

C – Comunidades Marinhas

C1 - Comunidade Planctônica

a) Características Gerais

O plâncton é composto por organismos pelágicos, cujo poder de deslocamento é insuficiente para vencer a dinâmica das massas d'água e correntes marinhas. Devido ao baixo poder de deslocamento do plâncton, as massas d'água exercem grande influência sobre a organização da comunidade planctônica. Esta, por sua vez, é considerada um bom indicador das condições ambientais devido a esta relação intrínseca com as massas d'água (Mann & Lazier, 1991).

São componentes da comunidade planctônica: o fitoplâncton (microalgas: organismos autotróficos, p. ex. diatomáceas), zooplâncton (pequenos animais: organismos heterotróficos metazoários, p. ex. copépodos e larvas de crustáceos, moluscos e peixes), protozooplâncton (protozoários, p. ex. tintinídeos e radiolários) e bacterioplâncton (bactérias auto e heterotróficas).

Segundo a classificação proposta por Sieburth *et al.* (1978), em relação ao tamanho, o plâncton pode ser dividido em: picoplâncton (0,2 – 2 μm); nanoplâncton (2 – 20 μm); micropoplâncton (20 – 200 μm); macropoplâncton (200 – 2000 μm) e metapoplâncton (> 2000 μm). A grande diversidade de tamanhos e níveis tróficos dos organismos planctônicos resulta em diversas relações inter e intra-específicas, envolvendo competição por recursos orgânicos e inorgânicos.

O plâncton é de vital importância para os ecossistemas marinhos, pois representa a base da cadeia alimentar pelágica nos oceanos. Logo, mudanças em sua composição e estrutura podem ocasionar profundas modificações em todos os níveis tróficos. A comunidade planctônica apresenta um caráter altamente dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda; além disto, constitui excelente indicador ambiental, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do ambiente marinho (Nibakken, 1993).

b) Fitoplâncton

O fitoplâncton compreende as microalgas (unicelulares ou filamentosas) distribuídas entre as classes Bacillariophyceae (diatomáceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Prymnesiophyceae (cocolitoforídeos), Cryptophyceae (criptomônadas), Cyanophyceae (cianofíceas ou cianobactérias), Prasinophyceae (prasinomônadas) e Chlorophyceae (algas verdes). Esses organismos são responsáveis pela maior parte da produção primária nos oceanos.

O fitoplâncton é responsável pela fixação do carbono inorgânico, através de sua atividade fotossintética, transformando-o em carbono orgânico na zona eufótica, constituindo uma das bases para as cadeias alimentares marinhas. Como todos os organismos planctônicos, o fitoplâncton está sujeito a variações ambientais, principalmente aquelas relacionadas com a dinâmica de nutrientes, estratificação da temperatura na coluna d'água (formação da termoclina) e fenômenos oceanográficos como as frentes oceânicas.

A biomassa e a produtividade primária da comunidade fitoplanctônica da região nerítica é fortemente influenciada por aportes continentais de matéria orgânica e inorgânica associados à drenagem continental. O material particulado e os nutrientes carregados pelas chuvas e descargas fluviais aumentam a turbidez da água, podendo até dificultar a utilização da luz pelos organismos fitoplanctônicos (Margalef, 1978).

Em regiões rasas, em função da pequena profundidade, associada à passagem de frentes frias, que tornam as águas mais turbulentas, e da própria dinâmica de circulação local, os sedimentos do fundo são constantemente ressuspensos disponibilizando nutrientes regenerados na zona eufótica.

Assim, nas proximidades do continente, uma maior produtividade primária é observada nos primeiros metros da coluna d'água. Já na plataforma continental, a profundidade de maior concentração de biomassa fitoplanctônica se localiza acima da termoclina, entre 50 e 100 m (Valentin *et al.*, 1994).

- *Região Nerítica*

A caracterização da comunidade fitoplanctônica da região costeira da área de influência do Projeto Mexilhão, foi baseada em dados secundários apresentados em relatórios e trabalhos científicos.

A comunidade fitoplanctônica de 15 praias paulistas, localizadas na área de influência do Projeto Mexilhão, foi avaliada quali- e quantitativamente (Figura II.5.2-31) no Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias (CETESB, 2004a), no capítulo dedicado ao Estudo das Florações de Microalgas Algas Nocivas (Villac *et al.*, 2004).

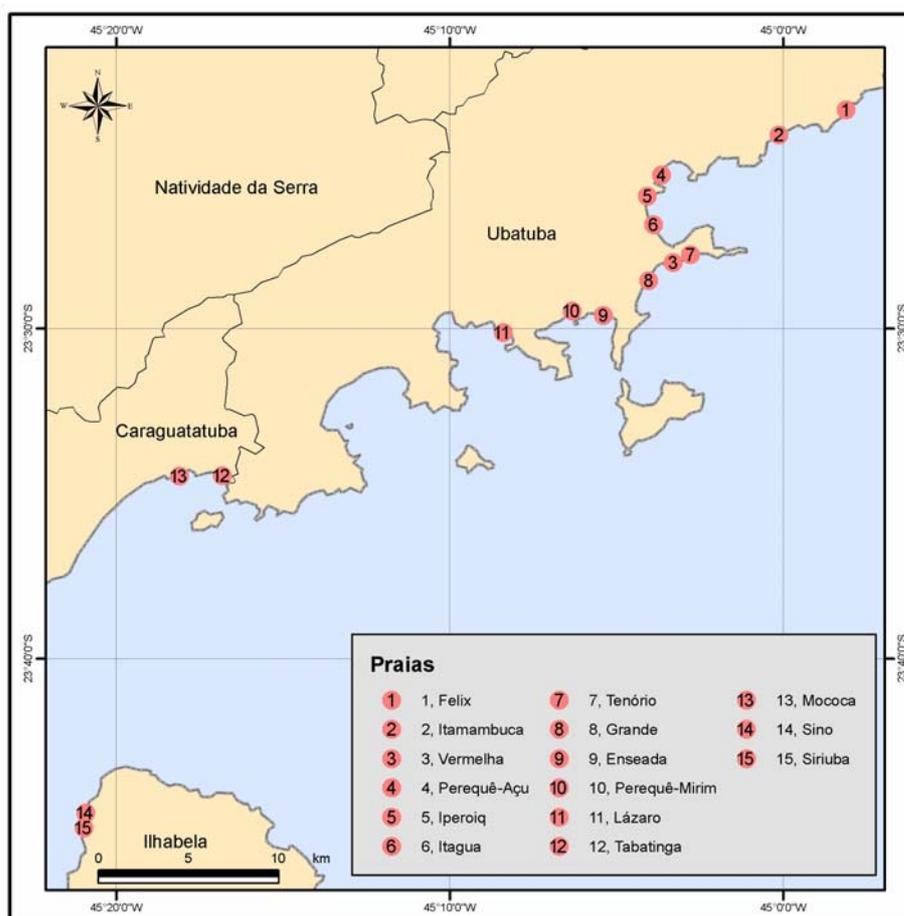


Figura II.5.2-31 - Pontos de amostragem de microfitoplâncton ao longo do Litoral Norte de São Paulo.

Fonte: modificado de Villac *et al.*, 2004.

Proliferações anômalas de algumas espécies de microalgas, fenômeno conhecido como florações de algas, têm sido registradas principalmente no verão. Segundo Villac *et al.* (2004), nos cinco verões anteriores à publicação de seu trabalho, foram registradas florações de microalgas em pontos do litoral paulista, destacando a importância do estudo das comunidades fitoplanctônicas, especialmente nas proximidades de centros urbanos e turísticos (Quadro II.5.2-17).

Os resultados preliminares deste estudo revelaram que a riqueza variou de 8 a 47 táxons por ponto amostrado, gerando um inventário de 179 táxons, composto predominantemente por diatomáceas e dinoflagelados (Figura II.5.2-32).

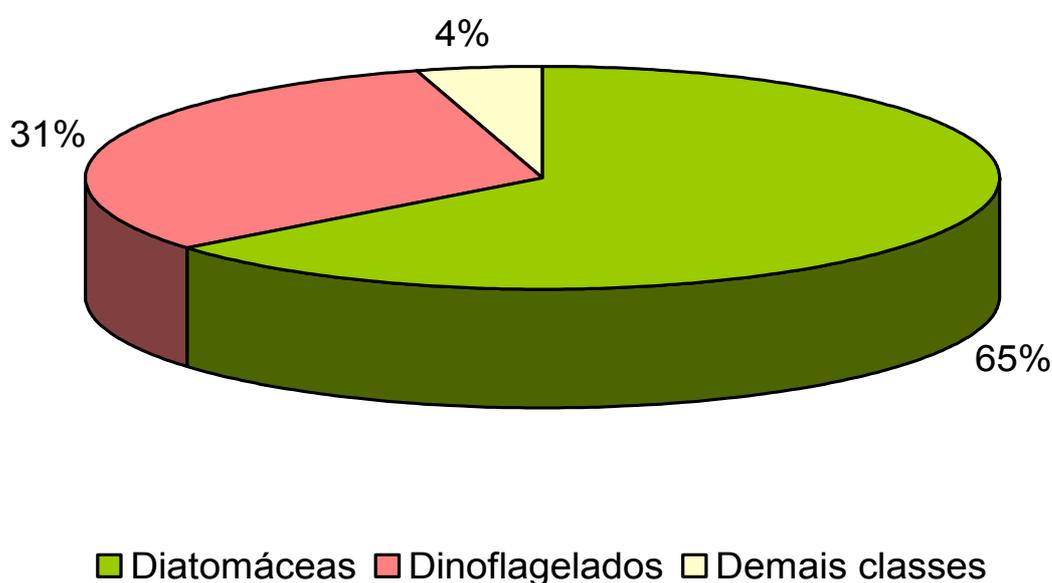
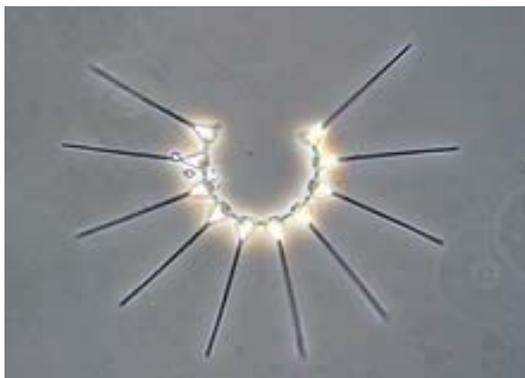


Figura II.5.2-32 - Contribuição relativa do número de espécies dos principais grupos do fitoplâncton marinho de praias do Litoral Norte de São Paulo. Fonte: Villac *et al.*, 2004.

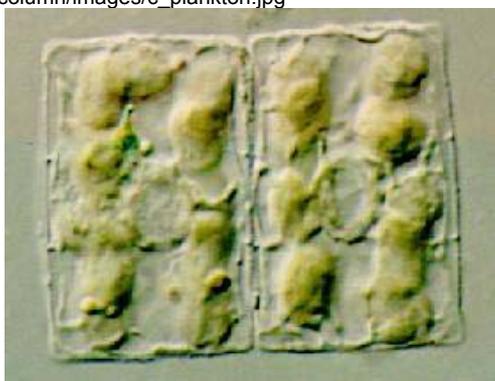
Em relação à composição da comunidade fitoplanctônica típicas da zona de arrebentação de praias arenosas (Figura II.5.2-33), as mais adaptadas são as diatomáceas, que apresentam migração vertical no sedimento e entre o sedimento e a coluna d'água, como representantes dos gêneros *Aulacodiscus*, *Chaetoceros*, *Asterionella* e *Anaulus* (Brown & McLachlan, 1994).

A) *Asterionella*

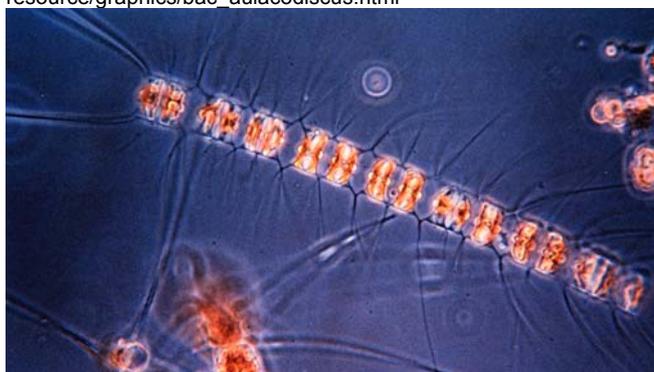
Fonte: http://www.metocean.co.jp/eco/bcknmb/column/images/c_plankton.jpg

B) *Aulacodiscus*

Fonte: http://www.csupomona.edu/~jcclark/classes/bot125/resource/graphics/bac_aulacodiscus.html

C) *Anaulus*

Fonte: <http://www.upe.ac.za/botany/surfdiat/images/anaaus1.jpg>

D) *Chaetoceros*

Fonte: http://www.bio.mtu.edu/the_wall/phycodisc/CHROMOPHYTA/BACILLARIOPHYCEAE/gfx/CHAETOCEROS.jpg

Figura II.5.2-33 - Diatomáceas típicas da zona de arrebentação de praias arenosas.

Quadro II.5.2-17 - Espécies encontradas em praias arenosas do Litoral Norte de São Paulo já citadas como formadoras de floração.

Diatomáceas
<i>Anaulus</i> sp.(1) *
<i>Asterionellopsis glacialis</i>
<i>Cerataulina pelagica</i>
<i>Coscinodiscus wailesii</i>
<i>Cylindrotheca closterium</i> (complexo <i>Nitzshia longissima</i> / <i>Cylindrotheca closterium</i>) *
<i>Guinardia delicatula</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>
<i>Pseudo-nitzshia</i> spp *
<i>Alexandrium</i> sp. (1)*
<i>Ceratium fusus</i>

(continua)

Quadro II.5.2-17 (conclusão)

Diatomáceas
<i>Ceratium hircus</i>
cf. <i>Gymnodinium</i> sp. (1) *
Dinoflagelados
<i>Dinophysis caudata</i>
<i>Dinophysis</i> tipo <i>acuminata</i> *
<i>Dinophysis tripos</i>
<i>Noctiluca scintillans</i>
<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Protoperdinium</i> (? <i>Peridinium</i>) cf. <i>quinquecorne</i>
Silicoflagelados
<i>Dictyocha fibula</i>

Fonte: Villac et al. (2004).

Os maiores valores de densidade celular total (nano- e microfitoplâncton) encontrados por Villac et al. (2004), foram observados nas praias dos municípios de Ilhabela (Sino e Siriúba) e de Caraguatatuba (Tabatinga e Mocóca), onde também foram registradas maiores densidades absoluta e relativa de diatomáceas (Figura II.5.2-34).

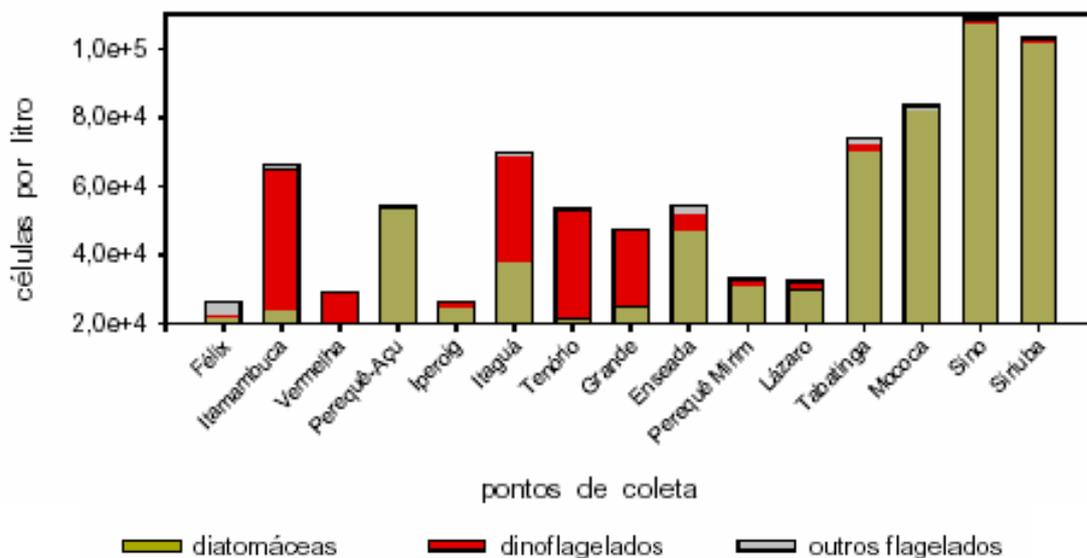


Figura II.5.2-34 - Densidade celular total, e por grupos, do fitoplâncton marinho amostrado nas praias do Litoral Norte de São Paulo.

Fonte: Villac et al. (2004)

Em relação à distribuição espacial da comunidade fitoplanctônica, de modo geral, é observado um decréscimo na biomassa da costa (Água Costeira - AC) em direção ao mar aberto (Água Tropical - AT) (Aidar *et al.*, 1993).

Longe da região litorânea, depois da quebra da plataforma continental, florescimentos transitórios de diatomáceas, cianobactérias filamentosas e dinoflagelados podem ser observado associados a eventos de eutrofização, como o da ressurgência da ACAS (Pires-Vanin *et al.*, 1993).

A composição específica e a densidade da comunidade planctônica também respondem às variações sazonais, influenciadas, principalmente, pelas massas d'água presentes na plataforma continental. Quantitativamente, a proximidade da costa favorece o aporte de nutrientes durante os meses mais chuvosos do verão, propiciando um grande aumento na densidade e na biomassa fitoplanctônica (Valentin *et al.*, 1994).

A produtividade e a fertilidade das águas da plataforma continental da Bacia de Santos estão intimamente associadas ao aporte de águas frias e ricas em nutrientes da ACAS para os meses de verão. Esse fenômeno ocorre em alguns pontos da costa e na região da plataforma interna e média, onde é forte a influência da ACAS. Alguns estudos indicam também a influência de águas ressurgidas em Cabo Frio (RJ), que se deslocam para o sul, chegando até São Sebastião (SP) (Gaeta, 1999).

Durante o inverno, um aumento de biomassa fitoplanctônica, está relacionado a uma massa de água superficial mais fria e menos salina, relativamente rica em nutrientes, proveniente do sul do Brasil e advectando na direção norte ao longo da plataforma continental (Gaeta, *op cit.*).

Segundo o autor, a plataforma continental interna pode apresentar condições mesotróficas a eutróficas; enquanto as plataformas média, externa e quebra de plataforma, geralmente apresentam condições mesotróficas, chegando às vezes a eutróficas, com valores típicos de ressurgências de quebra de plataforma ($> 2 \text{ gC/m}^2\text{.dia}$) no verão (média planetária $200 \text{ gC/m}^2\text{.ano}$).

Várias áreas costeiras do estado de São Paulo como Praia Grande, Santos, Guarujá e Canal de São Sebastião têm sido objeto de estudo em função da presença de emissários submarinos (Gaeta, *op cit.*).

Frazão & Gaeta (2002) avaliaram a eutrofização por esgotos domésticos e sua influência sobre a comunidade fitoplanctônica em Ubatuba, Praia Grande e Santos, no litoral do Estado de São Paulo. A densidade celular variou entre 0,76 a 48,6 cel/l entre as 59 estações costeiras avaliadas (27 em Ubatuba, 20 na Praia Grande, 12 em Santos). A análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos permitiu classificar Ubatuba, Praia Grande e Santos como regiões oligo-, meso- e eutróficas, respectivamente.

Apesar dos valores de produtividade primária observados terem sido crescentes em relação ao aumento do estado trófico durante este estudo, a eficiência fotossintética mostrou-se inversamente correlacionada, sugerindo que apesar do processo de eutrofização estimular o aumento da produção total do sistema, provavelmente também exerce um efeito inibitório sobre os organismos (Frazão & Gaeta, *op cit.*).

Gianesella-Galvão (1982) observou menores concentrações fitoplanctônicas na Baía de Santos durante o período de inverno. No verão, o aumento no turismo em Santos e São Vicente gera maiores volumes de esgoto sanitário. Durante esta estação do ano, foram registradas concentrações máximas ($51,2 \times 10^6$ cel/l), associadas a maiores concentrações de nutrientes. Em Santos, a diatomácea *Skeletonema costatum*, espécie típica de início de sucessão ecológica, é dominante.

Densidades fitoplanctônicas entre 11 - 249 org/mL foram registradas na região costeira em frente ao município de Ubatuba. As diatomáceas também foram o grupo predominante sendo *Chaetoceros* spp., *Skeletonema costatum* e *Thalassionema nitzschioides* as mais abundantes. Entre os dinoflagelados destacaram-se *Protoperdinium* spp e *Prorocentrum* spp (Roquetti *et al.*, 1983).

Valentin *et al.* (1994) identificaram 85 espécies de diatomáceas e 92 de dinoflagelados em amostras do litoral de São Paulo. O gênero que apresentou o maior número de espécies entre as diatomáceas foi o *Rhizosolenia* (14), e dentre os dinoflagelados o *Ceratium* (36).

Para as águas superficiais costeiras do Estado de São Paulo, foram registrados na Baía de Ubatuba valores para produção primária entre 0,24 e 28,16 mgC/m².h (Teixeira, 1973 *apud* Valentin *et al.*, 1994). No canal de São Sebastião os valores de produção primária oscilaram entre 4,8 e 5,2 mgC/m².h

(Gaeta *et al.*, 1990). Na região da baía de Santos os valores de produção primária ficaram entre 22,6 e 488,4 mgC/m².h (Galvão, 1978 *apud* Valentin *et al.*, 1994) e na região do estuário de Cananéia, entre 3 e 72 mgC/m².h (Tundisi *et al.*, 1973 *apud* Valentin *et al.*, 1994).

Para a região ao largo de Santos e Cananéia foram registrados valores de produção primária entre 0,50 e 2,00 mgC/m².h (Brandini, 1986 *apud* Valentin *et al.*, 1994), enquanto na região da plataforma ao largo de Ubatuba, os valores encontrados apresentaram maior oscilação, variando entre 0,50 mgC/m².h e 15,18 mgC/m².h (Metzler, 1991 *apud* Valentin *et al.*, 1994).

Dados sobre a produção primária fracionada incluindo o picoplâncton (Teixeira & Gaeta, 1991 e Gaeta *et al.*, 1992 *apud* Valentin *et al.*, 1994), mostraram a contribuição relevante destes organismos para os ecossistemas costeiros paulistas. A contribuição picoplanctônica para a produção primária pode variar de 3 a 29% (Cananéia) e de 14 a 36% (Ubatuba) e, para a biomassa, de 6 a 12% (Ubatuba). O nanoplâncton é, quantitativamente, a fração mais importante na produção primária costeira (29 a 74%). A contribuição do microfitoplâncton para a produção primária pode variar entre 9 e 48%, em Ubatuba. Na região de São Sebastião, a fração picoplanctônica é responsável por 47 a 64% do total da produção primária (Gianesella-Galvão *et al.*, 1996).

Os efeitos da hidrografia sobre a distribuição e composição do fitoplâncton em águas costeiras e oceânicas da região sul e sudeste foram avaliados no outono (Brandini & Moraes, 1986) e no inverno (Brandini, 1988) de 1982. O inventário das espécies listadas nestes trabalhos encontra-se no Anexo II.5-1.

Entre maio e junho de 1983, foram coletadas amostras da comunidade fitoplanctônica ao norte da convergência Subtropical, entre São Paulo e o Rio Grande do Sul (23 e 30°S e entre 45 e 49°W), onde ocorre o encontro de águas tropicais oligotróficas com águas frias de origem sub-antártica mais ricas em nutrientes (Brandini & Moraes, 1986).

A partir de 16 amostras coletadas na superfície, Brandini & Moraes (1986) identificaram, 87 táxons, distribuídos entre diatomáceas (49 táxons), dinoflagelados (33 táxons), cocolitoforídeos (1 táxon), silicoflagelados (2 táxons) e cianofíceas (2 táxons) (Figura II.5.2-35).

As diatomáceas *Coscinodiscus* sp., *Coscinosira* sp., *Pleurosigma* sp., *Pseudoeunotia doliolus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiotrix frauenfeldii* e *T. mediterranea* se destacaram pela maior frequência, enquanto *Skeletonema costatum* se destacou pela abundância nas proximidades do talude continental (Brandini & Moraes, 1986).

Prorocentrum spp. e *Protoberidinium* spp. foram os dinoflagelados mais abundantes, enquanto o gênero *Ceratium* se destacou pelo maior número de espécies em toda área amostrada entre São Paulo e Rio Grande (Brandini & Moraes, 1998).

Destaca-se também a ocorrência do cocolitoforídeo *Coccolithus huxleyi*, dominando numericamente a maioria das amostras, e do silicoflagelado *Dictyocha fibula* mais abundante nas águas costeiras catarinenses (Brandini & Moraes, 1986).

Entre as cianofíceas, *Anabaena* sp. foi a espécie dominante nas estações costeiras, enquanto *Oscillatoria* (= *Trichodesmium*) *erythraeum* foi mais abundante em estações oceânicas da área entre São Paulo e o Rio Grande do Sul (Brandini & Moraes, 1986).

Durante o inverno de 1982 foram coletadas amostras de sub-superfície em 91 estações com garrafa Van Dorn (análise quali- e quantitativa) e arrasto horizontal (análise qualitativa) entre Santos (SP) e o Cabo de Santa Marta Grande (SC) (Brandini, 1988). Nesse trabalho, Brandini (1988) identificou 168 táxons distribuídas entre diatomáceas (93 táxons), dinoflagelados (65 táxons), cocolitoforídeos (4 táxon), silicoflagelados (3 táxons) e cianofíceas (3 táxons).

Comparando os resultados do outono (Brandini & Moraes, 1986) e do inverno (Brandini, 1988) de 1982, podemos observar uma maior riqueza taxonômica durante o inverno. No entanto, é importante ressaltar também o maior esforço amostral (número de estações e arrastos com rede) realizado durante a campanha de inverno antes de associar esses resultados a variações sazonais.

Destaca-se que a riqueza relativa das classes do fitoplâncton praticamente não se alterou entre o outono e o inverno (Figura II.5.2-35) apesar das diferenças metodológicas.

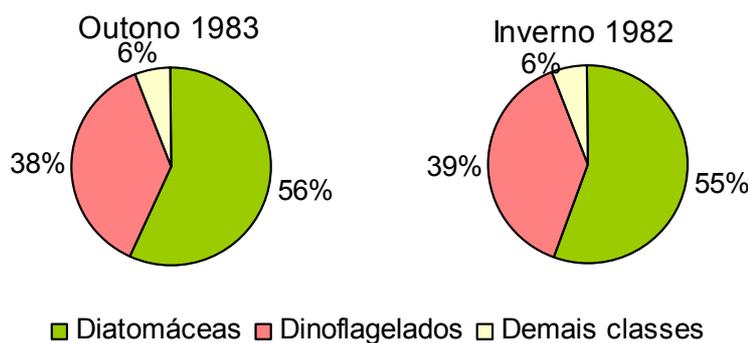


Figura II.5.2-35 - Participação percentual das classes do fitoplâncton marinho no número de táxons no outono (Brandini & Moraes, 1968) e no inverno (Brandini, 1988)

A densidade celular total (nano- e microplâncton) variou entre 0,48 e 37×10^4 cel/l, com maiores concentrações na zona costeira, decrescendo em direção à região oceânica atingindo valores inferiores a 5×10^4 cel/l (Brandini, 1988).

O nanoplâncton, representado principalmente por fitoflagelados ($0,41$ e $36,6 \times 10^4$ cel/l), foi a fração celular dominante no estudo realizado por Brandini (1988).

Os coccolitoforídeos (< 1 a 37×10^3 cel/L), representados principalmente por *Emiliana huxleyi*, concentraram sua ocorrência na área norte (SP) da região estudada por Brandini (1988). O mesmo padrão de distribuição geográfica foi observado para as cianofíceas (> 1200 cel/l) por este autor.

Brandini (1988) observou que as diatomáceas, dinoflagelados e silicoflagelados concentraram sua ocorrência na área sul (SC) da região estudada.

Estudando o fitoplâncton da Baía de Sepetiba (RJ), como parte do Programa GloBallast (*Global Ballast Water Management Programme*), Tenenbaum *et al.*, (2004) avaliaram a composição da comunidade fitoplanctônica em dois pontos do litoral de Angra dos Reis (Anexo II.5 -1).

As amostras foram coletadas, na primavera e no outono, na praia do Abraão, na Ilha Grande e em frente ao Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG). A Figura II.5.2-36 apresenta o número de táxons encontrados por

Tenenbaum *et al.*, (2004) em cada ponto na primavera (novembro de 2001) e no outono (abril de 2002).

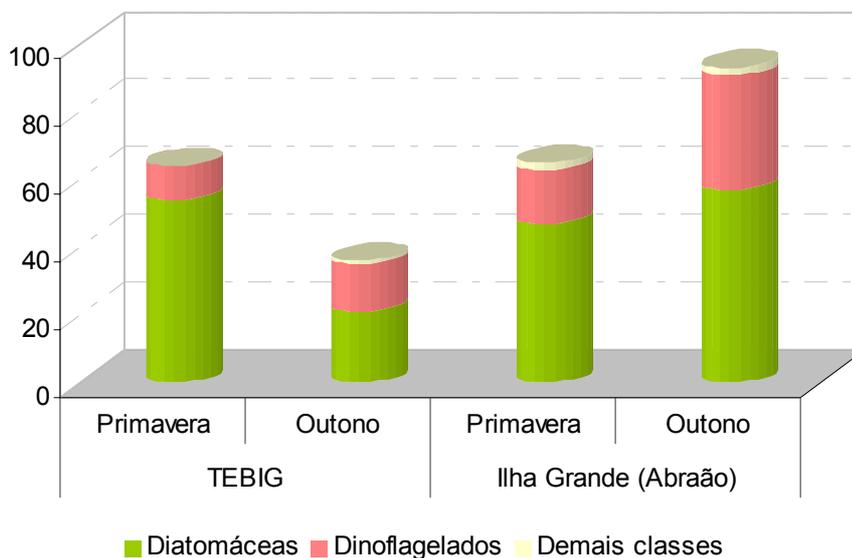


Figura II.5.2-36 - Número de táxons do microfitoplâncton listados por Tenenbaum *et al.*, (2004).

Na Baía de Guanabara, onde se localiza a base de apoio às atividades do Projeto Mexilhão, cerca de 200 espécies do fitoplâncton foram identificadas (dentre diatomáceas, dinoflagelados, silicoflagelados, criptofíceas, clorofíceas, prasinofíceas e cianobactérias), das quais 70% foram diatomáceas, seguidas pelos dinoflagelados (30%). As diatomáceas de grande porte ($> 50 \mu\text{m}$) dominam nas águas mais claras próximas à entrada da baía e os flagelados do nanoplâncton nas regiões mais interiores (Schutze *et al.*, 1989; Villac, 1990; Valentin *et al.*, 1999; Santos, 2002).

O fitoplâncton da Baía de Guanabara é dominado por formas nanoplânctônicas, com alta taxa de divisão celular, e espécies de cianofíceas características de ambientes impactados (Schutze *et al.*, 1989; Villac, 1990; Valentin *et al.*, 1999; Tenenbaum *et al.*, 2001; Santos, 2002).

A densidade celular do fitoplâncton da baía atinge, freqüentemente, concentrações acima de 10^6 cel/l. As altas concentrações de cianobactérias filamentosas (até $7 \cdot 10^8$ fil/l) constituem um padrão comum para a Baía de

Guanabara, sem excluir, porém, a proliferação de outros grupos fitoplanctônicos (diatomáceas, de 3 a $5 \cdot 10^7$ cel/l, dinoflagelados, $\cong 3 \cdot 10^7$ cel/l) (Schutze *et al.*, 1989; Villac, 1990; Valentin *et al.*, 1999; Santos, 2002).

A forte representatividade quantitativa de todos os grupos é indicadora de condições favoráveis ao desenvolvimento simultâneo dos diferentes táxons, superando assim os efeitos da competição interespecífica (Villac, 1990).

- *Região Oceânica*

Os oceanos tropicais apresentam uma estrutura vertical caracterizada pela nítida estratificação (temperatura e salinidade) da coluna d'água. Uma camada superficial quente e leve é separada de uma camada mais fria e densa pela termoclina, uma região de mudança brusca de temperatura e densidade. A estratificação vertical se dá através da diminuição, da superfície em direção ao fundo das forças dinâmicas que operam na superfície do oceano (por ex. incidência solar e vento). Assim, a barreira física gerada pela termoclina impede que os nutrientes do fundo alcancem a região superficial iluminada, restringindo os processos de fotossíntese e causando baixa produtividade biológica (Mann & Lazier, 1991). Este padrão é quebrado por fenômenos oceanográficos como a ressurgência.

A termoclina age, também, como uma barreira física à sedimentação do fitoplâncton, e, associada as características hidrológicas e a disponibilidade de luz, favorece o máximo de biomassa fitoplanctônica em sub-superfície (Mann & Lazier, 1991).

As pequenas formas arredondadas, com maior relação superfície/volume permitem, entre outras vantagens, a maior absorção de nutrientes e a permanência mais prolongada do indivíduo na camada fótica (Margalef, 1978). Assim, em condições de estratificação da coluna d'água, quando a disponibilidade de nutrientes é menor, esses organismos apresentam maior vantagem adaptativa, sustentando uma cadeia trófica de rápida reciclagem, porém de pouca energia transmitida (Pomeroy, 1974; Azam *et al.*, 1983). Em função da sua alta taxa de divisão, as frações pico e nanoplanctônicas participam de maneira significativa na

biomassa e produção primária das águas tropicais (Margalef, 1978; Lins da Silva *et al.*, 1988; Valentin *et al.*, 1994; Susini-Ribeiro, 1996, 1999).

As maiores frações do fitoplâncton oceânico (20-200 μm) dependem de adaptações para sua manutenção na camada iluminada da coluna d'água, além de uma certa mobilidade. Dentre os organismos maiores e mais comuns nos ambientes oligotróficos destacam-se os grandes dinoflagelados dos gêneros *Ceratium* e *Oxytoxum*, que apresentam prolongamentos e espinhos como adaptação à flutuabilidade; as diatomáceas cêntricas (*Guinardia*, *Chaetoceros*, *Pararalia*) com grandes vacúolos; as diatomáceas penatas (*Nitzschia*, *Lioloma*, *Thalassiotrix*) em forma de agulha e as diatomáceas formadoras de cadeia.

No oceano tropical oligotrófico a escassez de nutrientes favorece a dominância do picoplâncton, que suporta uma cadeia trófica de rápida reciclagem, porém de pouca energia transmitida (Azam *et al.*, 1983). Estudos recentes evidenciam que as frações pico e nanoplanctônicas participam de maneira significativa na biomassa e produção primária das águas tropicais em razão da sua alta taxa de divisão (Margalef, 1978; Lins da Silva *et al.*, 1988; Valentin *et al.*, 1994; Susini-Ribeiro, 1996, 1999). A escassez de estudos e a conseqüente falta de conhecimento acerca dessas frações se devem às dificuldades metodológicas associadas ao estudo de organismos tão pequenos.

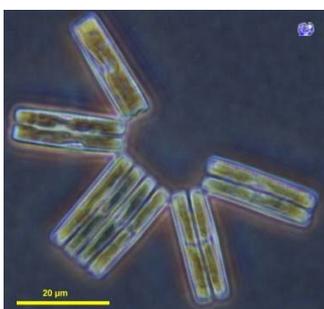
A comunidade fitoplanctônica dos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21, localizadas na região oceânica entre as isóbatas de 2.000 e 2.500 m (25° – 26°30" S e 42°30" - 44°30" W), na Bacia de Santos, foi avaliada em 20 estações na superfície; acima, dentro e abaixo da termoclina; e a 200 m de profundidade (Petrobras/HABTEC, 2003).

O inventário florístico (Anexo II.5-1) apresentou um maior número de táxons de diatomáceas, seguidas pelos dinoflagelados, coccolitoforídeos, silicoflagelados e cianofíceas. Destaca-se a redução do número de táxons encontrados em direção ao fundo (Petrobras/HABTEC, 2003). Como esperado para regiões oceânicas, este estudo revelou a presença de um grande número de espécies com baixa densidade sendo grande parte delas consideradas raras (Petrobras/HABTEC, 2003).

Em termos qualitativos, o predomínio das diatomáceas sugere a maior participação das células autotróficas, em detrimento dos heterotróficos (alguns

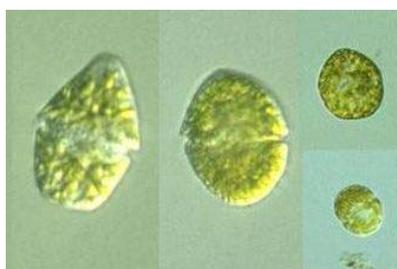
dinoflagelados e silicoflagelados), o que difere do encontrado em Cupelo (2000), onde os dinoflagelados dominaram a comunidade.

Dentre as espécies fitoplanctônicas encontradas na região oceânica da Bacia de Santos (Figura II.5.2-37) destacam-se dentre as diatomáceas *Pseudo-nitzschia "delicatissima"*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassionema cf. bacillare*, *Leptocylindrus mediterraneus*. Dentre os dinoflagelados os atecados do grupo Gymnodiniales apresentaram grande participação quali-quantitativa, bem como *Pronoctiluca spinifera*, *Pronoctiluca cf. pelagica* e *Podolampas spinifera*. Já entre os coccolitoforídeos tiveram destaque *Syracosphaera* spp., *Rhabdosphaera* sp. e *Discosphaera tubifer* (Petrobras/HABTEC, 2003).



A) *Thalassionema nitzschioides*

Fonte: <http://www.sb-roscoff.fr/scripts/microscope.php?func=imgDetail&imageID=13407>



B) *Gymnodiniales*

Fonte: <http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Mastigophora/Gymnodinium/Gymnodinium.jpg>



C) *Discosphaera tubifer*

Fonte: <http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~inouye/ino/h/Discosphaera.GIF>

Figura II.5.2-37 - Espécies fitoplanctônicas encontradas na região oceânica da Bacia de Santos.

A densidade celular do microfitoplâncton na área dos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21 variou entre 31 a 2.932 cel/l. As maiores concentrações foram observados na profundidade da termoclina e abaixo desta, com alguns pontos, que apresentaram maior densidade em superfície e acima da termoclina (Petrobras/HABTEC, 2003).

Gaeta (1999) também encontrou condições oligotróficas nas águas do talude e da margem continental na área da Bacia de Santos corroborando os resultados apresentados por Petrobras/HABTEC (2003).

c) Zooplâncton

Os organismos metazoários que compõem o zooplâncton representam um papel fundamental na teia alimentar pelágica, funcionando como importante elo entre a produção fitoplanctônica e os níveis tróficos superiores.

O zooplâncton pode ser dividido em dois grupos básicos: o holoplâncton, incluindo os organismos que passam todo o seu ciclo de vida no plâncton; e o meroplâncton, representado por ovos, larvas e juvenis de organismos bentônicos e nectônicos que passam apenas parte de seu ciclo vital no plâncton. Praticamente todos os filos de invertebrados marinhos estão representados no zooplâncton, ao menos durante alguma etapa do ciclo de vida. Dentre os muitos grupos componentes, os mais numerosos são os crustáceos (Yoneda, 1999).

- *Região Nerítica*

A caracterização da comunidade zooplanctônica da região costeira da área de influência do Projeto Mexilhão, foi baseada em dados secundários apresentados em relatórios e trabalhos científicos.

No litoral norte de São Paulo, os copépodes constituem o grupo dominante, com destaque para os calanóides *Paracalanus quasimodo*, *Ctenocalanus heronae* e *Temora stylifera*. Entre os demais grupos do zooplâncton destacam-se pela abundância o cladócero *Penilia avirostris*, a apendiculária *Oikopleura dioica* (Figura II.5.2-38) e os quetognatos do gênero *Sagitta* (Pires-Vanin *et al.*, 1993).

Na região de Ubatuba, o domínio dos copépodes também foi observado por Liang & Vega-Perez (1995), sendo as espécies *Acartia lilljeborgi* e *Paracalanus crassirostris* as mais comuns. Também foram registrados os gêneros *Oncaea*, *Corycaeus*, *Temora* e *Eucalanus*. Os cladóceros, moluscos, náuplios, apendiculárias e poliquetas também são importantes constituintes do zooplâncton da região (Brandini *et al.*, 1997).



A) *Penilia avirostris*
Fonte: www2s.biglobe.ne.jp



B) *Oikopleura dioica*
Fonte: www.forskning.no



C) *Temora stylifera*
Fonte: http://homepage.mac.com/a.shiroza/plankton/ssf/t_stylifera_m_e.html

Figura II.5.2-38 - Espécies do zooplâncton do Litoral Norte de São Paulo. (A) Cladóceras, (B) apendiculária, (C) copépode.

Um estudo sobre a composição e distribuição dos copépodes da família Paracalanidae na região costeiro-oceânica ao largo de São Sebastião (veja-Pérez & Hernandez, 1997) revelou a presença de 2 gêneros desta família: *Paracalanus* com 6 espécies (*P. quasimodo*, *P. indicus*, *P. aculeatus*, *P. campaneri*, *P. crassirostris* e *P. nanus*) e *Acrocalanus* com somente 1 espécie (*A. longicornis*). A densidade da família Paracalanidae variou de 1.10^3 a 4.10^4 ind/m³.

Ainda em São Sebastião, a ocorrência ocasional das espécies de copépodos *Clausocalanus furcatus*, *Oithona plumifera* e *Temora stylifera* sugerem a presença de água costeira fria durante o inverno. A espécie de copépodo *Calanoides carinatus* foi registrada em grande número nas águas superficiais de plataforma na região de São Sebastião-Ubatuba, associada à ressurgência da ACAS (Campaner & Honda, 1985 *apud* Valentin *et al.*, 1994). A espécie de misidáceo *Mysidium gracile*, geralmente associada a águas rasas e abrigadas, também foi reportada para esta região (Reis, 1994).

Em Cananéia, os copépodos constituem 79 a 96% do zooplâncton total, sendo as ordens Calanoida (24 spp.), Cyclopoida (7 spp.) e Poecilostomatoida (6 spp.) as mais representativas. Ocorrem também urocordados (Larvacea), hidrozoários e larvas de poliquetas e moluscos (Vega-Pérez *et al.*, 1996).

Considerando a plataforma continental sudeste do Brasil, Oliveira (1999) estudou a comunidade zooplânctônica em amostras coletadas na região entre Mongaguá (SP) e o Cabo de Santa Marta Grande (SC), durante diferentes épocas

do ano de 1976 (verão, outono e primavera). De um modo geral, a comunidade apresentou dominância quali-quantitativa de Crustacea, principalmente Copepoda, Chordata (Urochordata), Cnidaria, Chaetognatha, Mollusca, Annelida e Echinodermata, entre 147 táxons encontrados em 11 filos.

Ao longo desse estudo, a classe Copepoda representou de 35 a 45% da abundância total zooplânctônica na primavera e outono, respectivamente, enquanto as demais classes juntas (cladoceros, taliáceos, chaetognatos, sifonóforos, larváceos, decápodos, ostrácodos e anfípodos) representaram de 55 a 65% no outono e primavera, respectivamente (Oliveira, *op cit.*).

A Água Tropical (AT) localizada na região da quebra da plataforma, durante o outono e a primavera, invade a plataforma continental durante o verão, ocasionando baixas densidades de organismos zooplânctônicos durante esta estação. Maiores densidades zooplânctônicas durante o outono na AT, provavelmente estão associados à presença de vórtices ciclônicos (Oliveira, *op cit.*).

Durante o verão, a zona de núcleos frios está localizada entre as isóbatas de 60 e 70 m, enquanto na primavera se aproxima da isóbata de 100 m e durante o outono se mantém ao longo da linha de quebra da plataforma continental (Oliveira, *op cit.*).

Os resultados de Oliveira (1999) evidenciaram que os maiores valores de abundância estiveram relacionados à dinâmica de intrusão da ACAS sobre a plataforma durante a primavera e o verão, refletindo numa maior produtividade biológica, enquanto no outono, com a maior retração da ACAS, a plataforma continental retorna às condições de oligotrofia com predomínio da AC (Água Costeira).

Os Quadros II.5.2-18, II.5.2-19 e II.5.2-20, a seguir, apresentam as áreas e grupos faunísticos definidos por Oliveira (1999) respectivamente, para o verão, outono e primavera.

Quadro II.5.2-18 - Áreas e grupos faunísticos definidos para o verão de 1976, na região entre Mongaguá (SP) e Cabo de Santa Marta Grande (SC).

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DURANTE O VERÃO		GRUPOS FAUNÍSTICOS DURANTE O VERÃO	
COSTEIRA	Localizada ao longo da costa até a isóbata de 50 m. Predominantemente sob influência da AC com ACAS. Caracterizada por altos valores de densidade zooplancônica apenas ao sul da área de estudo. A maioria dos táxons é carnívora. Entre os grupos faunísticos melhor representados nessa área destacam-se os organismos costeiros, dominantes e de transição.	COSTEIRO	Incluiu a maior parte do meroplâncton, com predomínio de táxons carnívoros. Destacam-se o herbívoro <i>Penilia avirostris</i> , os carnívoros Ostracoda <i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus</i> e <i>Calanopia americana</i> e o copépodo onívoro <i>Centropages velificatus</i> .
VÓRTICES	Localizada ao norte da área de estudo entre as isóbatas de 75 e 90 m. Sob influência da AC na superfície e ACAS na subsuperfície. Caracterizada pela presença de duas comunidades: na superfície com domínio do herbívoro Thaliacea, em subsuperfície com o domínio do copépodo herbívoro <i>Calanoides carinatus</i> , característico de áreas de ressurgência. Apresenta baixa densidade e número de táxons com predomínio de carnívoros, ausência de diversos táxons costeiros e dominantes e presença de Euphasiacea.	DOMINANTE	Incluiu os grupos mais freqüentes e abundantes em toda a área de estudo. Predomínio de táxons carnívoros. Esse grupo se caracteriza pelo domínio dos herbívoros Thaliacea, Oikopleuridae e Clausocalanidae, dos carnívoros Chaetognatha, <i>Oithona</i> spp., <i>Lucifer faxoni</i> , <i>Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti</i> , <i>Oncaea venusta</i> , Hidromedusa e Amphipoda e os copépodos onívoros <i>Temora stylifera</i> , <i>Eucalanus pileatus</i> e <i>Paracalanus</i> spp.
NÚCLEOS FRIOS	Localizada no centro da área de estudo entre as isóbatas de 60 e 140 m. Sob influência da AC e da ACAS. Caracterizada pelas maiores densidades zooplancônicas, e maior número de táxons carnívoros. Os grupos mais freqüentes e abundantes são representados pelos organismos dominantes e de transição.	TRANSIÇÃO	A maioria dos táxons desse grupo faunístico é carnívora. Os herbívoros <i>Calanoides carinatus</i> , <i>Calanus minor</i> e <i>Acartia danae</i> , o carnívoro Siphonophora e o onívoro <i>Saphirina</i> spp. se destacam.
OCEÂNICA	Localizada entre as isóbatas de 100 e 350 m. Sob maior influência da AT e da ACAS. Essa área se caracteriza por baixas densidades sendo a maioria dos táxons carnívoros. Os grupos mais freqüentes e abundantes foram os dominantes e de transição.	OCEÂNICO	Predomínio de táxons onívoros. Entre os principais representantes desse grupo destacam-se os herbívoros Fritillariidae e <i>Calanus tenuicornis</i> , os carnívoros <i>C. (Corycaeus) speciosus</i> e <i>Farranula gracilis</i> e os onívoros Euphasiacea, <i>Pleuromamma</i> spp. e <i>Scolecithrichidae</i> .

Fonte: Oliveira (1999).

Quadro II.5.2-19 - Áreas e grupos faunísticos definidos para o outono de 1976, na região entre Mongaguá (SP) e Cabo de Santa Marta Grande (SC).

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DURANTE O OUTONO		GRUPOS FAUNÍSTICOS DURANTE O OUTONO	
COSTEIRA	Inclui a região ao longo da costa situada até a isóbata de 25 m. Sob influência da AC. A área costeira se caracteriza por apresentar baixa densidade de zooplâncton, um maior número de táxons carnívoros, com predomínio de organismos costeiros, dominantes e de transição.	COSTEIRO	Esse grupo faunístico engloba os organismos mais abundantes nas áreas classificadas como costeiras e costeiras-eutróficas. Observa-se um predomínio de táxons carnívoros. Destacam-se os herbívoros <i>Penilia avirostris</i> e <i>Evadne tergestina</i> , os carnívoros <i>Calanopia americana</i> , <i>Lucifer faxoni</i> e <i>Pontellopsis</i> spp. e os onívoros <i>Centropages velificatus</i> e <i>Paracalanus</i> spp. Os táxons dominantes foram <i>P. avirostris</i> e <i>C. velificatus</i> .

(continua)

Quadro II.5.2-19 (conclusão)

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DURANTE O OUTONO		GRUPOS FAUNÍSTICOS DURANTE O OUTONO	
COSTEIRA-EUTRÓFICA	Área localizada ao norte da região estudada, sob influência da AC e possivelmente pela drenagem da Bacia de Santos (SP). Semelhante à área costeira de verão, mas com menor número de táxons, aumento da densidade dos herbívoros <i>Penilia avirostris</i> , <i>Evadne tergestina</i> , Fritillariidae e Oikopleuridae, dos carnívoros Amphipoda, Ostracoda e Siphonophora. Destaca-se a presença do herbívoro <i>Podon</i> spp. e a ausência dos copépodos onívoros da família Paracalanidae. Densidade alta com maior número de táxons carnívoros.	DOMINANTE	Incluem os organismos mais freqüentes e abundantes de toda área de estudo. Esse grupo só apresentou táxons carnívoros e onívoros. Destacando-se entre os carnívoros, Chaetognatha como o mais freqüente e abundante, seguido por Decapoda, <i>Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti</i> e Heterorhabdidae. Os copépodos <i>Temora stylifera</i> e <i>Eucalanus pileatus</i> representaram os organismos onívoros.
TRANSIÇÃO	A área de transição está localizada entre 50 e 100 m de profundidade, incluindo parte da zona dos vórtices frontais. Essa área está sob influência direta da AC e da ACAS. Caracterizada por altas densidades zooplantônicas e um maior número de táxons carnívoros. Reúne organismos dos quatro grupos faunísticos com predomínio dos dominantes.	TRANSIÇÃO	Esse grupo ocorreu principalmente nas áreas classificadas como Oceânicas/ Núcleos Frios e de transição. Incluem os herbívoros Oikopleuridae, <i>Calanus minor</i> , <i>Undinula vulgaris</i> , Clausocalanidae, Thaliacea e os véligeres de Gastropoda e Bivalvia. Entre os carnívoros destacam-se Siphonophora, <i>Oithona</i> spp., Ostracoda, Amphipoda e Hidromedusa. Os únicos onívoros do grupo foram <i>Eucalanus swelli</i> e Paracalanidae.
OCEÂNICA/NÚCLEO OS FRIOS	Localizada na área mais externa da área de coleta incluindo parte da zona de ocorrência de vórtices frontais. Essa área é influenciada pela ACAS e pela AT e apresenta alta densidade e um grande número de táxons.	OCEÂNICO	Ocorreram principalmente nas estações classificadas como Oceânicas/Núcleos Frios. Reuniu o maior número de táxons onívoros. O herbívoro dominante foi <i>Calanus tenuicornis</i> , entre os carnívoros destacam-se <i>Oncaea venusta</i> e <i>Candacia pachydactyla</i> e entre os onívoros Euphasiacea, <i>Scolecithrix danae</i> , <i>Sapphirina</i> spp. e <i>Pleuromamma piseki</i> .

Fonte: Oliveira (1999).

Quadro II.5.2-20 - Áreas e grupos faunísticos definidos para a primavera de 1976, na região entre Mongaguá (SP) e Cabo de Santa Marta Grande (SC).

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DURANTE A PRIMAVERA		GRUPOS FAUNÍSTICOS DURANTE A PRIMAVERA	
COSTEIRA	Durante a primavera, a região classificada como costeira foi limitada pela isóbata de 50 m. A AC foi a massa de água dominante. A área costeira se caracterizou por baixas densidades, por um maior número de táxons herbívoros e pelo predomínio de organismos costeiros, dominantes e de transição.	COSTEIRO	Presentes nas áreas classificadas como transição e costeira. Compreende vários táxons meroplantônicos de herbívoros como náuplios de Copepoda e Calanidae, carnívoros como <i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus</i> , <i>Lucifer faxoni</i> e <i>Pontellopsis</i> spp. e os copépodos onívoros <i>Centropages velificatus</i> e <i>Paracalanus quasimodo</i> .
TRANSIÇÃO	A área de transição foi localizada entre as isóbatas de 25 e 75 m. Foi detectada a maior influência da AC e da ACAS. Essa área se caracteriza pela alta densidade, com predomínio de táxons herbívoros. Os grupos faunísticos incluem organismos costeiros, dominantes e de transição.	DOMINANTE	Destacam-se os herbívoros <i>Penilia avirostris</i> , <i>Evadne tergestina</i> e véliger de Gastropoda, os carnívoros Chaetognatha, Decapoda e Hidromedusa, e os copépodos onívoros <i>Temora stylifera</i> , <i>Eucalanus pileatus</i> e Paracalanus spp.

(continua)

Quadro II.5.2-20 (conclusão)

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DURANTE A PRIMAVERA		GRUPOS FAUNÍSTICOS DURANTE A PRIMAVERA	
NÚCLEOS FRIOS	Esta área geralmente foi detectada na zona de formação dos vórtices frontais entre as isóbatas de 75 e 150 m. É influenciada pela ACAS. Se caracteriza por um maior número de táxons carnívoros e uma alta densidade. Os organismos mais freqüentes e abundantes são os dos grupos faunísticos de transição e dominantes.	TRANSIÇÃO	Destacam-se, entre os herbívoros Clausocalanidae, Thaliacea, <i>Evadne spinifera</i> , Fratillaridae, Oikopleuridae e <i>Acartia danae</i> , e os carnívoros <i>Oithona</i> spp., Siphonophora, <i>Oncaea venusta</i> , <i>Corycaeus (Onychocorcaeus) giesbrechti</i> e Ostracoda.
		NÚCLEOS FRIOS	Os organismos dominantes foram o herbívoro <i>Calanus minor</i> e os copépodos carnívoros Euchaetidae, <i>Oncaea</i> spp. e <i>Farranula gracilis</i> . Dentre os onívoros destacam-se Euphasiacea e <i>Sapphirina</i> spp.
OCEÂNICA	Esta área inclui a região mais afastada da costa, localizada entre as isóbatas de 100 e 225 m, sob maior influência da AT. Se caracteriza por baixos valores de densidade do zooplâncton, sendo a maior parte dos táxons carnívora. Entre os grupos faunísticos presentes, destacam-se os de transição e os dominantes como os mais freqüentes e abundantes.	OCEÂNICOS	Esse grupo foi constituído unicamente por copépodos, a maioria de hábito onívoro. Destacam-se o herbívoro <i>Calanus tenuicornis</i> , os carnívoros <i>Corycaeus</i> spp. e os onívoros <i>Lucicutia flavicornis</i> e Scolecithrichidae.

Fonte: Oliveira (1999).

Os resultados de Oliveira (1999) evidenciam que o zooplâncton da plataforma continental sudeste foi significativamente mais abundante na primavera e no verão, sendo observados valores médios de abundância cerca de três vezes menores durante o outono (Quadro II.5.2-21).

Quadro II.5.2-21 - Valores de abundância total do zooplâncton e da Classe Copepoda durante o verão, outono e primavera de 1976, na região entre Mongaguá (SP) e Cabo de Santa Marta Grande (SC).

ESTAÇÕES DO ANO	ZOOPLÂNCTON TOTAL (Ind/m ²)			COPEPODA (Ind/m ²)		
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA
Primavera	9.216	259.167	79.312	3.870	91.650	27.539
Verão	9.751	231.158	58.229	2.614	123.728	25.247
Outono	3.253	49.218	21.796	541	27.858	9.914

Fonte: Oliveira (1999).

Os valores de abundância zooplanctônica encontrados por Oliveira (1999) corroboram os resultados de Roquetti *et al.* (1983) para a região costeira do município de Ubatuba, que registrou densidades zooplanctônicas entre 1.269 org/m³ e 3.963 org/m³. Neste estudo os copépodos também representam o grupo dominante respondendo por 60% a 89% da abundância da comunidade zooplanctônica na região. As maiores contribuições relativas de Cladocera,

Chaetognatha e Appendicularia foram respectivamente 16%, 8% e 17% da abundância zooplânctônica, os demais grupos foram pouco expressivos.

Freitas & Muelbert (2004) estudando a plataforma entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) também identificaram maiores concentrações de zooplâncton nas águas costeiras associadas à penetração de ACAS durante o verão (Figura II.5.2-39).

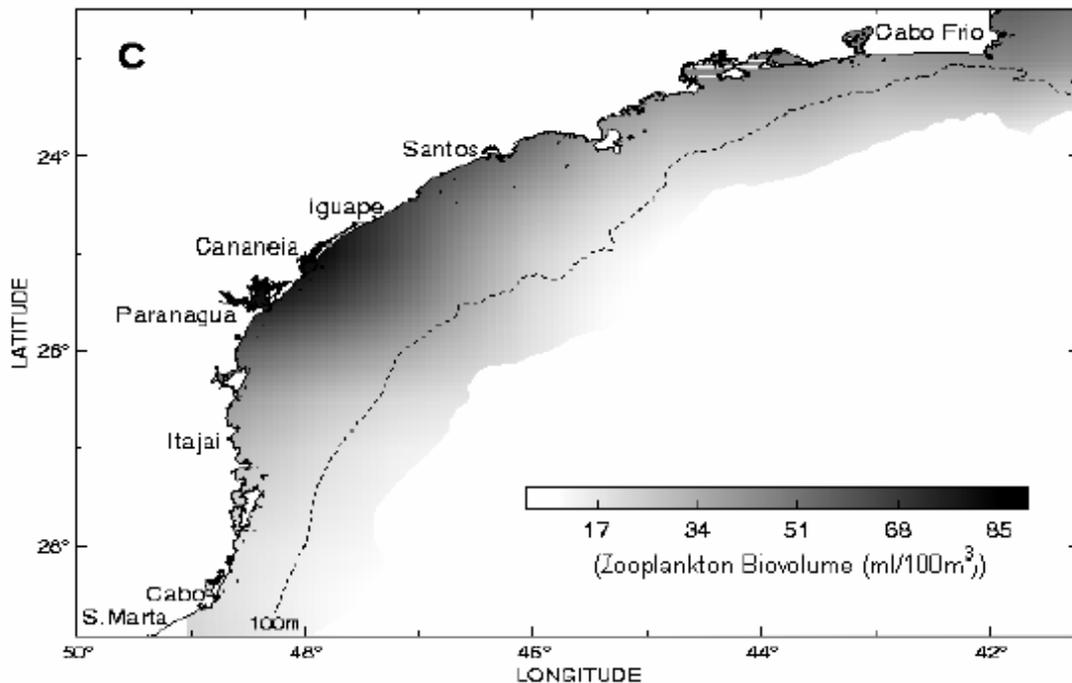


Figura II.5.2-39 - Distribuição espacial do biovolume de zooplâncton ($\text{ml}/100\text{m}^3$) entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC).

Fonte: Freitas & Muelbert, 2004

As maiores concentrações zooplânctônicas observadas em águas estratificadas, com menor salinidade e densidade na superfície, mais frias e salinas no fundo, provavelmente estão associadas à influência da ACAS (Freitas & Muelbert, 2004).

Áreas da plataforma sob influência da AT geralmente se caracterizam como oligotróficas, verificando-se uma baixa abundância zooplânctônica (Oliveira, 1999; Freitas & Muelbert, 2004).

A abundância e a composição da comunidade zooplanctônica de 7 pontos da Baía da Ilha Grande (RJ) foi avaliada em outubro de 1991 a partir de arrastos horizontais na superfície e a 5 m de profundidade (Bonecker *et al.*, 1995).

Foram identificados 56 táxons, representados principalmente por Copepoda, Cladocera, Siphonophora e Thaliacea (*Thalia democratica*) (Anexo II.5-2).

Os organismos apresentaram diferentes padrões de distribuição vertical. Na superfície *Thalia democratica* dominou em todas as estações, enquanto Cladocera predominou nas amostras de fundo. Os náuplios de cracas foram os organismos mais freqüentes nas amostras (Bonecker *et al.*, 1995).

A abundância zooplanctônica (400 e 7700 ind/m³) refletiu o padrão de distribuição dos nutrientes associados às massas d'água presentes na área, sendo as maiores concentrações observadas em amostras coletadas no fundo (Bonecker *et al.*, 1995).

Os valores máximos de biomassa zooplanctônica estão restritos a faixa influenciada pela massa de água costeira. Altas concentrações zooplanctônicas também são observadas em regiões costeiras influenciadas pelo fenômeno da ressurgência como a Baía de Guanabara e também a região de Ubatuba e nas proximidades da quebra da plataforma (100 – 200 m) (Lopes *et al.*, 2006).

Na Baía de Guanabara, a densidade de organismos do mesozooplâncton é mais elevada na entrada (> 23.000 ind/m³) e na região intermediária da baía (cerca de 11.000 ind/m³), do que no interior (máximo de 4.500 ind/m³). Os organismos dominantes são, por ordem decrescente, copépodes (espécies *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus parvus*, *Corycaeus giesbrechti*), cladóceros (*Penilia avirostris*, *Pseudevadne tergestina*, *Pleopis polyphemoides*), apendiculárias (gênero *Oikopleura* spp.) e larvas de crustáceos. O gradiente espacial entre as condições da entrada e do fundo da baía é o fator de maior influência sobre a variação do zooplâncton, seguido pelo fator sazonal (Nogueira *et al.*, 1988; Valentin *et al.*, 1999).

Diferenças importantes na densidade do zooplâncton podem ser observadas entre a superfície e o fundo, sobretudo no canal central. As maiores densidades ocorrem na superfície, nas situações de baixa-mar e vazante, certamente relacionadas à exportação de larvas de crustáceos decápodes em direção à plataforma. Na camada próxima ao fundo, os máximos zooplanctônicos

correspondem geralmente a situações de enchente e preamar (Nogueira *et al.*, *op cit.*; Valentin *et al.*, *op cit.*).

A entrada de espécies costeiras durante o verão proporciona um aumento da densidade do zooplâncton nas águas próximas à entrada da Baía de Guanabara, enquanto que, nas áreas mais internas da baía, maior abundância e diversidade são perceptíveis somente no inverno, período de menor precipitação atmosférica e maior salinidade média. A alternância das condições ambientais, ligada aos fluxos e refluxos da maré, confere à região mediana da baía uma certa estabilidade da densidade média do zooplâncton ao longo do ano e uma variabilidade vertical qualitativa e quantitativa em razão da estratificação física da coluna d'água (Nogueira *et al.*, *op cit.*; Valentin *et al.*, *op cit.*).

- *Região Oceânica*

A comunidade zooplanctônica da região oceânica da Bacia de Santos, entre as isóbatas de 2.000 e 2.500 m (25° – 26°30" S e 42°30" - 44°30" W), foi avaliada em 10 pontos (PETROBRAS/HABTEC, 2003). Os grupos taxonômicos foram analisados segundo as categorias de permanência na coluna d'água (holoplâncton e meroplâncton). Essa divisão foi feita para que grupos pouco representativos em termos de densidade, mas com importante função na comunidade zooplanctônica, como as larvas de organismos bentônicos, fossem incluídos nas análises. O inventário completo dos organismos inventariados encontra-se no Anexo II.5-2.

No estudo da comunidade zooplanctônica dos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21, entre os organismos holoplanctônicos identificados até espécie, a dominância foi de Copepoda (63%), seguido de Chaetognata (15%), Thaliacea (11%) e Appendicularia (11%) (PETROBRAS/HABTEC, 2003).

Os Copepoda também foram expressivamente dominantes (97%) na área dos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21, sendo por isso, analisados separadamente. Os demais grupos foram pouco expressivos sendo Appendicularia o segundo grupo mais abundante (1,9%) seguido por Chaetognata (0,7%) e Thaliacea (0,02%).

Ao longo desse estudo, a abundância dos organismos holoplanctônicos, excetuando-se os copepodas, variou entre 262 e 888 ind/m³ sendo os valores médios de Appendicularia de 1,29. 10² ind/m³, Pteropoda com 1,03. 10² ind/m³, Ostracoda com 0,85. 10² ind/m³ e Siphonophora com 0,69. 10² ind/m³.

Os copépodos constituem um dos mais importantes componentes do zooplâncton e chegam a representar, em média, 70 a 90% da densidade e abundância zooplanctônica, sendo fundamentais nas cadeias alimentares marinhas (Bonecker *et al.*, 2002). Este grupo domina a comunidade holoplactônica marinha tanto quantitativamente, quanto qualitativamente (Levinton, 1995).

Durante a avaliação da comunidade zooplanctônica nos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21, a abundância de copépodos variou entre 3,39.10³ e 2,44.10⁴ ind/m³, com valores médios em torno de 9,19.10³ ind/m³.

Entre as famílias de copepodas, as mais abundantes foram Clausocalanidae (1.522 ind/m³), Corycaeidae (1.387 ind/m³), Oncaeidae (1.377 ind/m³) pertencentes às ordens Calanoida e Poecilostomatoida (1,2. 10⁴ ind/m³).

Os representantes das famílias Calanoida, dominaram quantitativamente (> 50% da densidade) em quase todas as estações, seguido por membros da família Poecilostomatoida (30 a 40% da densidade).

O meroplâncton desta região foi representado basicamente por larvas de Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Cirripedia, Echinodermata e Decapoda. A abundância dos organismos meroplanctônicos, excetuando-se o grupo do decápodos, variou entre 19 e 236 ind/m³, sendo as larvas de Polychaeta responsáveis por mais de 90% da abundância em algumas estações, seguido por larvas de Gastropoda e, pontualmente, cirripedia. Os demais grupos apresentaram participações pouco expressivas na densidade relativa da comunidade meroplanctônica.

Entretanto, cabe ressaltar que cirripedia é um grupo predominantemente costeiro e que sua presença em ambiente pelágico oceânico provavelmente se deve à dispersão das larvas pela circulação oceânica ou devido à presença de estruturas submersas na região.

A densidade de decapoda foi baixa e variou entre 24 ind/100m³ e 86 ind/100m³, sendo a infraordem Penaeoides a mais abundante tendo *Lucifer typos* como principal representante.

Além da infraordem Penaeoides também foram identificados representantes das infraordens Thalassinidea, Caridea, Brachyura entre outras todas com pequena contribuição na densidade total.

O Convênio Petrobras/Sampling Científica (2002), avaliando a comunidade zooplanctônica na Bacia de Santos, observou densidades entre 800 a mais de 10.000 ind/m³, sendo os maiores valores detectados próximo à zona costeira, em frente ao estado de São Paulo, sobre a plataforma continental e no limite entre os blocos BS-400 e BM-S-8 e no Bloco BM-S-17 (Petrobras, 2005).

Os foraminíferos foram o grupo mais abundante durante o estudo de caracterização do entorno da plataforma de Merluza (SAMPLING / Petrobras-CENPES, 2002 *apud* Petrobras, 2005).

O Quadro II.5.2-22 a seguir indica os táxons zooplanctônicos registrados para a região do campo de Merluza, na bacia de Santos.

Quadro II.5.2-22 – Táxons zooplanctônicos da área do Campo de Merluza.

Copepoda (náuplio)	Mollusca (ovos)
<i>Paracalanus</i> sp.	Siphonophora
<i>Temora stylifera</i>	<i>Abylopsis tetragonal</i> (bráctea)
<i>Temora turbinata</i>	Gamariidae
<i>Centropages</i> spp.	<i>Creseis</i> sp.
<i>Acartia</i> spp.	<i>Limacina</i> sp.
<i>Oncaea</i> sp.	<i>Lucifer</i> sp.
<i>Corycaeus</i> sp.	Foramenífero
<i>Macrosetella gracilis</i>	<i>Cavolinia</i> spp.
Mysidacea	Ostracoda
Stomatopoda sp.	<i>Sagitta enflata</i>
<i>Podon</i> sp.	<i>Oikopleura fusiformis</i>
Mollusca (ovos)	<i>Oikopleura longicauda</i>
Siphonophora	Polychaeta (jovem)
<i>Abylopsis tetragonal</i> (bráctea)	Larva quetosfera
Stomatopoda sp.	Gastropoda

Fonte: SAMPLING / Petrobras-CENPES (2002) *apud* Petrobras (2005).

d) Ictioplâncton

O ictioplâncton é a parte do meroplâncton que inclui os ovos e larvas de peixes, cujo conhecimento é fundamental para a avaliação dos estoques pesqueiros. Tal separação se justifica pela presença expressiva desses estágios nas amostras de plâncton, uma vez que a grande maioria dos teleósteos marinhos está presente no plâncton durante as fases iniciais do seu ciclo de vida (Ahlstrom & Moser, 1981 *apud* Brandini *et al.*, 1997). O recrutamento do pescado muitas vezes ocorre como consequência das variações nas populações de ovos e juvenis, geradas muitas vezes pela própria atividade antrópica (Brandini *et al.*, 1997).

Os levantamentos quali-quantitativos do ictioplâncton são fundamentais para se entender o papel dos ovos e larvas na teia alimentar pelágica; indicar locais e épocas de desova; elucidar o recrutamento de indivíduos jovens à população dos adultos e estimar o potencial pesqueiro de uma dada região, otimizando a exploração de espécies comercialmente importantes (Brandini *et al.*, 1997).

Para algumas populações de peixes, pode haver uma relação entre a abundância ou distribuição de ovos e larvas e a abundância ou distribuição dos peixes adultos desovantes, o que pode ser utilizado para estimar o tamanho da população adulta. Uma determinação mais precisa desta relação depende fundamentalmente do conhecimento da mortalidade e crescimento durante os estágios larvais, pois condiciona o recrutamento que, por sua vez, determina o potencial e os limites da exploração pesqueira (Laurence, 1981 *apud* Brandini *et al.*, 1997).

- *Região Nerítica*

A região sudeste apresenta uma das plataformas continentais mais produtivas do território brasileiro, sendo responsável por mais de 50% da produção comercial pesqueira do país (350.10^3 t/ano) (Ekan & Knoppers, 1999 *apud* Knoppers *et al.*, 2002).

Ao largo do Estado de São Paulo a plataforma continental é extremamente extensa, com aproximadamente 230 km (Castro & Miranda, 1998), sendo suas

águas influenciadas pela bacia de drenagem da Baixada Santista, o complexo estuarino de Iguape-Cananeia e pela ação dos ventos na superfície do oceano (Freitas & Muelbert, 2004).

Em estudo realizado na região nerítica entre Cabo Frio (RJ) e o Cabo de Santa Marta (SC) (Figura II.5.2-40), durante o outono de 1995, foram encontradas altas densidades de ovos e larvas de peixes na plataforma continental interna, indicando que a desova de peixes é mais intensa na região costeira (Freitas & Muelbert, 2004).

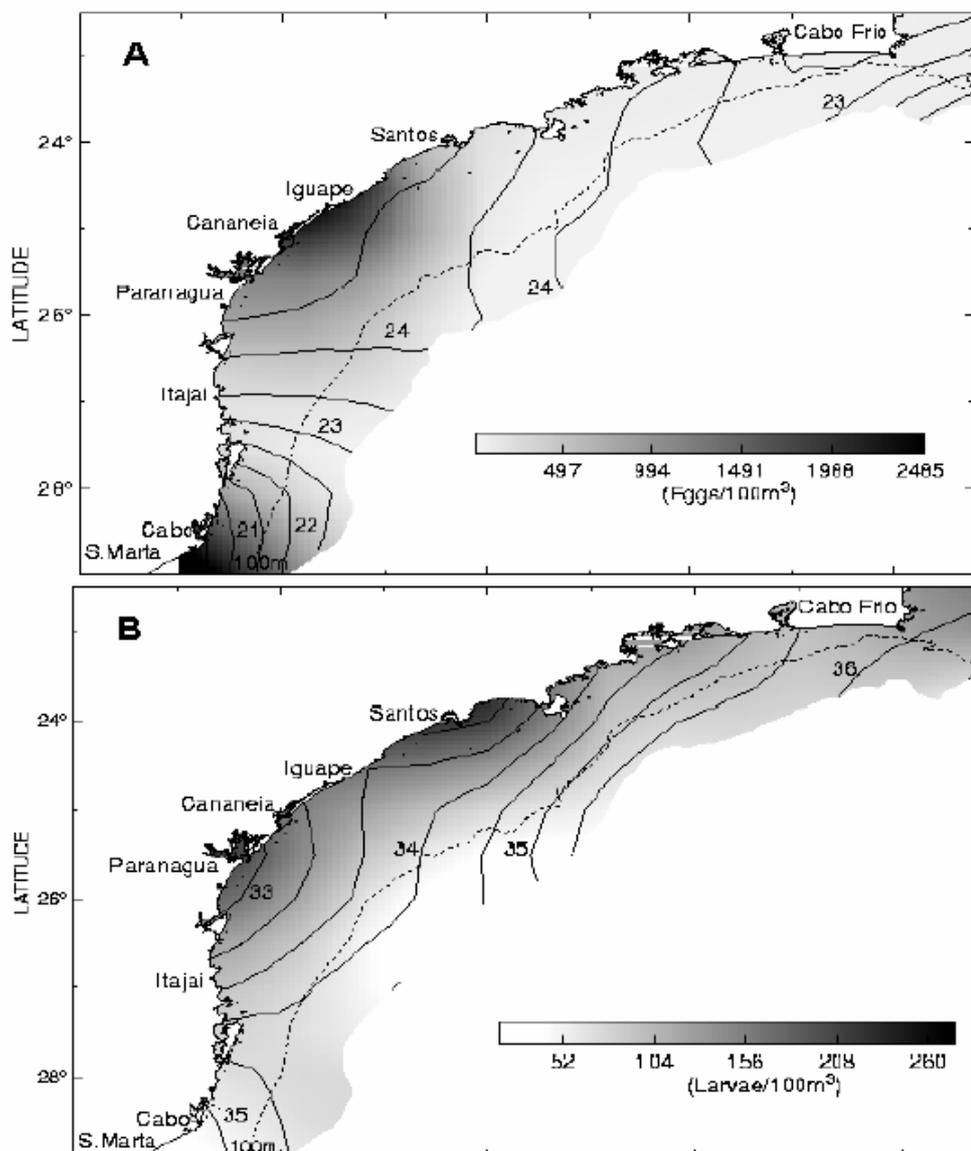


Figura II.5.2-40 – Densidade de ovos (A) e larvas de ovos (B) entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC). Fonte: Freitas & Muelbert, 2004.

A avaliação preliminar das larvas coletadas indicou um grande número de indivíduos das famílias Engraulidae e Clupeidae, seguidos por Scianidae e Pleuronectidae. Foram apontadas como principais áreas de desova as regiões adjacentes aos estuários de Iguape-Cananéia, onde foi registrada máxima abundância de ovos, e da Baía de Santos, que apresentou maior abundância de larvas. Tal fato corrobora a importância das regiões estuarinas para a reprodução e desenvolvimento de peixes e outros organismos oceânicos.

As altas densidades de ovos e larvas de peixes na plataforma continental interna entre Santos e Iguape-Cananéia (SP) estão associadas à presença de águas protegidas, com baixas densidades (22-24) e salinidades (33-34), e temperatura em torno de 24°C, mas com influência de águas mais frias do fundo, devido ao deslocamento da ACAS (Água Central do Atlântico Sul). Por outro lado, na plataforma continental externa foram registradas baixas abundâncias do ictioplâncton devido às águas mais frias (21°C) e salinas (35), pobres em alimento e pouco protegidas (Freitas & Muelbert, 2004).

Na região do Canal de São Sebastião, Katsuragawa *et al.* (1996) identificaram 31 famílias com dominância de ovos e larvas de engraulídeos e clupeídeos. Compondo o grupo de maior abundância, estão as espécies *Harengula jaguana*, *Sardinella brasiliensis* e *S. papillosum* (Família Clupeidae). Para a região de Cananéia, foi registrada a presença das espécies *Cynoscion leiarchus*, *Menticirrhus americanus*, *Micropogonias furnieri*, *Stellifer rastrifer*, *Macrodon ancylodon* e *Isopisthus parvipinnis* (Família Scianidae).

Itagaki (1999), baseado em material coletado em três cruzeiros oceanográficos realizados em final de primavera e início de verão de 1991, 1992 e 1993, compreendendo a plataforma continental entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC). O autor identificou grupos de espécies de larvas de peixes para as regiões Costeira, Nerítica e Oceânica, além de descrever padrões relacionados à composição (Quadro II.5.2-23), distribuição, frequência de ocorrência e densidades relativas das mesmas. A composição destas assembléias refletiu a influência da distribuição dos adultos e suas estratégias reprodutivas.

Quadro II.5.2-23 - Composição das larvas de cada assembléia registrada para região entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC).

ASSEMBLÉIAS		
COSTEIRA	NERÍTICA	OCEÂNICA
Gerreidae	Merlucciidae	Paralepididae
Sciaenidae	Ophidiidae	Nomeidae
Mugilidae	Lophiidae	<i>Cyclothone</i> spp.
Blenniidae	Exocoetidae	<i>Maurolicus muelleri</i>
Gobiidae	Triglidae	<i>Pollichthys maui</i>
<i>Harengula jaguana</i>	Serranidae	<i>Vinciguerria nimbaria</i>
<i>Synodus foetens</i>	Branchiostegidae	<i>Diaphus dumerilli</i>
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Coryphaenidae	<i>Diaphus</i> spp.
<i>Decapterus punctatus</i>	Mullidae	<i>Lepidophanes guentheri</i>
<i>Oligoplites</i> app.	Pomacentridae	<i>Myctophum affine</i>
<i>Selene vomer</i>	<i>Engraulis anchoita</i>	<i>Bregmaceros atlanticus</i>
<i>Sphyaena guachancho</i>	<i>Saurida</i> spp.	Scorpaenidae
<i>Etropus crossotus</i>	<i>Bregmaceros cantori</i>	Gempylidae
<i>Gymnachirus</i> sp.	<i>Trachurus lathami</i>	<i>Auxis</i> sp.1
<i>Symphurus jenynsi</i>	<i>Auxis</i> sp.2	<i>Paralichthys</i> sp.2
<i>Symphurus kyaropterygium</i>	<i>Trichiurus lepturus</i>	<i>Monolene</i> sp.
<i>Symphurus tessellatus</i>	<i>Etropus longimanus</i>	<i>Symphurus ginsburgi</i>
	<i>Paralichthys</i> sp.3	
	<i>Bothus ocellatus</i>	
	<i>Symphurus trewavasae</i>	

Fonte: Itagaki (1999).

De acordo com o Quadro II.5.2-23 acima, a assembléia Costeira foi caracterizada por larvas cujos adultos habitam regiões costeiras da plataforma ou apresentam parte de seu ciclo de vida relacionado a regiões da plataforma adjacentes à costa, próximos a praias, baías ou estuários (Vazzoler, 1975, Menezes & Figueiredo, 1980, 1985, Cunningham, 1995, Giannini & Paiva Filho, 1995, todos *apud* Itagaki, 1999). Os adultos da assembléia Nerítica distribuem-se sobre uma ampla região da plataforma continental sudeste ou entre as isóbatas de 50 e 100 metros (Figueiredo & Menezes, 1978, 1980, Menezes & Figueiredo, 1980, 1985, Saccardo, 1987, Saccardo & Katsuragawa, 1995, todos *apud* Itagaki, 1999). A assembléia Oceânica é caracterizada por adultos de região oceânica e

de quebra da plataforma continental (Nafpaktitis *et al.*, 1977, Figueiredo & Menezes, 1980, Muto, 1998, todos *apud* Itagaki, 1999).

De forma geral, nos cruzeiros de 1992 e 1993, na plataforma continental ao largo do Estado de São Paulo, foram encontradas maiores densidades de ovos e larvas (Itagaki, 1999). As máximas densidades de ovos de peixes (800 a 3.400 ovos/m²) ocorreram na região costeira, especialmente nas áreas adjacentes ao Canal de São Sebastião, à Bacia de Santos e ao complexo estuarino Iguape-Cananéia.

Matsuura (1998) observou o mesmo padrão para densidade de ovos da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) durante cruzeiros oceanográficos efetuados durante os verões de 1980, 1981, 1988, 1991, 1992 e 1993. O estudo revelou, a partir da quantificação dos ovos de *S. brasiliensis*, que os picos de desova desta espécie ocorrem na região adjacente aos estuários de Iguape-Cananéia e Baía de Santos, bem como ao largo do Canal de São Sebastião.

Na região da plataforma continental ao largo de Ubatuba foi feito um estudo sobre desova da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* e da anchova *Engraulis anchoita* (Matsuura *et al.*, 1992), revelando que a desova da sardinha-verdadeira ocorre na camada de mistura superficial, enquanto que a da anchova ocorre abaixo da termoclina, nas águas frias da ACAS. Entretanto, os ovos e larvas de ambas as espécies foram encontrados tanto na camada superior, de água tropical, como na camada inferior, de água fria, embora predominem acima da termoclina. Num estudo abordando a família Haemulidae, Cunningham *et al.* (1996) encontraram para a região exemplares de cinco espécies: *Haemulon steindachneri* (64%), *Orthopristis ruber* (25%), *Pomadasys corvinaeformis* (8%), *P. ramosus* (2%) e *Conodon nobilis* (1%).

Segundo Itagaki (1999), no cruzeiro de 1993 as larvas também apresentaram o padrão descrito para os ovos de peixes. Porém, em 1992, as máximas densidades de larvas (350 - 450 larvas/m²), representadas principalmente por larvas de peixes meso-batipelágicos, foram registradas na isóbata de 100 metros, quando a presença da ACAS sobre o fundo foi maior. Segundo Richardson *et al.* (1980 *apud* Itagaki, 1999), possivelmente para as espécies que possuem larvas pelágicas, durante o verão estas são transportadas para fora da costa pelos

processos de ressurgência e, no inverno, retornam à costa para subsequente recrutamento.

Quanto à sazonalidade da desova do ictioplâncton da plataforma continental do Estado de São Paulo, Matsuura *et al.* (1992) registraram uma maior densidade de ovos e larvas de anchova (*Engraulis anchoita*) no inverno e de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) durante o verão. Como resultado da alta produtividade primária observada no verão, a desova de muitos peixes ocorre durante esta estação (Matsuura *et al.*, 1992).

A Baía de Guanabara, onde se localiza a base de apoio marítimo às atividades do Projeto Mexilhão, apesar de apresentar, em algumas regiões, um alto grau de degradação, ainda tem grande atividade pesqueira, sendo utilizada como área de desova ou desenvolvimento por várias espécies de peixes (Valentin *et al.*, 1999).

Em geral, as maiores densidades de ovos e de larvas são associadas às melhores qualidades de água, encontradas na entrada da baía e na região do canal central. Nas regiões mais internas da baía, as densidades de ovos e larvas de peixe são geralmente baixas. Dessa forma, pode-se evidenciar que a entrada da baía e a região intermediária são áreas com alto potencial de desova, enquanto que a porção mais interna apresenta um baixo potencial de desova (Valentin *et al.*, *op cit.*).

O ictioplâncton da Baía de Guanabara é constituído por espécies freqüentemente encontradas em sistemas costeiros semi-fechados. Já foi identificado um total de 36 famílias e 50 espécies. As três famílias mais abundantes são: Clupeidae, Engraulidae e Blenniidae (Valentin *et al.*, *op cit.*).

A maioria das larvas de peixes são encontradas ao longo de todo o ano. Entretanto, as maiores densidades estão fortemente associadas ao fator sazonal, com altas densidades no período de primavera e verão (período chuvoso) e baixas no período de outono e inverno (período seco) (Valentin *et al.*, *op cit.*).

- *Região Oceânica*

Em estudo visando a caracterização do entorno da plataforma de Merluza (BM-S-12) foram registrados representantes das famílias Sciaenidae, Blenniidae

(marias-da-toca e afins) e Scombridae (SAMPLING / Petrobras/CENPES, 2002 apud Petrobras, 2005). O Quadro II.5.2-24 apresenta o inventário do ictioplâncton coletado na área de Merluza.

Quadro II.5.2-24 – Inventário do ictioplâncton coletado na região da plataforma de Merluza (BM-S-12).

Filo CHORDATA
Subfilo VERTEBRATA
Classe OSTEICHTHYES
Subclasse ACTINOPTERYGII
Ordem PERCIFORMES
Família BLENNIIDAE
Subordem SCOMBROIDEI
Família SCOMBRIDAE
Ordem PERCIFORMES
Família SCIAENIDAE

Fonte: SAMPLING/PETROBRAS-CENPES (2002) apud PETROBRAS (2005)

Durante a caracterização da comunidade ictioplanctônica dos Blocos BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10, BM-S-11 e BM-S-21, na bacia de Santos, foram listadas 36 espécies de ovos e larvas (Anexo II.5-3). As larvas de peixes foram mais numerosas que os ovos, tendo representado mais de 85% da densidade ictioplanctônica total, variando entre 70 - 265 ind/m³ e 2 a 23 ind/m³, respectivamente (Petrobras/HABTEC, 2003).

De modo geral, as riquezas de táxons encontradas para região oceânica da Bacia de Santos foi menor do que a registrada para a região oceânica da Bacia de Campos, localizada ao norte. Em geral, na região oceânica da Bacia de Campos, a riqueza varia de 13 a 85 táxons (Petrobras, 2001; Petrobras/HABTEC, 2002b).

A baixa densidade de organismos registrada para a região ultra-profunda da Bacia de Santos, de um modo geral, está de acordo com o registrado em outras bacias oceânicas da região Centro-Sul brasileira (p.e. Bacia de Campos). Dados obtidos através do Programa de Monitoramento Ambiental Oceânico da Bacia de Campos (Katsuragawa, 1994), assim como relatórios de caracterização de áreas da Bacia de Campos sob influência de atividades de exploração de petróleo e gás (Petrobras/CENPES, 2001; Petrobras/HABTEC, 2002a, 2002b; Petrobras, 1997),

mostram que a densidade de organismos planctônicos diminui a medida em que aumenta a distância da costa.

Destaca-se a importância das larvas meso e batipelágicas, principalmente das famílias Gonostomatidae, Myctophidae e Sternoptychidae, dominam em amostras coletadas em grandes profundidades no Brasil (Bonecker *et al.*, 1992/93; Ekau & Matsuura, 1996; Katsuragawa *et al.*, 1997; Nonaka, 1999 *apud* Petrobras, 2001) e em outras regiões oceânicas do mundo (Kreffft, 1974 *apud* Petrobras, 2001). As larvas de hábito meso-batipelágicas desempenham um importante papel na cadeia trófica marinha, uma vez que servem de alimento para outros peixes de importância comercial e atuam na transferência de energia da zona eufótica para as camadas mais profundas.