatura, salinidade e pH foram determinadas diretamente no ambiente, utilizando medidor multiparâmetros YSI 556 MPS. A transparência da água foi determinada utilizando-se o Disco de Secchi.

A contagem e a identificação das espécies foram realizadas utilizando-se o microscópio invertido Nykon Eclipse TS100 equipado com ocular micrometrada. Para a identificação das espécies considerou-se suas características morfológicas e morfométricas, utilizando-se para isso bibliografia especializada (TOMAS, 1997; BALECH, 1988; BICUDO, 1995; CATÁLOGO, 1990).

A contagem do fitoplâncton foi feita utilizando-se câmara de sedimentação de Uthermöhl (UTHERMÖHL, 1958). O procedimento de contagem é o de campos aleatórios, descrito por Uehlinger (1964). Foram contados 25 campos para cada amostra. De acordo com Lund et al (1958), isto permite trabalhar com intervalos de confiança de +/- 20% da média, a um nível de significância de 95%, o que é considerado como suficiente para estudos desta natureza.

A biomassa fitoplanctônica foi expressa em unidades de biovolume (mm^3/L) que é um dado importante uma vez que o tamanho das células é muito diverso entre as

várias espécies fitoplanctônicas. Para efetuar seu cálculo, multiplicou-se os valores numéricos das espécies por um valor aproximado do volume médio de suas respectivas células, obtendo-se um dado muito próximo da biomassa algal seguindo a metodologia descrita por Edler (1979).

O procedimento de medição obedece aos seguintes critérios:

1. De cada uma das espécies mais abundantes, foram medidos mensalmente 10 indivíduos, para a obtenção das médias mensais das dimensões.
2. De cada uma das espécies menos abundantes, foram medidos 30 indivíduos ao longo do período de estudo.

Todos os indivíduos com mais de uma célula tiveram o seu número de células contado para efeito dos cálculos de volume celular.

As médias mensais foram transferidas para figuras geométricas tridimensionais com formas semelhantes às das células, e determinados seus volumes através de fórmulas conhecidas em geometria espacial, manualmente ou utilizando o programa Biovol 2.1. Assim foi estimado o volume médio mensal de cada espécie.

Finalmente, as médias de volumes celulares foram multiplicadas pelos resultados obtidos nas contagens mensais do número de indivíduos, chegando-se a uma estimativa dos biovolumes mensais de cada população, expressos em mm^3/L . Os indivíduos foram separados em quatro classes de tamanho, em relação ao biovolume: Classe I ($< 1.000 \mu\text{m}^3$), Classe II (1.000 a $10.000 \mu\text{m}^3$), Classe III (10.000 a $100.000 \mu\text{m}^3$) e Classe IV ($> 100.000 \mu\text{m}^3$), adaptado de Dias Jr. (1998).

A partir dos valores de densidade e de biovolume do fitoplâncton foram calculados os valores dos índices de diversidade específica (índice de Shannon-Weaver) aplicada à biomassa.

5. RESULTADOS

5.1- Pluviosidade

A precipitação na área estudada no período de dez/03 a nov/04 (Figura 2) mostrou que os maiores valores ocorreram no verão, sendo que o mês de dez/03 apresentou o maior valor (328,8 mm) e o mês de setembro, o menor (0 mm). Pode-se observar que o inverno deste ano foi atípico, uma vez que nos meses de julho e agosto houve um alto índice pluviométrico (173,1 e 170,6 mm, respectivamente).

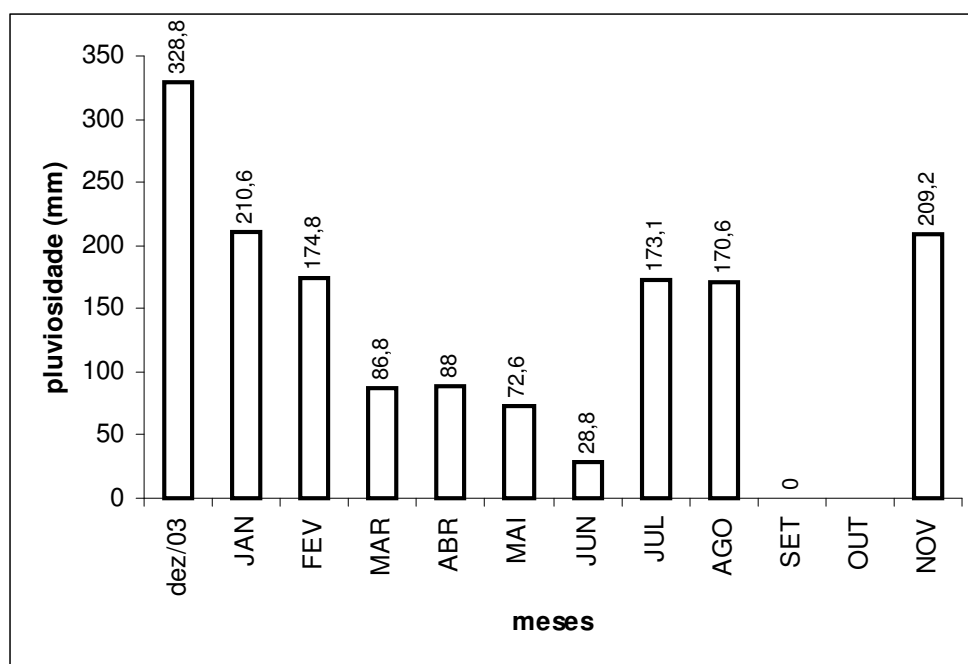


Figura 2 -Caracterização pluviométrica da área de estudo de dez/03 a nov/04
Fonte: SAMARCO MINERAÇÃO S.A.

5.2- Variáveis físicas, físico-químicas e químicas

A transparência da água, estimada a partir do disco de Secchi e a profundidade de cada ponto estão representadas na figura 3. A transparência variou de 0,28 (ponto RIO em janeiro) a 2,0m (ponto 1 em julho). A profundidade variou de 1,7 (ponto 1 em março) a 4,2m (ponto RIO em novembro). A penetração da luz em nenhum dos períodos de coleta atingiu toda a extensão da coluna d'água.

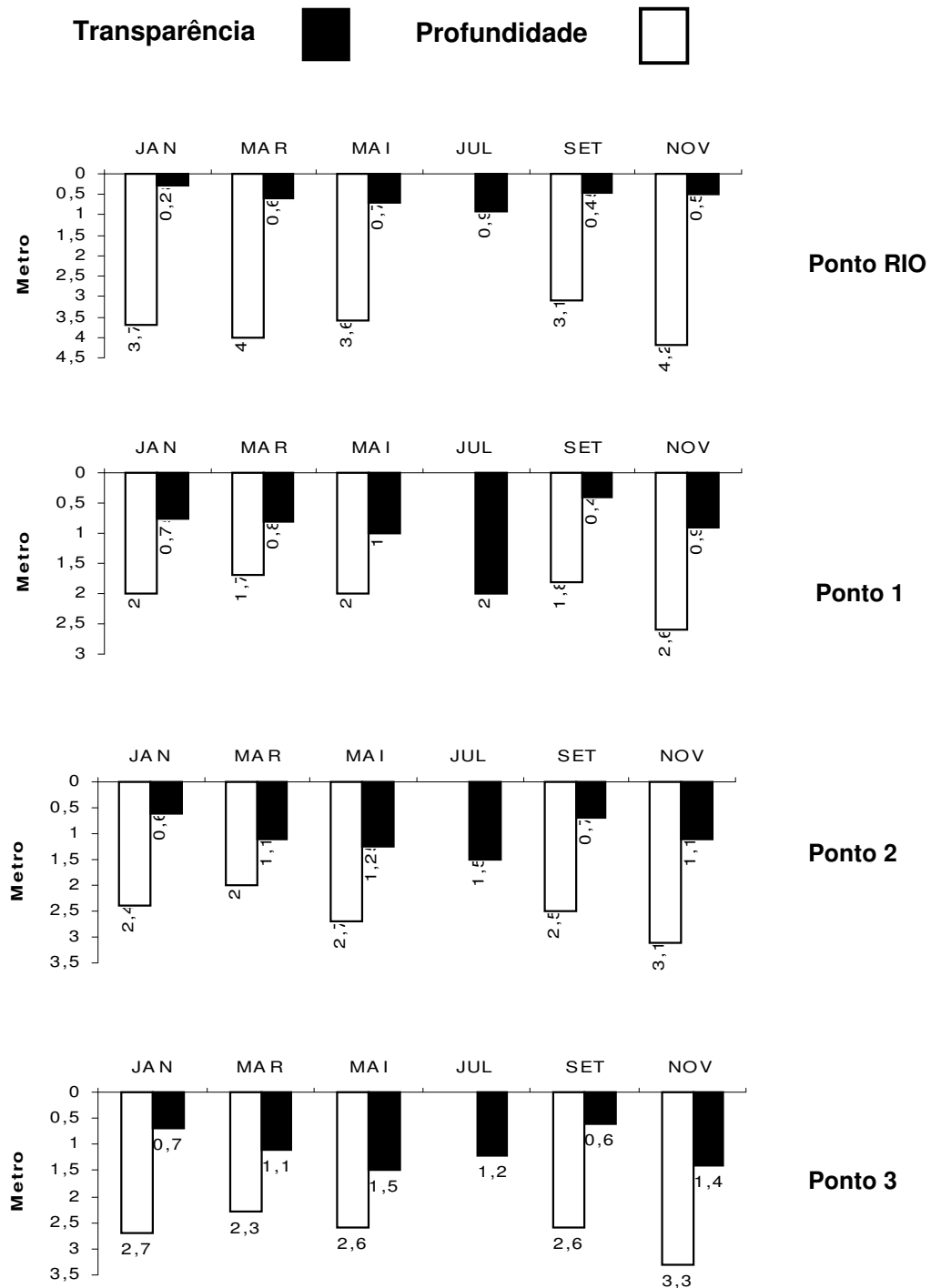


Figura 3 - Variação temporal da profundidade (m) e da transparência da água (m) durante o período estudado na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.

A Figura 4 representa a variação da temperatura da água nos 4 pontos estudados. Os valores obtidos para este parâmetro físico variaram de 23,2 (ponto 1 em julho) a 26,2 °C (ponto RIO em janeiro). Pôde-se observar um aumento gradativo da temperatura da água de julho a novembro.

Os valores de salinidade apresentados na Figura 5 mostraram uma variação de 0,97 (ponto RIO em janeiro) a 36,5 (ponto 3 em março). No ponto RIO ocorreram as menores salinidades, nos demais pontos a salinidade foi alta e mostrou pouco variabilidade para o período estudado. Notou-se ainda que no ponto RIO as salinidades aumentaram ao longo do ano passando de 0,97 a 26,5.

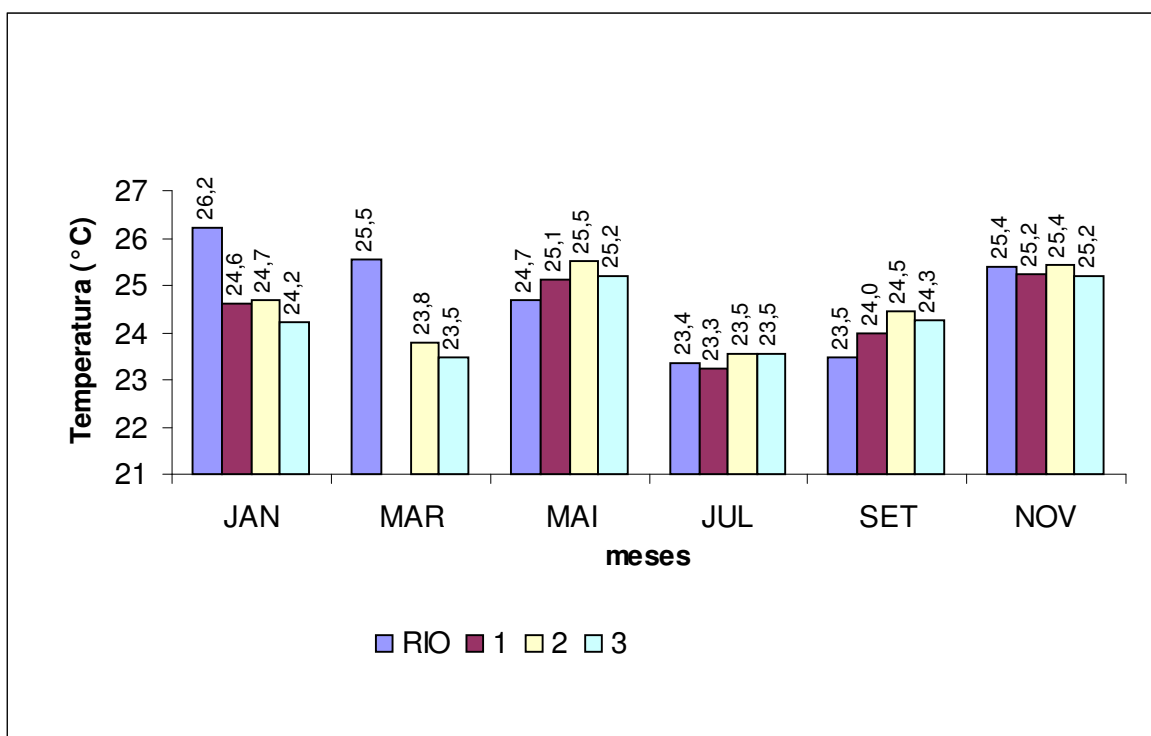


Figura 4 -Variação temporal da temperatura da água (°C) durante o período estudado na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.

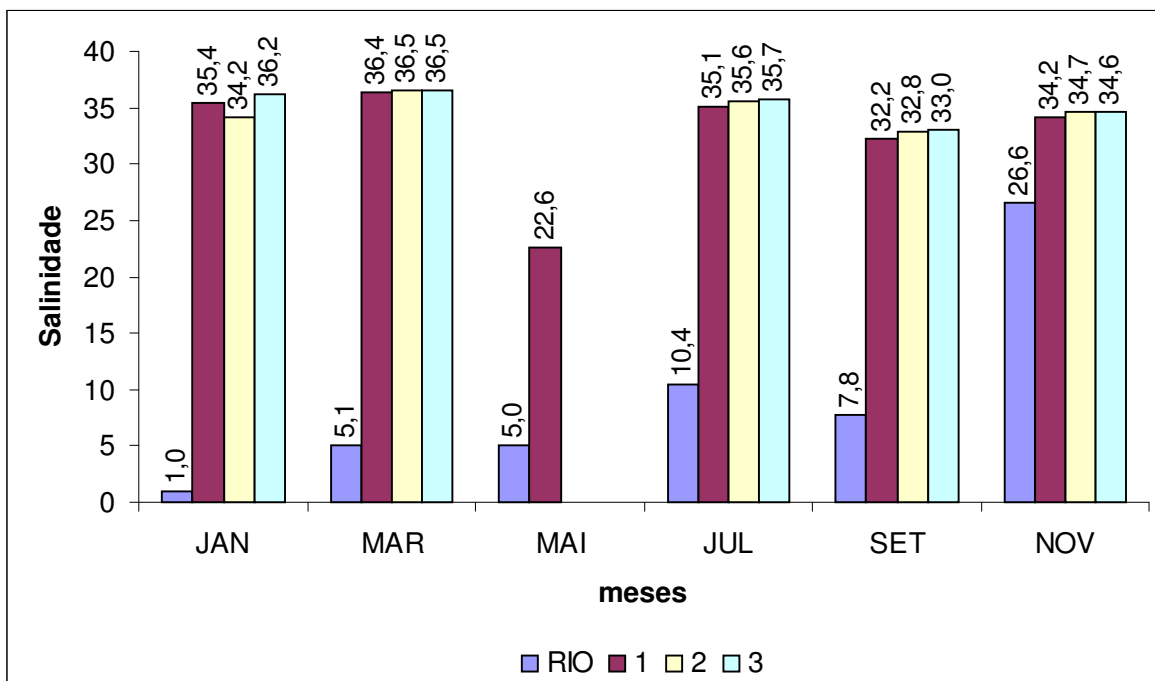


Figura 5 - Variação temporal da Salinidade durante o período estudado na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.

O pH apresentou pouca variação permanecendo praticamente constante em toda a área estudada (valor médio de 8) (Figura 6). A única exceção ocorreu no mês de março quando os valores de pH estiveram abaixo daqueles registrados nos demais meses, denotando características levemente ácidas a todos os pontos de amostragem.

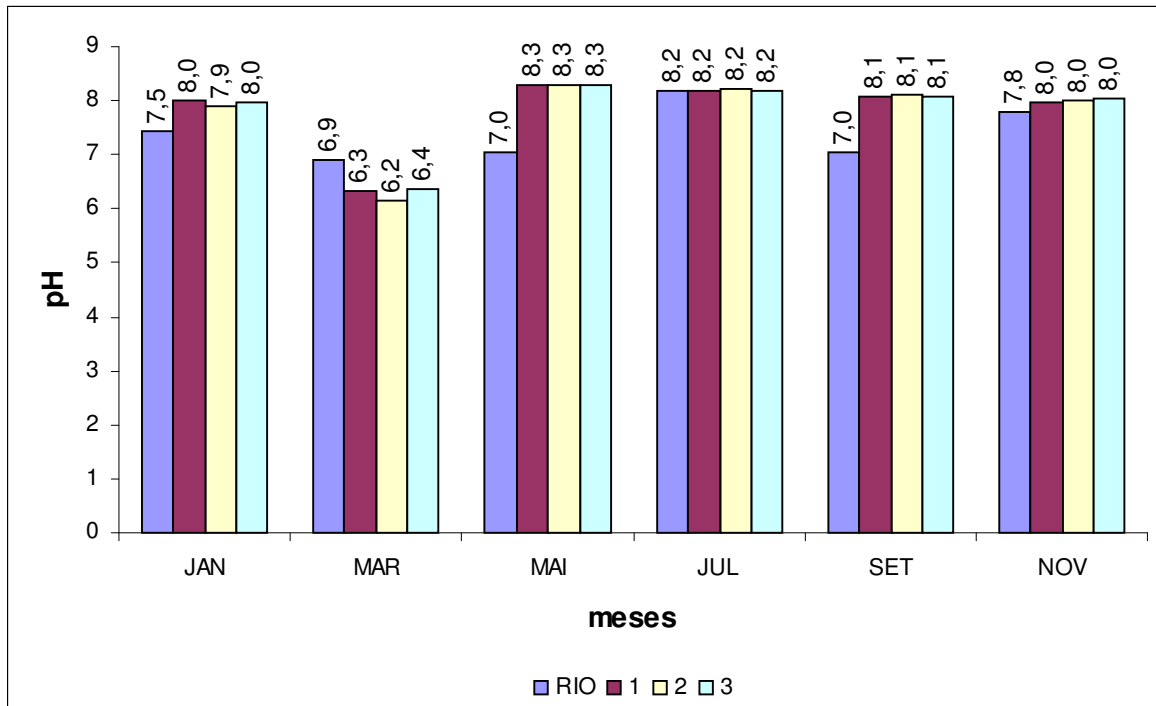


Figura 6 - Variação temporal do pH durante o período estudado na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.

As Figuras 7 e 8 mostram a variação do oxigênio dissolvido em mg/L e percentagem de saturação, respectivamente. No mês de janeiro todos os pontos exibiram valores em torno de 6,4 mg/l, nos demais meses ocorreu uma maior variação entre os pontos de amostragem, com valores oscilando entre 5,21 e 8,04 mg/l. Os valores da percentagem de saturação variam da mesma forma, tendo um mínimo de 63,22% (ponto 3 em março) e um máximo de 94,47% (ponto RIO em setembro).

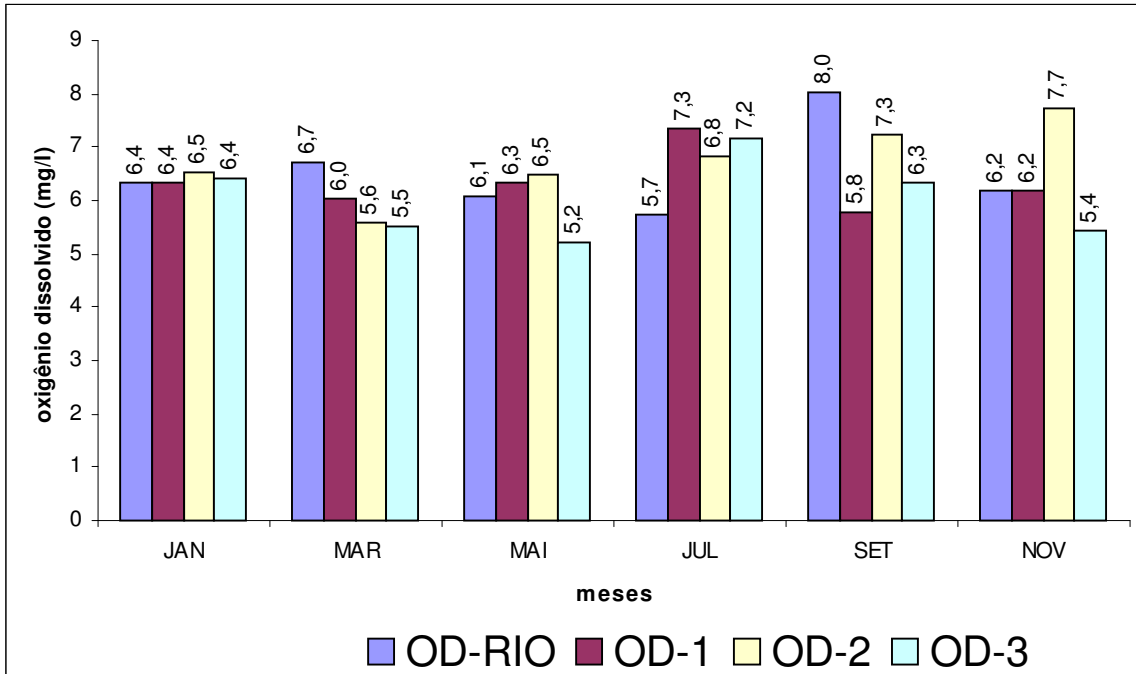


Figura 7 - Variação temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) durante o período estudado na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.

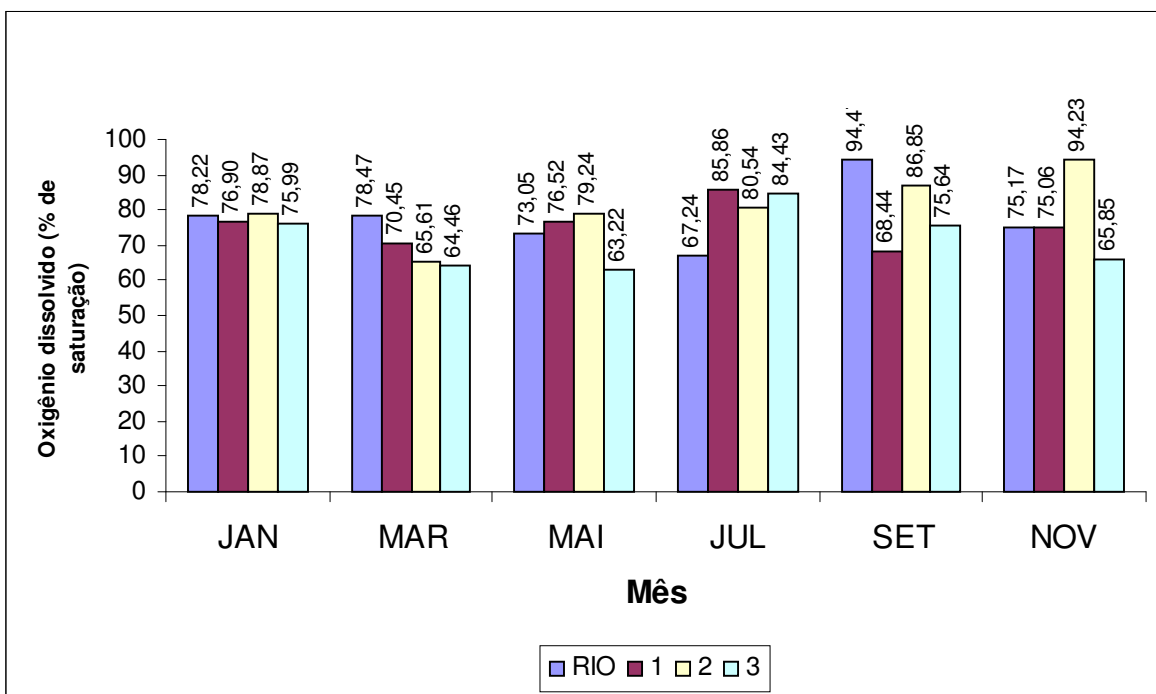


Figura 8 - Variação do oxigênio dissolvido em porcentagem de saturação (considerando a pressão atmosférica igual a 1 atm) durante o período estudado na área de malacocultura em Anchieta-ES no ano de 2004.

5.3 Fitoplâncton

5.3.1 Composição qualitativa do fitoplâncton numericamente representativo

A Tabela 1 mostra a relação das espécies numericamente representativas na área de estudo juntamente com o seu biovolume médio. Estão representados também os pontos de ocorrência de cada espécie em cada mês de amostragem. Muitos taxa foram identificados a nível de gênero, pois exigem um tempo maior para identificação em nível de espécie, devido ao detalhamento morfológico, o qual nem sempre é possível de se obter utilizando somente microscópio óptico comum.

Tabela 2 – Lista dos táxons numericamente representativos identificados na área de maricultura em Anchieta nas seis campanhas realizadas no ano de 2004, bem como o seu biovolume médio.

Classe	Biovolume médio (μm^3)	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV
BACILARIOPHYCEAE							
<i>Actinoptychus undulatus</i>)	19855,65	x					
<i>Cocconeis sp.</i>	1570,8		x		x	x	x
<i>Coscinodiscus centralis</i>	376323,5	x					
<i>Coscinodiscus granii</i>	123587	x					
<i>Coscinodiscus lineatus</i>	103908,2	x	x	x	x		x
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	25886,9	x					
<i>Cyclotella sp.</i>	338,2	x	x	x	x	x	x
<i>Cymbella tumida</i>	2881,67		x			x	x
<i>Diploneis sp. 1</i>	3141,59	x		x			
<i>Diploneis sp. 2</i>	2155,13	x	x				
<i>Diploneis sp. 3</i>	1325,55		x	x			
<i>Diploneis sp. 4</i>	958,32				x	x	x
<i>Diploneis sp. 5</i>	548,8						x
<i>Diploneis subovalis</i>	1985,66		x	x		x	x
<i>Licmophora sp.</i>	7290	x					
<i>Melosira sp. 1</i>	84,23		x				
<i>Melosira sp. 2</i>	25,13			x		x	x
<i>Melosira sulcata</i>	136,36	x					
<i>Navícula lyra</i>	17000			x	x		
<i>Navícula recta</i>	9424,78	x					
<i>Navícula radiosa</i>	31,42					x	
<i>Navícula sp. 2</i>	715,34	x					

<i>Nitzschia closterium</i>	2746,14				x	x	x
<i>Nitzschia sigma</i>	5701,99					x	
<i>Nitzschia subrostatoides</i>	576000					x	
<i>Pennales sp 1</i>	70,99	x				x	x
<i>Pennales sp 2</i>	14137,17		x				
<i>Pennales sp 3</i>	282,74		x		x	x	x
<i>Pennales sp 4</i>	34,56	x	x	x			
<i>Pennales sp 5</i>	3769,91			x			
<i>Pennales sp 6</i>	75,4		x		x	x	x
<i>Pennales sp 7</i>	1333,33		x				
<i>Pennales sp 8</i>	70,69			x	x	x	x
<i>Pennales sp 9</i>	1570,8					x	
<i>Pleurosigma elongatum</i>	71000	x					
<i>Pleurosigma normanii</i>	78000					x	
<i>Pleurosigma sp 1</i>	2323,65		x				
<i>Surirella gemma</i>	160000	x					
<i>Synedra sp</i>	24500					x	
<i>Synedra ulna</i>	1166,32			x	x		
<i>Synedra undulata</i>	1589,22		x		x		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	494,8	x				x	x
DINOPHYCEAE							
<i>Ceratium lineatum</i>	3368,05				x	x	x
<i>Gymnodinium catenatum</i>	669,16	x					
<i>Prorocentrum gracile</i>	21206	x					
<i>Prorocentrum micans</i>	5678,17			x	x	x	x
<i>Protoperidinium depressum</i>	78000				x		
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	59195,3				x		
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	25900				x		
CHLOROPHYCEAE							
<i>Chlorella sp</i>	4,19	x	x	x	x	x	x
<i>Crucigenia quadrata</i>	60	x	x	x	x		
<i>Chlorophyceae sp 2</i>	179,59		x	x	x		
<i>Tetraedron trigonum</i>	241,8			x			
FITOFLAGELADOS							
Fitoflagelado sp 1	457,4	x	x	x	x		
Fitoflagelado sp 2	18,85	x	x	x			
Fitoflagelado sp 3	8,38	x	x	x	x	x	x
Fitoflagelado sp 4	14,14			x	x		x
Fitoflagelado sp 5	50,27			x			x
Fitoflagelado sp 6	113,1			x			
Fitoflagelado sp 7	150,8				x		
ZYGNEMAPHYCEAE							
<i>Staurastrum paradoxum</i>	50,27					x	
CYANOPHYCEAE							

<i>Cyanophyceae sp</i>	113,1				x		
<i>Lyngbia sp.</i>	23,56	x		x		x	
<i>Merismopedia sp.</i>	113,1					x	x
<i>Oscillatoria sp</i>	339,29			x		x	
EUGLENOPHYCEAE							
<i>Euglena acus</i>	3548,22		x				x
<i>Euglena sp1</i>	648,16		x			x	x
<i>Euglena sp2</i>	2106,22		x				
<i>Phacus sp</i>	6700,64	x					
DYCTIOCHOPHYCEAE							
<i>Dictyocha messanensis</i>	3609,38				x		

A flora numericamente significativa da área estudada foi composta por 70 taxa, distribuídos da seguinte maneira: 42 taxa pertencentes à Classe Bacillariophyceae, 7 à Classe Dinophyceae, 4 à Classe Cyanophyceae, 4 à Classe Chlorophyceae, 4 à Classe Euglenophyceae, 1 à Classe Zygnemaphyceae, 1 à Classe Dictiochophyceae e 7 fitoflagelados ainda não identificados.

As Bacillariophyceae representaram a Classe com maior número de táxons em relação ao número total (60%), seguidas das Dinophyceae e fitoflagelados (10%, cada). As demais representaram em conjunto 20% dos táxons.

5.3.2 – Biovolume do Fitoplâncton

Na Figura 9 estão representados os valores referentes à composição do volume celular (biovolume) total, representados em mm³/L, da comunidade fitoplanctônica nos quatro pontos de amostragem, durante o período estudado.

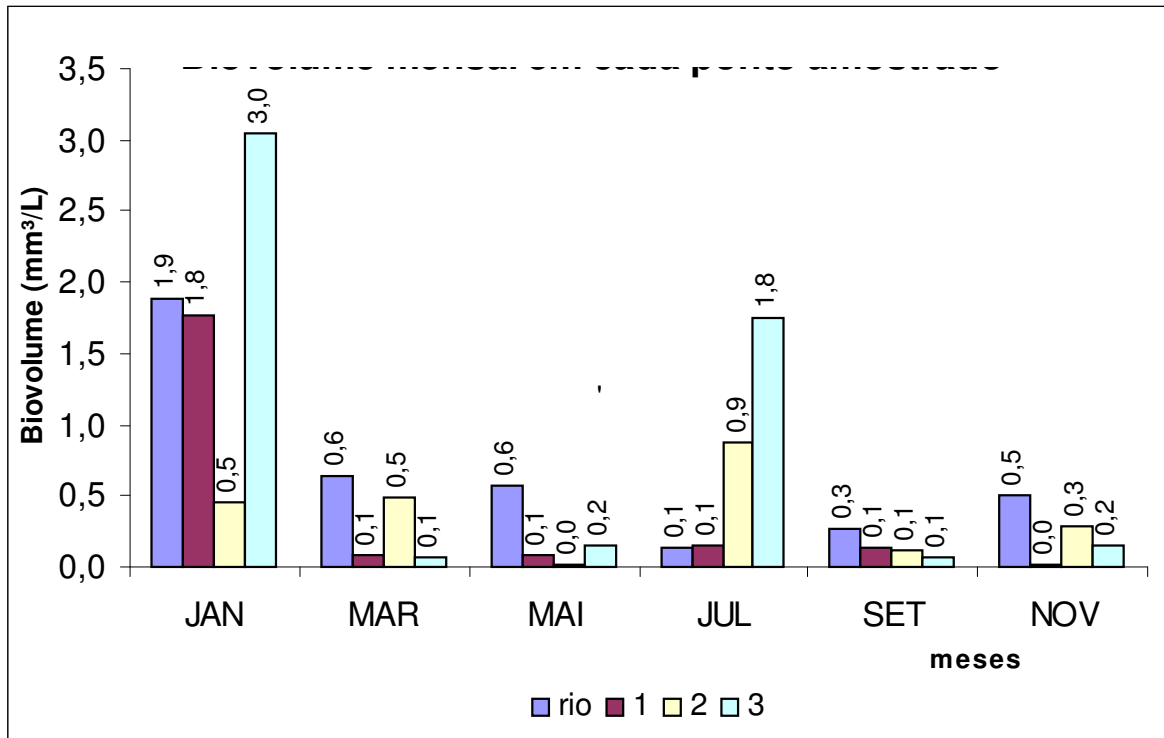


Figura 9 - Distribuição mensal do biovolume total do fitoplâncton (mm^3/L) em cada ponto de amostragem durante o período estudado

O biovolume do fitoplâncton na área de maricultura apresentou variação de $0,0 \text{ mm}^3/\text{L}$ (ponto 1 em novembro) a $3,0 \text{ mm}^3/\text{L}$ (no ponto 3 em janeiro). Os valores máximos ocorreram nos meses de janeiro e julho.

A variação temporal do biovolume fitoplanctônico em termos de contribuição das classes nos pontos de coleta é mostrado nas Figuras 10 a 13.

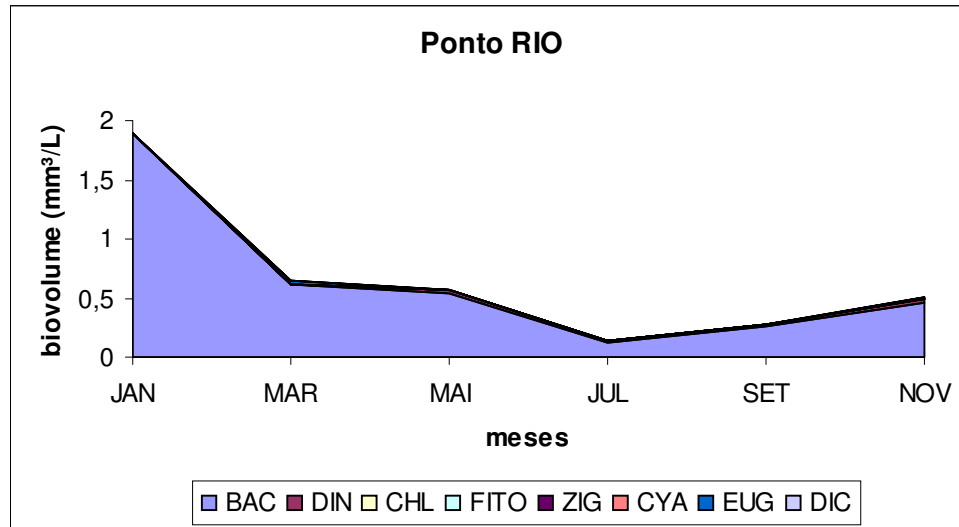


Figura 10 - Distribuição do biovolume (mm^3/L) das Classes de algas fitoplanctônicas no ponto RIO da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004. BAC-Bacillariophyceae; DIN- Dinophyceae; CHL-Chlorophyceae; FITO-fitoflagelados; ZIG-Zygnemaphyceae; CYA- Cyanoyceae; EUG Euglenophyceae; DIC-Dictyophyceae

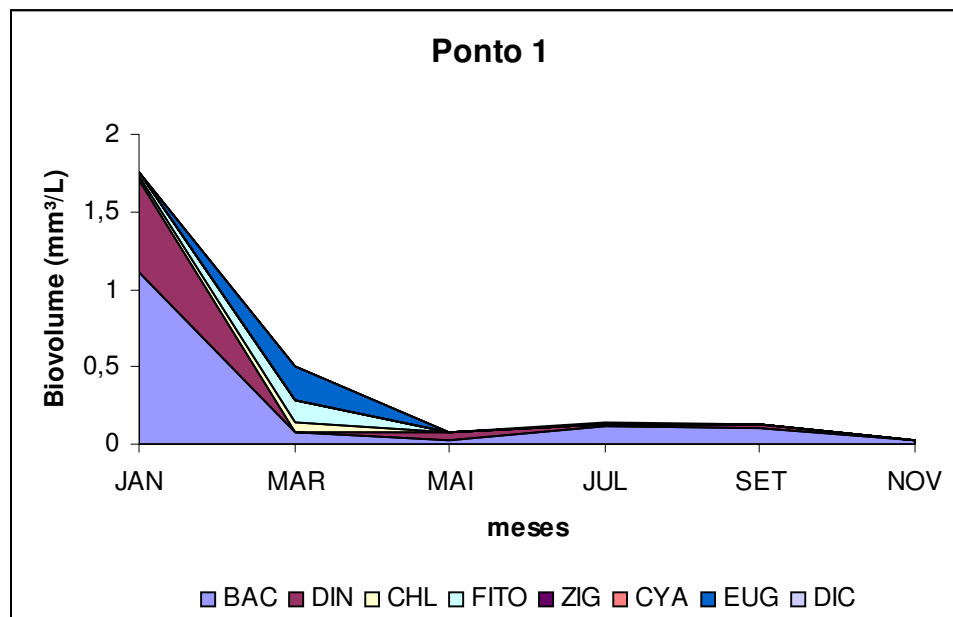


Figura 11 - Distribuição do biovolume (mm^3/L) das Classes de algas fitoplanctônicas no ponto 1 da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004. BAC-Bacillariophyceae; DIN- Dinophyceae; CHL-Chlorophyceae; FITO-fitoflagelados; ZIG-Zygnemaphyceae; CYA- Cyanophyceae; EUG Euglenophyceae; DIC-Dictyophyceae

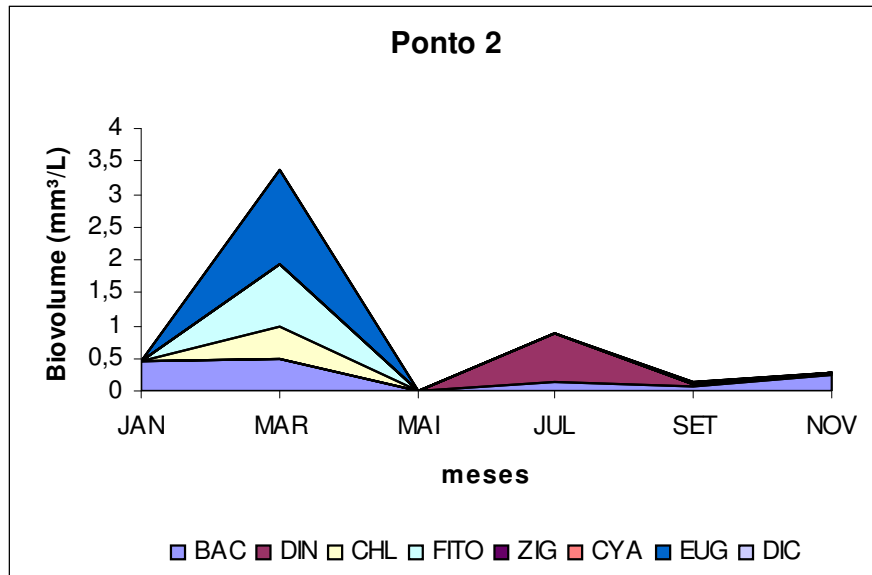


Figura 12 - Distribuição do biovolume (mm³/L) das Classes de algas fitoplanctônicas no ponto 2 da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004. BAC- Bacillariophyceae; DIN- Dinophyceae; CHL- Chlorophyceae; FITO- fitoflagelados; ZIG- Zygnemaphyceae; CYA- Cyanophyceae; EUG Euglenophyceae; DIC- Dictyophyceae

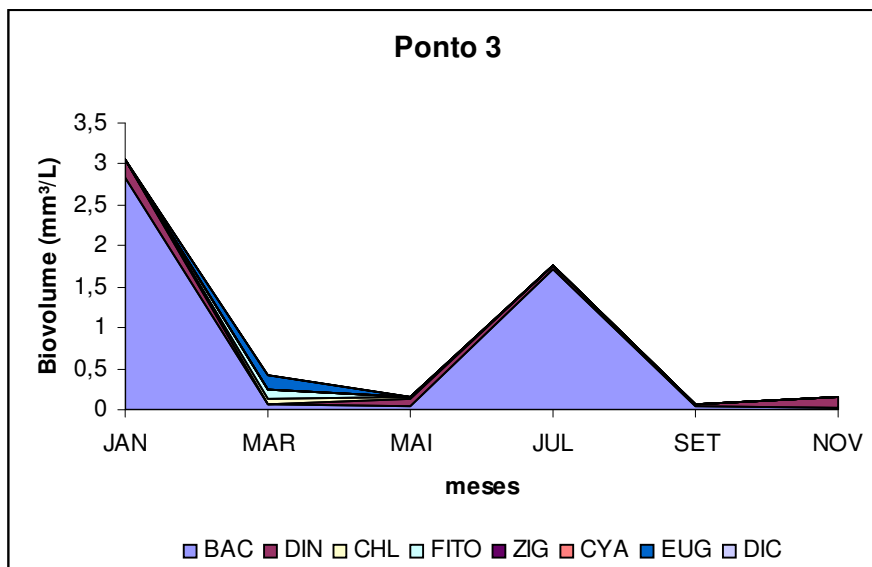


Figura 13 - Distribuição do biovolume (mm³/L) das Classes de algas fitoplanctônicas no ponto 3 da área de malacocultura situada em Anchieta-ES no ano de 2004. BAC- Bacillariophyceae; DIN- Dinophyceae; CHL- Chlorophyceae; FITO- fitoflagelados; ZIG- Zygnemaphyceae; CYA- Cyanophyceae; EUG Euglenophyceae; DIC- Dictyophyceae

De um modo geral, o biovolume foi alto nos primeiros meses em todos os pontos, chegando a atingir 4,2 mm³/L no ponto RIO durante o mês de março. A partir deste mês, o biovolume tendeu a reduzir e manter-se baixo até novembro. Entretanto, nos pontos 2 e 3 verificou-se um aumento da biomassa no mês de julho. O biovolume da Classe Euglenophyceae foi expressivo nos pontos RIO e 2 no mês de março. No ponto 3, pôde-se observar dois picos de produtividade (janeiro e julho) de espécies da classe Bacillariophyceae. A classe Chlorophyceae e os fitoflagelados apresentaram contribuição para a biomassa principalmente no mês de março quando se tornaram expressivas nos pontos RIO e 2, enquanto que a classe Dinophyceae foi representativa para o biovolume nos pontos 1 (janeiro) e 2 (julho).

As figuras 14 a 19 ilustram a variação percentual do biovolume das quatro classes de tamanho do fitoplâncton durante o período de estudo. Foram consideradas 4 classes de tamanho: Classe I (< 1.000 µm³); Classe II (1.000 a 10.000 µm³); Classe III (10.000 a 100.000 µm³) e Classe IV (> 100.000 µm³).

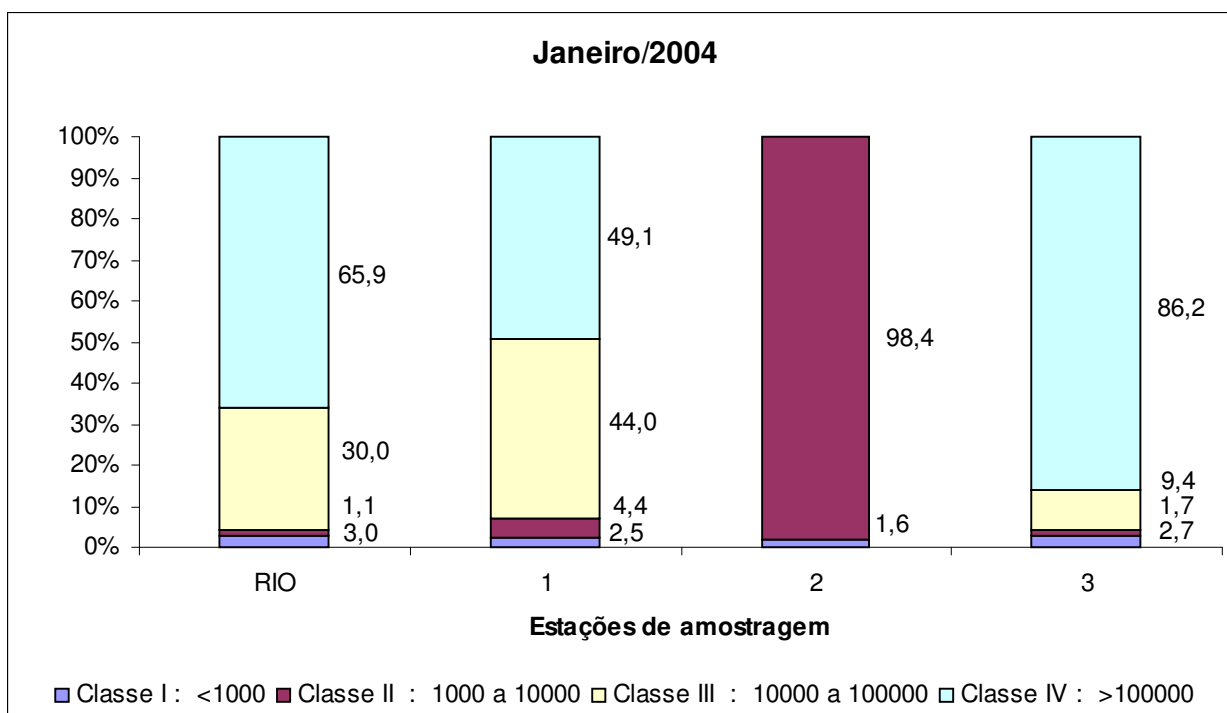


Figura 14 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de março na área de malacocultura de Anchieta-ES

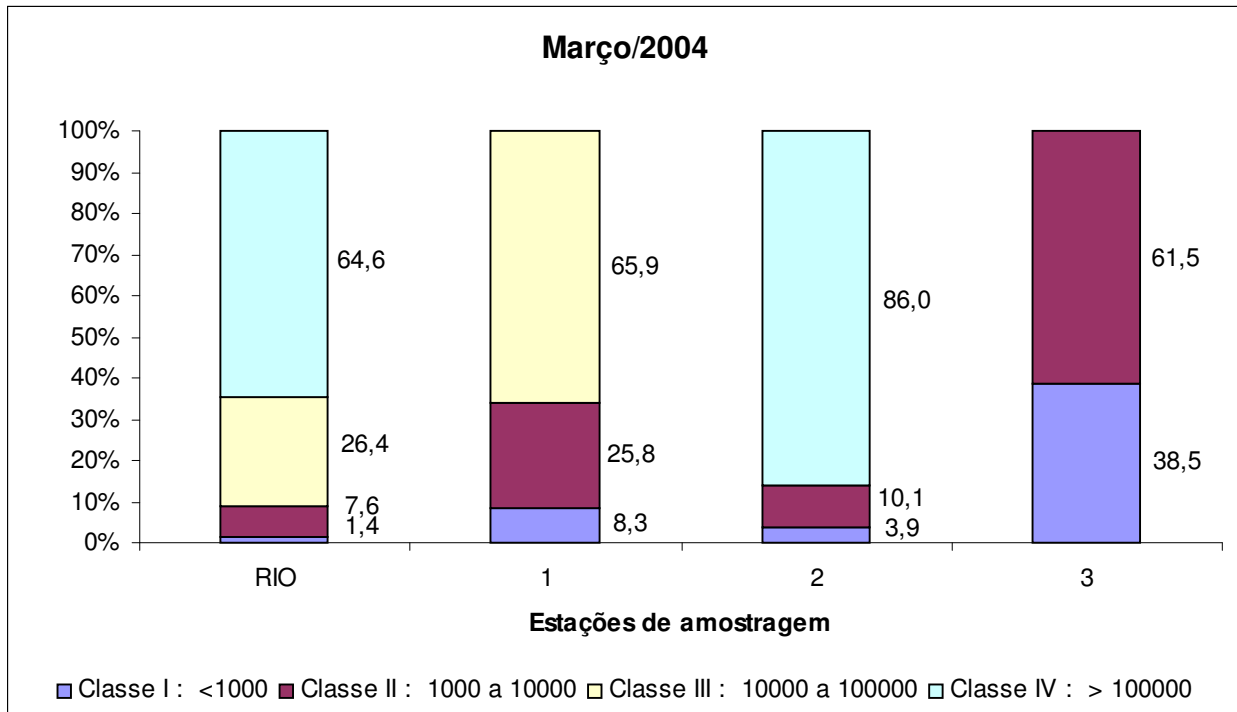


Figura 15 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de março/04 na área de maricultura de Anchieta-ES

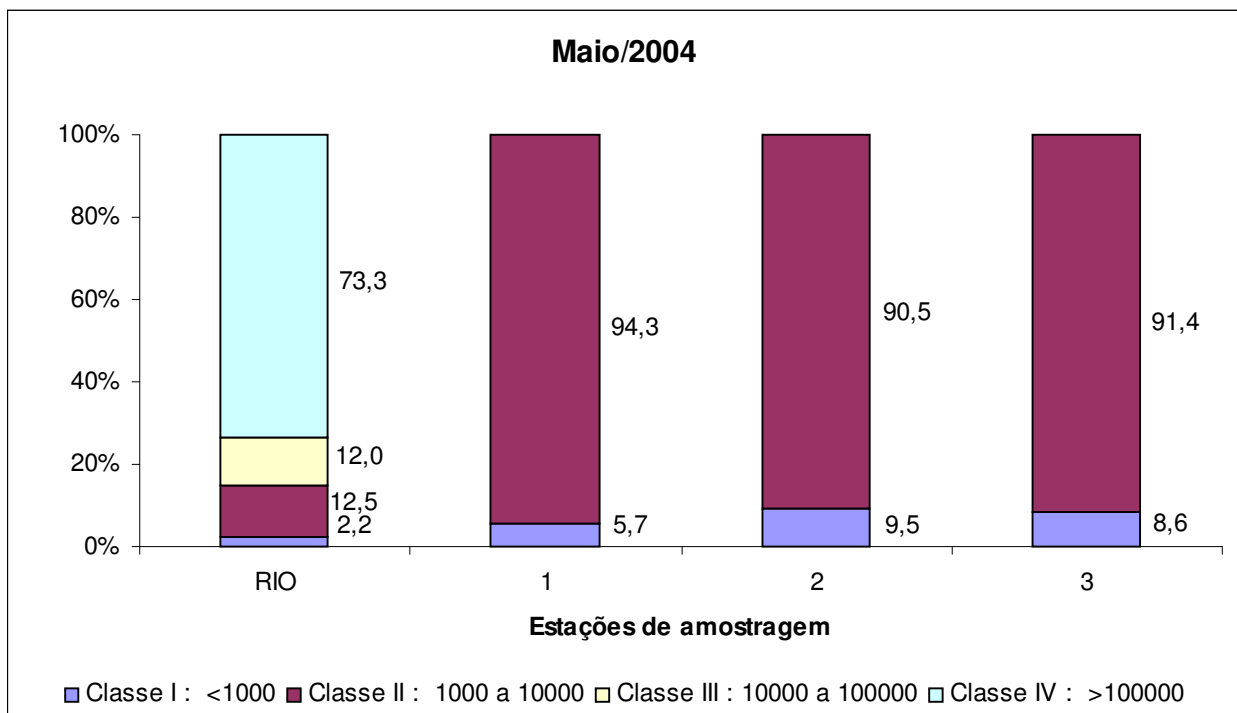


Figura 16 - Contribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de maio/04 na área de maricultura de Anchieta-ES

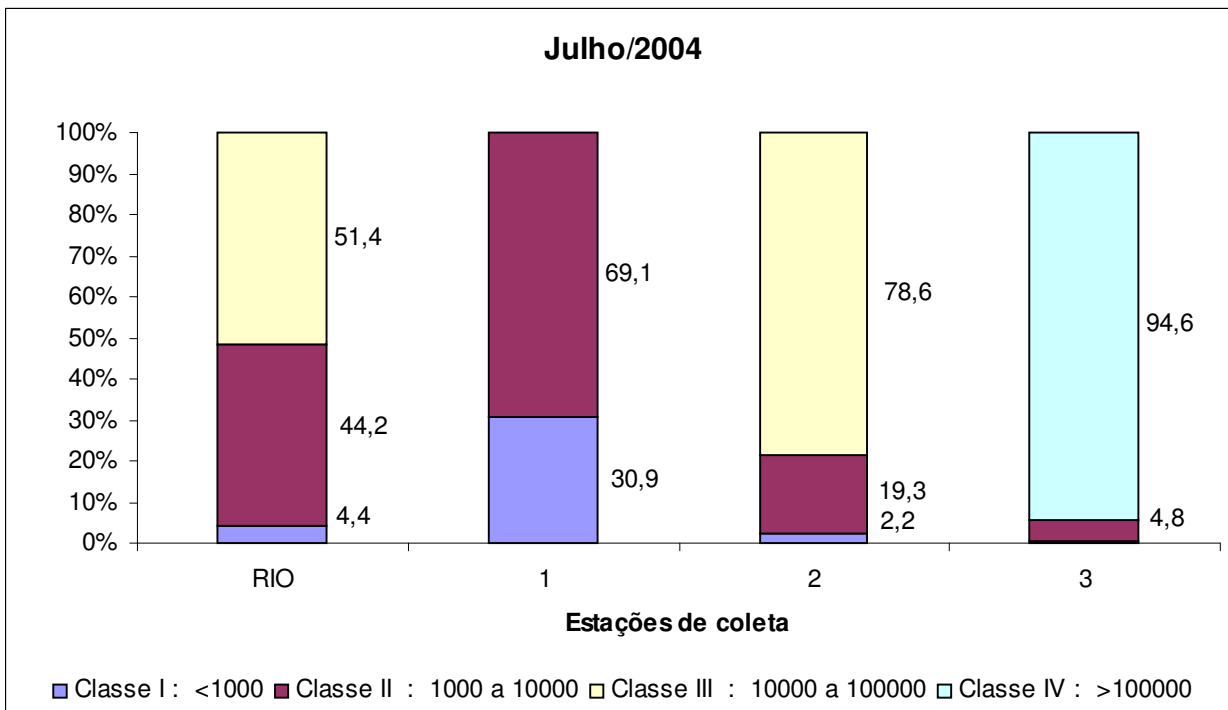


Figura 17 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de julho/04 na área de maricultura de Anchieta-ES

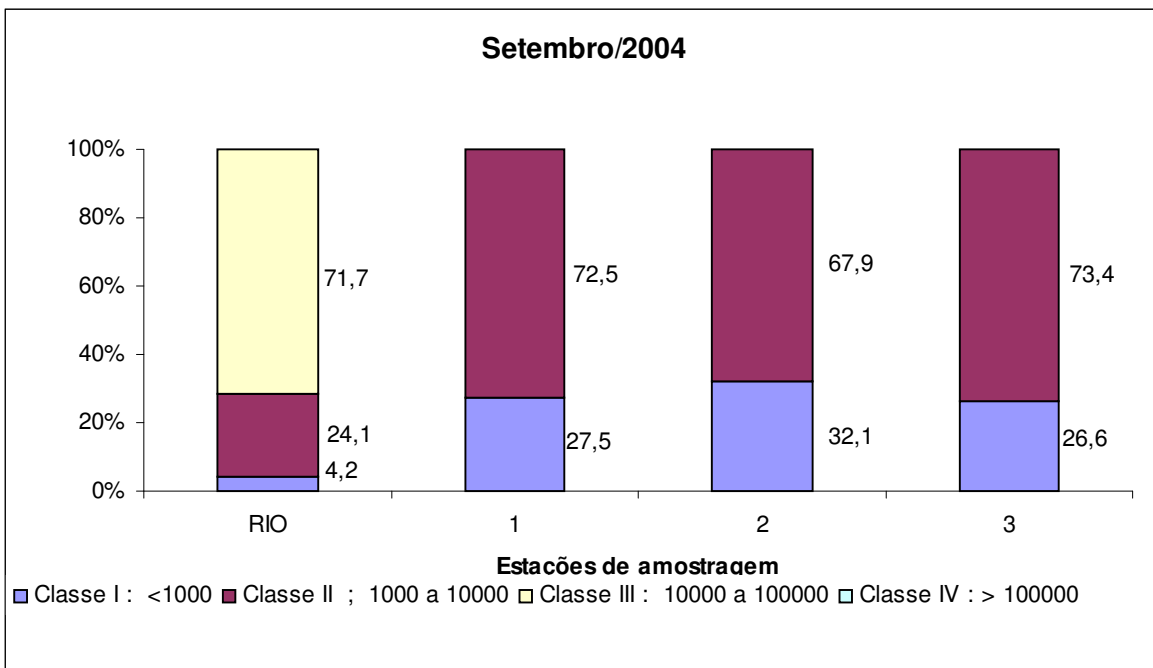


Figura 18 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de setembro/04 na área de maricultura de Anchieta-ES

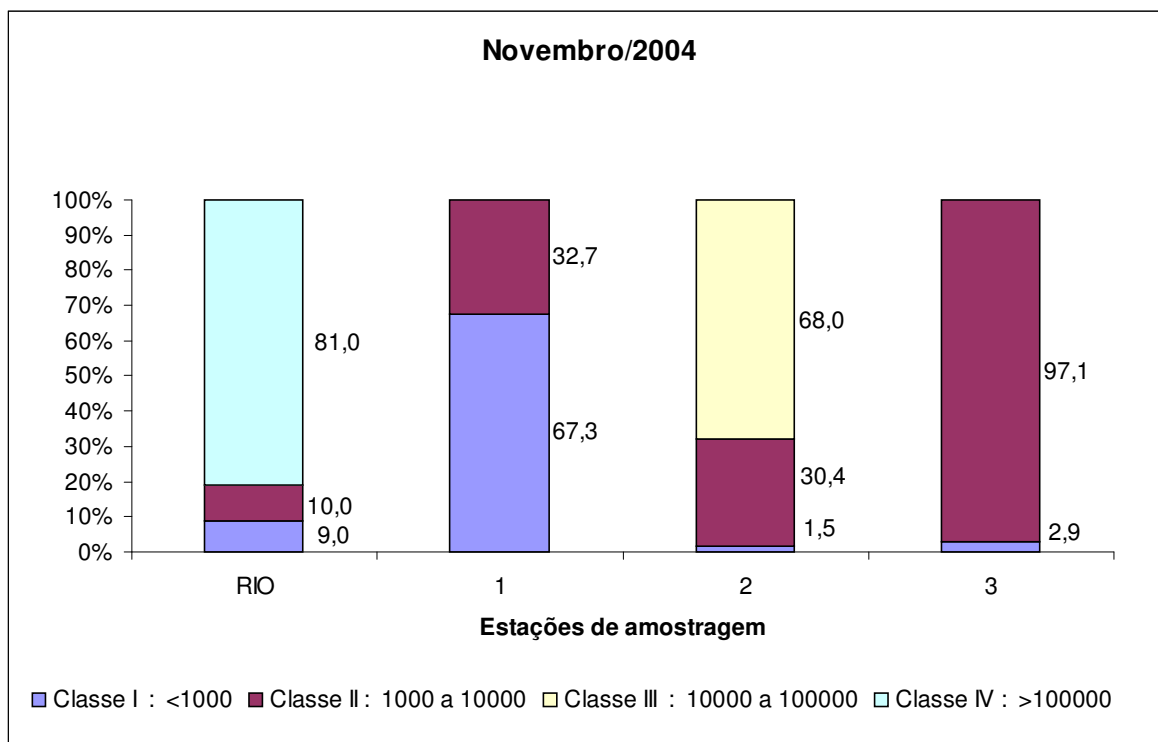


Figura 19 - Distribuição percentual do biovolume em relação às classes de tamanho no mês de novembro/04 na área de maricultura de Anchieta-ES

As classes que apresentaram maior contribuição percentual foram as Classes II (1.000 a 10.000 μm^3) nos meses de maio e setembro/04 e a classe IV (> 100.000 μm^3) nos meses de janeiro e março/04. A classe III contribuiu menos, contudo na maioria das vezes em que ocorreu predominou sobre as demais. A classe I apesar de bem distribuída espacialmente foi a que apresentou as menores contribuições para a biomassa total, com exceção do ponto 1 (novembro).

5.4 - Diversidade Específica Aplicada ao Biovolume do Fitoplâncton

Os valores de diversidade específica aplicada ao biovolume do fitoplâncton, estão representados na Figura 20, em bits/unidade de biovolume. Esses valores oscilaram entre 1,82 a 3,98 bits/u.b. A diversidade não apresentou padrão temporal nem espacial.

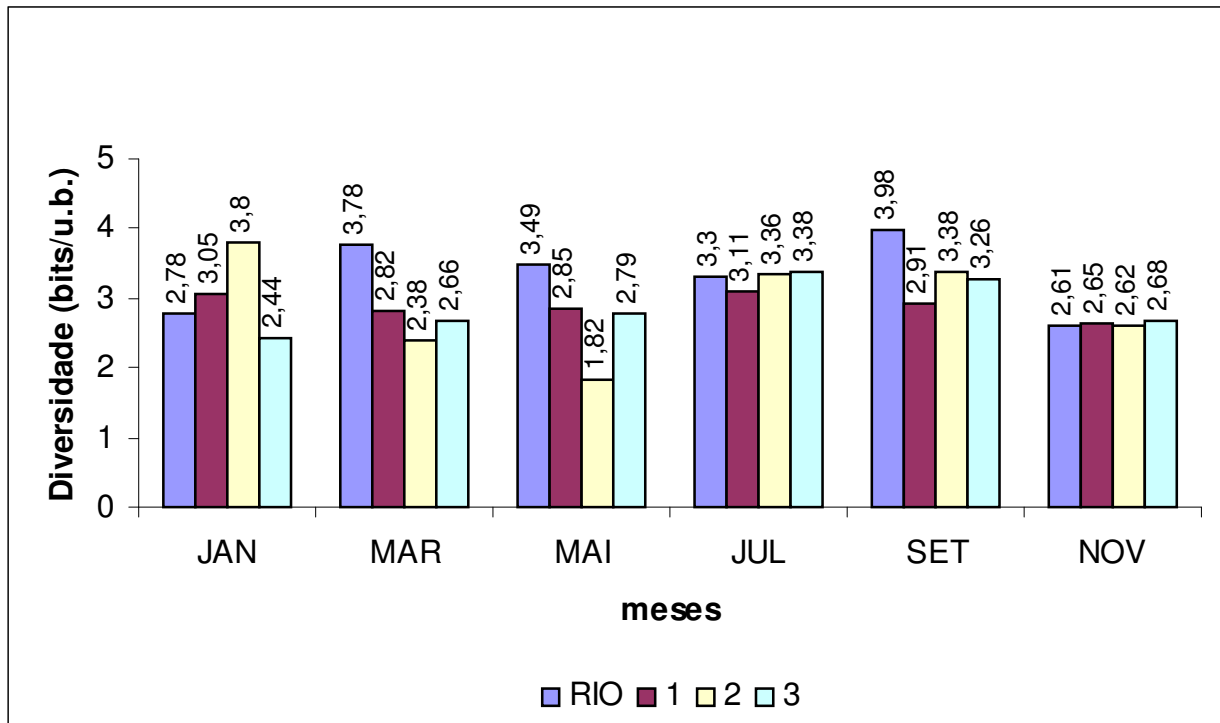


Figura 20 - Distribuição da diversidade aplicada ao biovolume do fitoplâncton na área de maricultura (Anchieta-ES).

5.5 – Biovolume das espécies potencialmente tóxicas

Foram identificadas duas espécies potencialmente tóxicas do grupo das Dinophyceae numericamente representativas na área de estudo, a saber, *Gymnodinium catenatum* e *Procentrum micans*. O biovolume destas espécies variou de 0 a 0,136 mm³/L (ponto 3 em novembro/04) (Fig. 21). O ponto 3 foi o que apresentou o maior número de ocorrências e as maiores biomassas destas espécies.

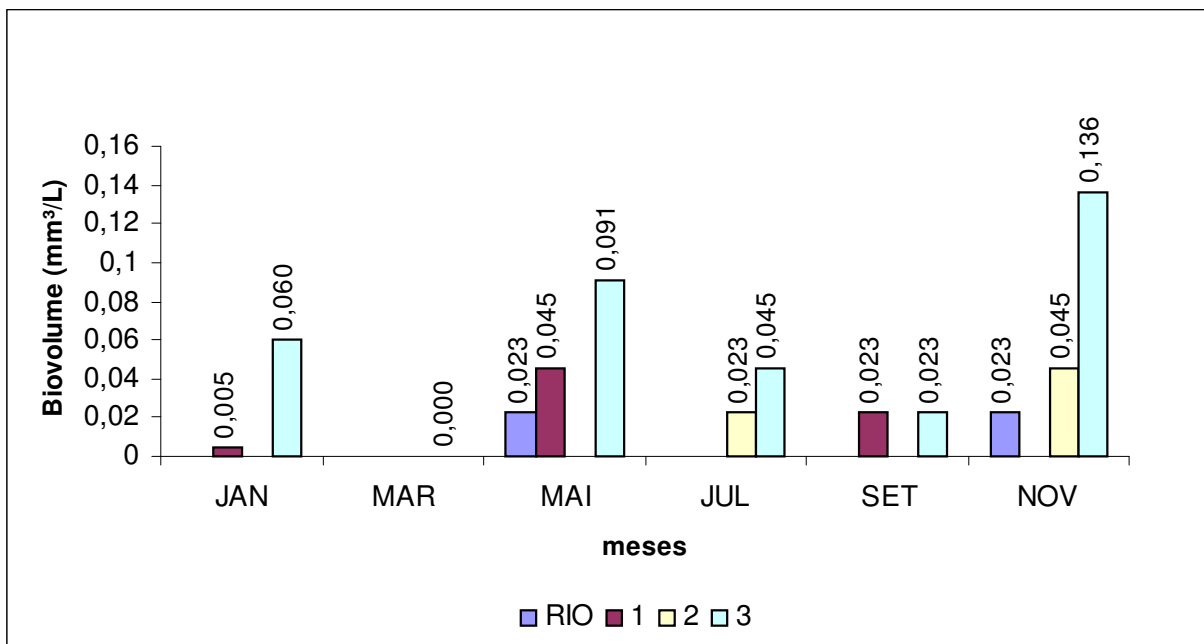


Figura 21 - Biomassa (mm³/L) das espécies potencialmente tóxicas: *Gymnodinium catenatum* e *Procentrum micans* de ocorrência na área de malacocultura em Anchieta-ES em 2004.

6. DISCUSSÃO

6.1 Variáveis químicas, físicas e físico-químicas

Os valores obtidos para as variáveis físicas e físico-químicas demonstraram diferenças espaciais marcantes entre o ponto RIO e os demais pontos (1,2,3) da área de estudo.

O ponto RIO, apresentou as maiores oscilações temporais das variáveis ambientais analisadas. Os fatores que predominantemente influenciaram esta

instabilidade possivelmente foram a maré e a pluviosidade. Em períodos de maior pluviosidade ocorreram as maiores diferenças entre esse ponto e os demais em termos de temperatura e salinidade. As menores salinidades foram medidas no ponto RIO devido a maior influência do Rio Benevente. Os demais pontos apresentaram salinidades tipicamente marinhas.

A temperatura da água é um fator ambiental que influencia a abundância, distribuição e crescimento dos organismos aquáticos por afetar atividades enzimáticas (respiração e fotossíntese e os processos de taxas de crescimento do fitoplâncton) (KENISH, 1990). No presente estudo, as menores temperaturas foram registradas em julho e as maiores em novembro, apresentando um pequeno, porém evidente, ciclo sazonal, no ponto RIO. Isso se deve possivelmente ao maior efeito da insolação sobre o ambiente estuarino, uma vez que seu volume e profundidade são menores que os do ambiente marinho adjacente. A variação observada nos pontos 1, 2 e 3 foi de 2,4°C durante todo o período estudado.

Ao comparar o pH da área estudada com outros sistemas costeiros estuarinos notou-se que este parâmetro apresentou uma variação (6,16 a 8,29) semelhante àquelas obtidas por Macedo (1989) em uma área estuarina de Itamaracá (Pernambuco-Brasil), em que o pH manteve-se entre 6,9 e 8,7. Não houve diferença espacial durante o período estudado.

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998). A área estudada praticamente não apresentou variações nos teores deste gás (5,21 a 8,04) entre os pontos, podendo ser consideradas altas quando comparadas às observadas por Schaeffer (2005), que encontrou valores sempre inferiores a 1,19 mg/L em áreas estuarinas rasas de Aracruz-ES.

6.2 Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica da área estudada foi composta principalmente por espécies da Classe Bacillariophyceae (60%), seguidas das Dinophyceae e fitoflagelados (10%, cada). As demais representaram em conjunto 20% dos táxons. Essa predominância, em termos de riqueza, de Bacillariophyceae em sistemas costeiros estuarinos é relatada por muitos trabalhos (SASSI, 1991; BRANDINI, 1995; MELO MAGALHÃES et al, 1996; ESKINAZI-LEÇA et al., 2000; CUNHA, 2004). Segundo Esteves (1998), as diatomáceas (Bacillariophyceae) são encontradas em uma grande variedade de habitats, tanto em ambientes marinhos costeiros e estuarinos como em águas continentais. Elas representam 200 gêneros e cerca de 6000 espécies, sendo consideradas por muitos especialistas como o grupo fitoplanctônico mais importante, contribuindo substancialmente para a produtividade oceânica, especialmente em águas costeiras (KENNISH, 1990).

A segunda Classe com o maior número de espécies encontradas na composição florística da área de malacocultura estudada foi a das Dinophyceae ou dinoflagelados. Entre as espécies encontradas foram identificadas duas potencialmente tóxicas (*Gymnodinium catenatum* e *Prorocentrum micans*). Segundo dados da UNESCO, *Gymnodinium catenatum* produz toxinas paralisantes do grupo da saxitoxina (Paralytic shellfish poisoning - PSP) que podem ser acumuladas na cadeia trófica e causar distúrbios gastrointestinais e neurológicos em humanos e outros animais superiores. Segundo a mesma fonte, *Prorocentrum* sp produz toxinas diarréicas do grupo do ácido ocadaico (Diarrhetic shellfish poisoning - DSP). Estas duas toxinas podem ser bioacumuladas nos tecidos dos moluscos e provocar doenças e até mesmo a morte em humanos que as ingerirem (OKAICHI, 2003).

Os fitoflagelados, ainda não identificados, estiveram presentes em quase todos os meses do estudo. São organismos comuns aos ambientes costeiros e continentais, uma vez que, o constante aporte de materiais das áreas adjacentes, se finamente particulados, podem ser assimilados pelas células (AIDAR, 1993).

O biovolume fitoplanctônico não esteve homogeneamente distribuído dentro da área estudada. Estudo anterior (SCARPATI, 2004) mostrou que a composição do

fitoplâncton no local varia de acordo com localização do ponto de amostragem. Segundo ele, as espécies dulcícolas vão sendo substituídas por espécies marinhas à medida em que se afasta da desembocadura do Rio Benevente em direção a área de cultivo.

Em relação a variação temporal, a biomassa fitoplanctônica na área estudada variou durante o ano regulada principalmente pela pluviosidade assim como ocorreu em outros estudos (PINTO-COELHO, 1998). Nestes trabalhos são relatados padrões recorrentes na sazonalidade de comunidades planctônicas tropicais. Ao contrário da zona temperada, onde a sazonalidade está ligada ao regime térmico e da luz, nos trópicos o principal regulador da sucessão sazonal seria a ocorrência das chuvas. A estação chuvosa que normalmente estende-se entre os meses de novembro a março é, sem dúvida, um dos agentes determinantes do ciclo sazonal do fitoplâncton em regiões tropicais. (PINTO-COELHO, 1998).

Os valores máximos de biovolume na área estudada chegaram a $7,3 \text{ mm}^3/\text{L}$ (janeiro) e $2,9 \text{ mm}^3/\text{L}$ (julho). A partir desses máximos, é possível perceber que o biovolume apresentou dois picos durante o período estudado. Figueiredo (2000) verificou valores oscilando entre 0,02 e $30,9 \text{ mm}^3/\text{L}$ para o Canal da Passagem - Vitória (ES). Em sistemas estuarinos, como na Lagoa dos Patos, Bergesch e Odebrecht (1997) obtiveram valores entre 0,79 e $82,6 \text{ mm}^3/\text{L}$. Garcia de Emiliani (1983) encontrou valores de biovolume variando entre 0,67 e $5,26 \text{ mm}^3/\text{L}$ no Rio Paraná; e nas águas ácidas do Reservatório de Águas Claras, Dias Jr. (1998) verificou uma variação para o biovolume de 0,01 a $1,58 \text{ mm}^3/\text{L}$. Portanto, os valores encontrados na área de estudo podem ser considerados baixos quando comparados aos valores máximos observados nos estuários acima citados.

A transparência das águas em sistemas costeiros estuarinos é frequentemente reduzida em função dos sedimentos em suspensão aportados durante a época chuvosa ou ressuspensos pela ação hidrodinâmica (BONILHA & ASMUS, 1994). Nesse estudo a redução de transparência em razão das chuvas foi observada principalmente no mês de janeiro. Nota-se que a precipitação pluviométrica foi

intensa no período reduzindo a transparência da água principalmente no ponto RIO. Apesar da baixa transparência neste ponto, o biovolume medido foi o mais alto entre todos os meses. Tal acontecimento leva a crer que a maior vazão do rio e o possível aumento na quantidade de nutrientes por ele transportado durante períodos chuvosos é um fator mais importante para o aumento da biomassa fitoplanctônica local do que a redução na transparência da água.

Outra hipótese que poderia explicar o elevado biovolume no ponto RIO no mês de janeiro é o possível acréscimo de algas dulcícolas trazidas pela maior vazão do Rio Benevente neste período, contudo os resultados deste trabalho parecem contradizer esta hipótese uma vez que, a maioria das espécies identificadas são tipicamente marinhas. Sendo assim, parece mais provável que o biovolume registrado neste período se deva a maior produtividade de espécies marinhas que podem ter sido carreadas para o ponto RIO durante a maré enchente.

Apesar da elevada pluviosidade registrada no mês de janeiro, o ponto 3 apresentou alta transparência. A combinação de alta penetração luminosa e aumento da disponibilidade de nutrientes decorrente da maior vazão do rio pode ter resultado no aumento da biomassa verificado no período. De acordo com CEPEMAR (2004) *apud* Sá (2004), a corrente marinha no local apresenta direção predominantemente sudoeste. Segundo informações pessoais obtidas junto aos pescadores locais, a água de origem fluvial depois de se afastar da desembocadura do rio seguindo a praia de Anchieta (Na figura 1, observar que a água mais escura proveniente do Rio Benevente avança em direção à praia de Anchieta), é defletida para sul e retorna à costa na direção da área de cultivo. É possível que este padrão de circulação local carregue nutrientes dissolvidos provenientes do Rio Benevente diretamente para o ponto 3. Assim, nos períodos chuvosos, a água ao redor deste ponto torna-se rica em nutrientes dissolvidos e permanece com elevada transparência, uma vez que os sedimentos possivelmente decantam antes de atingí-lo. No mês de julho, os valores do biovolume também foram altos no ponto 3.

Com a redução da pluviosidade nos meses posteriores a biomassa fitoplanctônica diminuiu. As espécies marinhas das Classes Bacillariophyceae e Dinophyceae foram substituídas por espécies dulcícolas das Classes Euglenophyceae e fitoflagelados principalmente nos pontos RIO e 2. Segundo Aidar et al (1993) os fitoflagelados necessitam de menos nutrientes para sobreviver devido à sua alta relação superfície/volume, decorrente de seu diminuto tamanho. No mês de maio observou-se as menores biomassas em quase todos os pontos de amostragem.

Com o retorno das chuvas no mês de julho, a biomassa voltou a aumentar sobretudo no ponto 3. Observou-se um padrão recorrente na variação da biomassa relacionado com a pluviosidade assim como encontrado por Pinto-Coelho, 1998 estudando a Lagoa da Pampulha (MG). Em épocas de elevada pluviosidade, a biomassa aumenta em decorrência do aumento das populações de espécies da classe Bacillariophyceae. A medida que a pluviosidade diminui, estas são substituídas por outras de origem fluvial.

Durante os períodos chuvosos predominaram as espécies da classe IV, ou seja, biovolume maior que $100.000 \mu\text{m}^3$. Esta classe de tamanho representa as diatomáceas (Bacillariophyceae) e dinoflagelados (Dinophyceae). De um modo geral, como já observado por Aidar et al. (1993), as diatomáceas necessitam de maiores concentrações de nutrientes para sobreviver. O possível aumento no aporte de nutrientes, bem como a elevada transparência da água, possibilitaram o maior crescimento destes grupos no ponto 3. No mês de setembro, a pluviosidade também foi elevada, contudo predominaram as espécies das classes de tamanho II (1000 a $10.000 \mu\text{m}^3$) (pequenas Chlorophyceae) em praticamente todos os pontos amostrados. Tal fato pode indicar uma possível alteração no padrão de circulação local que aumenta a influência do rio na área de cultivo. A classe II também predominou nos meses secos. A classe III (10.000 a $100.000 \mu\text{m}^3$), que inclui as Euglenophyceae, não apresentou tendência de ocorrência relacionada a pluviosidade.

O índice de diversidade foi maior no ponto RIO. Este representa o ecótono entre os ambientes fluvial e marinho. Assim sendo, reúne espécies destes dois ambientes o que justificaria sua diversidade mais alta.

As espécies potencialmente tóxicas (*Gymnodinium catenatum* e *Prorocentrum micans*) identificadas na área de cultivo, apresentaram maior biovolume no mês de novembro. O ponto 3 é possivelmente, o que apresenta as melhores condições para o desenvolvimento destas espécies. Por estar distante da foz do Rio Benevente, sua transparência permanece alta mesmo em períodos chuvosos e, conforme já descrito, há uma corrente litorânea que fertiliza este ponto com nutrientes provenientes do Rio Benevente após períodos chuvosos. A ausência de estudos sobre o biovolume de espécies potencialmente tóxicas, não permitiu fazer comparações com outras áreas

7. CONCLUSÕES

Sintetizando os resultados avaliados e discutidos neste estudo, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- As variações da biomassa fitoplanctônica (expressa em mm^3/L) provavelmente foram reguladas pela pluviosidade.
- O biovolume fitoplanctônico encontrado na área de estudo pode ser considerado baixo se comparado a outros estuários que apresentam forte influência antrópica.
- Os máximos valores de biomassa foram registrados durante os períodos chuvosos e nos pontos mais distantes da desembocadura do Rio Benevente.
- O ponto 3 é o que apresenta as melhores condições para o desenvolvimento de espécies potencialmente tóxicas.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AIDAR, E.; GAETA, S. A.; GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; KUTNER, M. B. B. & TEIXEIRA, C. 1993. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicação esp. Inst. oceanogr.**, S Paulo, (10):9-43.

ALZUGUIR, F., Situação atual e perspectivas da aqüicultura no Brasil. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Aqüicultura – III SIMBRAq**. Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Ciências Biológicas. São Carlos, SP, 1984. p.28-29.

BALECH, E. **Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental**. Madrid: Ruan, n.1, 1988.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. **Manual de análises em oceanografia química**. Rio Grande: Editora da FURG, 1996.

BERGESCH, M. & ODEBRECHT, C. Análises do fitoplancton, protozooplancton e de alguns fatores abióticos no estuário da Lagoa dos Patos. **Atlântica**,v.19,31-50,1997 (1997)

BICUDO, C. E. M.; PARRA, O. O. **Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales**. Santiago: Andes, 1995.

BONECKER, S.L.C; TENENBAUM, D.R. **Distribuição espaço-temporal das comunidades planctônicas da Baía do Espírito Santo (ES-Brasil)**. II Congresso Latino-Americano de Ciências del Mar, p.155-179.

BONILHA, L.E. & ASMUS, M.L.S. **Modelo ecológico do fitoplâncton, protozooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos, RS**. In: Simpósio de ecossistemas da costa brasileira,3, 1994, Serra negra. Anais da Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1994, p.347-371

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.;GUTSEIT K.S.; SPACH H.L.; SASSI R. **Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil – Diagnose e Revisão Bibliográfica**. Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), 1997.

CATÁLOGO das Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco. Depto de Oceanografia da UFPE, Recife, 1990.

COSTA, K. G. **Efeito do cultivo do mexilhão *Perna perna* (L.) na comunidade macrobentônica do sedimento da praia do Coqueiro, município de Anchieta – ES.** Mestrado em Biologia Animal - CCHN- Universidade Federal do Espírito Santo – 2004

CUNHA, K.J.O. **Variações espaciais e temporais da biomassa fitoplanctônica no trecho final dos Rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, Aracruz-ES.** Monografia do Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

DIAS Jr, C.D. **Caracterização do fitoplâncton e possibilidade de seu uso como indicador das condições ambientais da Lagoa Jacuném (Serra-ES).** Cadernos de Pesquisa da UFES, n.4, p.27-35, 1995.

DIAS Jr, C.D.; P. S.; NUNES, T. S. & FIGUEIREDO, C. C **Estudo da comunidade fitoplanctônica nas principais áreas portuárias do Município de Vitória e suas possíveis modificações devido à interferência antrópica.** 2002. 26f. Trabalho Acadêmico - Programa de Iniciação Científica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

DIAS Jr.C.D.; LUCAS, P. S.; NUNES, T. S. & FIGUEIREDO, C. C. **Estudo do fitoplâncton na sistema estuarino do canal da Passagem e áreas adjacentes da Baía de Vitória (Vitória-ES).** V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Livro de Resumos, 2000.

EDLER, L. Recommendations on phytoplankton and chlorophyll. W. C., **Baltic Marine Biologist**, 9, p.59, 1979.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L., SILVA CUNHA, M.G.G. **O fitoplâncton: estrutura e produtividade.** In: BARROS, H.M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACEDO, S.J. & LIMA, T. Gerenciamento participativo. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000, p.252.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998.

FAO. **Food and Agricultural Organisation. yearbook: fishery, statistics, capture production**. Rome: FAO. 1999. p.84.

FIGUEIREDO, C. **Estudo da comunidade fitoplanctônica em dois pontos do trecho final do Canal da Passagem (Vitória-ES)**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Vitória-ES. Universidade Federal do Espírito Santo. P.48. 2000

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processo de remoção em água para consumo humano**. 2003. Ministério da Saúde. Assessoria de Comunicação e educação em saúde (Ascom) Brasília/DF

GARCIA DE EMILIANI, M.O. Fitoplâncton de La Laguna del Vilá (Gerona, Espanha). **Oecol. Aquat.**,v.1p.107-155, 1973. (1983)

GARCIA-PRADO, J. A. **Avaliação comparativa do crescimento e da engorda de Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828) e C. gigas (Thunberg, 1793) na Praia do Coqueiro, Anchieta, ES**. Mestrado em Biologia Animal - CCHN- Universidade Federal do Espírito Santo - 2004

HINO, K.; TUNDISI, J. G. (1977). **Atlas de Algas da Represa do Broa**. São Carlos, v. 2. 1977.

KENISH, M.J. **Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects**. CRC Press, Boca Raton, Boston – USA. FL, 1:p.494.1990

KENNISH, M.J. **Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects**. CRC Press, Boca Raton, Boston – USA. FL, 1: p. 494. 1990

LUND, J.W., KIPLING, C., Le CREN, D. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. **Hydrobiologia**, 11: 143-170. 1958.

MARQUES, H.L.A Criação Comercial de Mexilhões. 1.ed. São Paulo: Nobel, 1998.

MACEDO, S.J., KONING, M.L. e FILHO, A.L.V. **Aspectos hidrológicos e fitoplanctônicos em viveiros estuarino (Itamaracá – Pernambuco – Brasil).** 1989

MARTIN, L; SUGUIO, K; DOMINGUEZ, J. M.; FLEXOR, J. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.** Belo Horizonte: FAPESP/CPRM, 1997.

MELO MAGALHÃES, E.M.; GUEDES, E.A.C.; CAVALCANTI, M.O.; LIRA, M.C.A. composição fitoplanctônica do sistema estuarino lagunar de Jequiá, AL. **Bol.Estud.Ciênc.Mar.**,n.9p.1-18,1996. ET AL, 1996;

NYBAKKEN, J.W. **Marine biology: na ecological approach.** 4^a ed. :Addison-Wesley Educational Publishers Inc,1997. p. 236.

OGILVIE S. C., FOX S. P., ROSS A. H., JAMES M. R., SCHIEL D. R. Growth of cultured mussels (*Perna canaliculus* Gmelin 1791) at a deep-water chlorophyll maximum layer. **Aquaculture Research**, 2004, 1-8.

OKAICHI, T. **Red Tides.** 1.ed. Tokio. Terra Scientific Publishing Company, p.203.2003.

PARSONS, T. R. & LALLI C. M. Mariculture. In:_____. **Biological Oceanography: a introduction.** Second Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann 1997. cap. 6, p. 172-174.

PAULILO, M. I. S. **Maricultura e Território em Santa Catarina – Brasil.** Cadernos de Pesquisa (PPGSP – UFSC), Nº 31, AGOSTO 2002

PETROCCI. C. **World Aquaculture goes to Brazil.** Aquaculture Magazine July/August 2003

PILLAY, T.V.R.. **Aquaculture development: from Kyoto 1976 to Bangkok 2000.** Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium. Ed. Aquaculture in the Third Millennium. 2001, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. pp.3-7. NACA, Bangkok and FAO, Rome.

PINTO-COELHO, R. M. **Produção e consumo de carbono orgânico na comunidade planctônica da Pepresa da Pampulha**, Minas Gerais, Brasil.

PROENÇA, L.A.; SCHIMITT, F.; GUIMARÃES, S. P. & RORIG, L.R. **Análise de toxinas diarréicas em duas espécies de Prorocentrum (Dinophyceae) isoladas em áreas de cultivo de moluscos**. Notas técnicas FACIMAR, v.3 p.41-45, 1999.

RESENDE, E. V. **Avaliação das populações microfitoplantônicas do litoral norte do Espírito Santo – Município de Aracruz (19°55'S e 40°04'W) ao longo de um ciclo anual**. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 73p. 1992.

RICKLEFS, R.E. **Economia da Natureza**. Quinta edição. St. Louis: Guanabara Koogan, 2003. p.273.

SÁ, F. S. **O efeito dos organismos incrustantes e sua fauna associada, no mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) em estruturas de cultivo**. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal - PPGBAN - Universidade Federal do Espírito Santo - Bolsista CAPES3-Efeito da mitilicultura na comunidade macrobentônica do município de Anchieta, ES.

SASSI, R, Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte River estuary, northeastern Brazil: composition, distribution and quantitative remarks. **Bolm. Inst. Oceanografia**, 39(2):93-115.1991

SCARPATI, S. L. R. **Variações da comunidade fitoplanctônica em área de maricultura no sul do Espírito Santo (Anchieta-ES)**. Monografia apresentada ao curso de Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo para obtenção do título em Bacharel em Oceanografia. UFES. Vitória, 2003/2.

SCHAEFFER, J.K. **Variações espaciais e temporais da comunidade fitoplanctônica na região estuarina dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirin (Aracruz-ES) e suas relações com os fatores ambientais**. Dissertação em Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade federal do Espírito Santo. 2005

SILVA, D. N. E. **Padrão de fixação de sementes do mexilhão *Perna perna* (Linné, 1758) no costão rochoso da Praia do Coqueiro, Anchieta – ES.** Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Espírito Santo para obtenção do título em Bacharel em Ciências Biológicas. UFES. Vitória, 2003/2

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. & ROCHA, O. **Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos.** São Carlos: RIMA, 2003.

SOFIA 2002. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** FAO Fisheries Department, 2002.

SUPLICY, F. A Capacidade de suporte nos cultivos de moluscos. **Panorama da aqüicultura**, São Paulo. v. 10, n. 57, p. 21-24. jan./fev. 2000

TAVARES, J.F.R.; ODEBRECHT, C. & PROENÇA, L.A.O. **Dinoflagelados Tóxicos: Um Risco em Área De Maricultura (Armação de Itapocoroy, Penha - SC, 2000).** Anais da XIV Semana Nacional de Oceanografia – Oceanografia e Sociedade: um desafio à teoria e à prática, Rio Grande: Centro Acadêmico Livre de Oceanologia.

TOMAS, C. K. **Identifying Marine Phytoplankton.** San Diego: Academic Press, 1997.

TOMAS, C. R. – **Identifying Marine Phytoplankton**, Academic Press, San Diego.

UEHLINGER, V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. Arch. Sci., 17(2): 121-123. 1964.

Informes UNESCO **Ciencias del Mar. Uruguay**, 47: 112-114 (1986).

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. **Mitt. Int. Ver. Theor. Argew. Limnol.**, 9: 1-38. 1958.

VALENTI, W.C.; POLI, C.R; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável.** Brasília. CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 299p

VALIELA, I. **Marine Ecological Processes**. Second Edition. New York: Springer, 1991.

