

## **3.1 MEIO FÍSICO**

## **3.2 MEIO BIÓTICO**

A caracterização do meio biótico retratará uma visão geral dos principais ecossistemas e da biodiversidade de fauna e flora do litoral do Estado de São Paulo, sobretudo na região das APAs Marinhas e ARIEs, destacando suas relações ecológicas, com os demais componentes bióticos e abióticos, além de sua relevância e relação com aspectos sociais e de conservação ambiental.

### **3.2.1 BIOTA SILVESTRE**

Descrição sucinta do tópico, focalizando aspectos da biodiversidade geral, grupos ameaçados, raros, migratórios, áreas críticas de vida e/ou rotas.

#### **3.2.1.1 ICTIOFAUNA**

#### **3.2.1.2 AVIFAUNA**

#### **3.2.1.3 HERPETOFAUNA**

#### **3.2.1.4 MASTOFAUNA**

#### **3.2.1.5 PLÂNCTON**

##### **3.2.1.5.1 Visão geral**

O plâncton é constituído por organismos pelágicos cujo poder de deslocamento é insuficiente para vencer a dinâmica das massas de água e correntes no ambiente aquático. Fazem parte desse grupo: o virioplâncton (vírus), bacterioplâncton (bactérias e cianobactérias); o fitoplâncton (algas microscópicas e os protistas fotossintetizantes formados por uma única célula ou organizados em colônias); o zooplâncton (animais e protistas não fotossintetizantes, como por exemplo larvas de invertebrados marinhos); e o ictioplâncton (ovos, larvas e pós-larvas de peixes) (BONECKER *et al.*, 2002).

Esses organismos microscópicos são de vital importância para os ecossistemas marinhos, pois representam a base da teia alimentar pelágica nos oceanos e mudanças em sua composição e estrutura podem ocasionar modificações em todos os níveis tróficos superiores. Os organismos planctônicos apresentam características dinâmicas, com elevadas taxas de reprodução e perda, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático e estabelecendo complexas relações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos (LONGHURST & PAULY, 2007).

Variações nas condições meteorológicas, nas características geomorfológicas regionais e os impactos antropogênicos nas áreas costeiras influenciam diretamente as características taxonômicas e a dinâmica espaço-temporal das comunidades planctônicas (BRANDINI *et al.*, 1997; EKAU & KNOPPERS, 1999).

## ■ Bacterioplâncton

A importância do bacterioplâncton vem sendo evidenciada em estudos ecológicos, nos quais se estima que aproximadamente metade da produção primária seja canalizada através das bactérias e, em águas oligotróficas, a biomassa bacteriana pode se igualar ou superar a biomassa do fitoplâncton (CHO; AZAM, 1990; FUHRMAN; AZAM, 1982). As bactérias heterotróficas são um componente básico das redes alimentares marinhas, transferindo a matéria orgânica dissolvida para sua biomassa e permitindo um fluxo de energia e materiais através dos bacterívoros até os níveis tróficos superiores, chamado de alça microbiana (AZAM *et al.*, 1983). A alça microbiana tanto pode unir a biomassa microbiana com os níveis tróficos superiores como favorecer a acumulação da própria biomassa microbiana (KORMAS *et al.*, 1998). Além de sua importância ecológica, o bacterioplâncton marinho representa um importante parâmetro a ser monitorado, principalmente por questões de saúde pública relacionadas a qualidade da água, como por exemplo, a bactéria *Vibrio cholerae*, agente causador da infecção colérica.

Apesar de algumas espécies de bactérias patogênicas não pertencerem ao plâncton, já que seu ciclo de vida é associado a um hospedeiro, estas também são de extrema importância para o monitoramento da qualidade de água, tanto em termos de balneabilidade como de qualidade da água em áreas de cultivo. Uma vez que as mesmas estão relacionadas ao risco potencial de causar doenças infecciosas, por meio da utilização da água para fins de recreação e ou consumo de organismos que podem estar contaminados, estas representam importantes microrganismos bioindicadores (TOURON *et al.*, 2007). Neste caso, o monitoramento é feito geralmente com a quantificação de tais bioindicadores (como, por exemplo, coliformes fecais), ou biomarcadores na água (como por exemplo, presença de coprostanol). O grupo dos coliformes termotolerantes é um dos bioindicadores patogênicos amplamente utilizados no monitoramento da qualidade microbiológica da água quando se deseja constatar contaminação fecal recente ou condições sanitárias insatisfatórias (CETESB, 2016).

Os coliformes fecais representam um importante parâmetro da contaminação microbiológica, e sua densidade pode variar conforme diferenças sazonais e ambientais tais como: correntes, ventos, maré, níveis de O<sub>2</sub> e chuva. Os altos índices de pluviosidade contribuem para o aumento da densidade bacteriana, pois esta força tem capacidade de arrastar esgotos e resíduos para o curso d'água (CETESB, 2016; MIQUELANTE; KOLM, 2011) e finalmente para a água do mar.

De acordo com o guia prático de metodologias de análise de água e efluentes "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*", o grupo dos coliformes é definido como "todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram-negativas, não esporuladas, em formato de bastonete, as quais fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48 h a 35°C". Este grupo inclui organismos que diferem entre si quanto a características bioquímicas, sorológicas e habitats. Podem ser separados em: *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e outros gêneros que quase nunca aparecem em fezes, como *Serratia*. A bactéria *Escherichia coli* é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo são os intestinos dos animais de sangue quente (CONAMA 357/2005).

O bacterioplâncton engloba um grupo muito relevante de organismos denominado cianobactérias. Neste tema, entretanto, as cianobactérias serão tratadas juntamente com o fitoplâncton, pelo fato de constituírem um grupo funcionalmente semelhante, ou seja, serem autotróficas, e por apresentarem também

comportamento semelhante, isto é, formarem manchas que podem se apresentar visíveis a olho nu e com características de marés-vermelha, eventualmente tóxicas.

## ■ Fitoplâncton

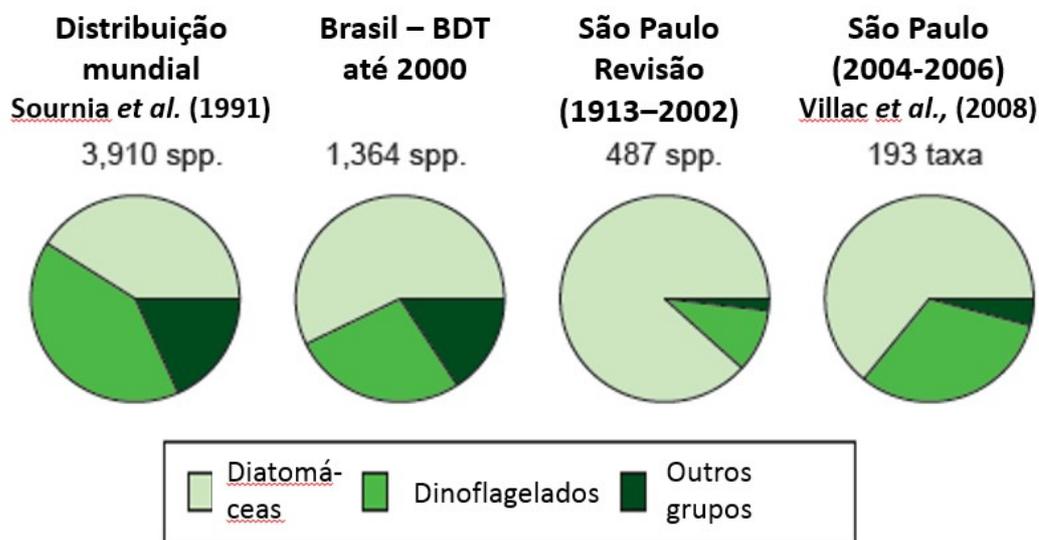
O sistema de classificação taxonômica das microalgas muda frequentemente, assim como qualquer outro sistema, mas vale ressaltar a tamanha diversidade de espécies que existe para os organismos fitoplanctônicos marinhos. Os principais grupos taxonômicos estudados dentro do fitoplâncton marinho são: cianobactérias, diatomáceas, dinoflagelados, silicoflagelados, coccolitoforídeos e demais flagelados. As cianobactérias, apesar de serem classificadas atualmente dentro do *Domínio Bacteria*, são frequentemente descritas nos estudos científicos como pertencentes ao fitoplâncton, por serem organismos autotróficos. No presente documento, as cianobactérias também serão descritas dentro do fitoplâncton.

De acordo com Sournia *et al.* (1991), o fitoplâncton marinho é composto por 17 classes e foi estimada a existência de  $498 \pm 15$  gêneros e  $3.910 \pm 465$  espécies.

A composição de espécies do fitoplâncton do litoral do Estado de São Paulo foi analisada por Villac *et al.* (2008) através de dados secundários de quase 100 anos de pesquisa no Brasil, de 1913 a 2002, além de estudos complementares realizados através da análise de dados primários, de agosto de 2004 a julho de 2006, coletados em zonas de arrebentação de 20 praias ao longo do litoral paulista. Uma síntese dos dados secundários e primários analisados pelos autores citados acima, e a comparação em escala mundial, nacional e estadual mostraram que a região costeira do estado de São Paulo (SP) é dominada principalmente por diatomáceas (Figura 3.2.1.5. 1-1). Esses autores ressaltam que no estado de São Paulo existe um maior número de especialistas em diatomáceas, além disso, os valores dos demais grupos taxonômicos podem estar subestimados em decorrência da dificuldade de identificação dos grupos dos flagelados. Para as diatomáceas registradas em SP, esses autores fizeram uma tabela com frequência de ocorrência (Quadro 3.2.1.5. 1-1), nas quais 24 espécies foram citadas em 30 a 50% dos estudos, e cinco espécies foram citadas em 51 a 80% dos estudos, sendo que todas elas são comumente encontradas em ambientes marinhos costeiros.

Com relação aos dinoflagelados, na revisão feita por Gaeta & Brandini (2006), eles destacam a dominância de *Prorocentrum* spp. e Gymnodiniales para o litoral paulista. Vale ressaltar que Gymnodiniales é uma classificação taxonômica em nível de Ordem, que envolve várias espécies de dinoflagelados atecados (nus), sua identificação costuma ser dificultada com a utilização do formol para preservação das amostras. Considerando a composição fitoplanctônica, Gaeta & Brandini (2006) discutem a importância sazonal e mudanças na composição das massas de água, principalmente pela fertilização com a ACAS (Água Central do Atlântico Sul) em águas oligotróficas na plataforma continental, como os principais responsáveis pela mudança na estrutura da comunidade.

Figura 3.2.1.5.1-1 – Contribuição relativa das espécies/táxons dos principais grupos taxonômicos em nível mundial, no Brasil (Banco de dados tropicais), dados secundários para o Estado de São Paulo e dados primários para o Estado de São Paulo.



Fonte: Adaptado de Villac et al. (2008).

Quadro 3.2.1.5.1-1 – Lista de espécies mais citadas, considerando tanto os dados secundários (publicados entre 1913 e 2002) como os dados primários de Villac et al. (2008) (período analisado 2004-2006).

Citado em 30-50% dos estudos	Citado em 51-80% dos estudos
<i>Actinopterychus senarius</i>	<i>Asterionellopsis glacialis</i> *
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	<i>Guinardia striata</i>
<i>Cerataulina pelagica</i> *	<i>Leptocylindrus danicus</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i> *	<i>Paralia sulcata</i>
<i>Chaetoceros laevis</i> *	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> *	
<i>Corethron pennatum</i>	
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	
<i>Cyclotella stylonum</i>	
<i>Cylindrotheca closterium</i> *	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	
<i>Ditylum brightwellii</i>	
<i>Guinardia delicatula</i> *	
<i>Guinardia flaccida</i> *	
<i>Gyrosigma balticum</i>	
<i>Hemiaulus sinensis</i>	
<i>Odontella mobiliensis</i>	

<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	
<i>Proboscia alata</i>	
<i>Pseudo-nitzschia "seriata"</i>	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	
<i>Skeletonema costatum</i> *	
<i>Stephanopyxis turris</i>	
* espécies formadoras de florações nocivas	

Fonte: Villac et al. (2008).

As florações (elevadas densidades) do fitoplâncton podem ocorrer naturalmente no ambiente aquático. Em regiões temperadas, a influência sazonal ocorre de forma marcante na dinâmica do fitoplâncton, sendo muito comum a ocorrência das florações de primavera, devido às condições ideais de luz e nutrientes favorecendo o crescimento principalmente das diatomáceas, e contribuindo para o aumento da produtividade no sistema (TRUJILLO; THURMAN, 2011). No litoral sudeste do Brasil, eventos de ressurgência são comuns, no qual a massa de água fria e rica em nutrientes (ACAS – Água Central do Atlântico Sul) atinge a camada eufótica (camada de luz) em áreas tipicamente oligotróficas e costeiras, favorecendo o crescimento do fitoplâncton e aumento da produtividade para os demais níveis tróficos, principalmente para os peixes (LONGHURST; PAULY, 2007).

Apesar das florações possuírem um efeito benéfico para a produtividade do sistema, várias espécies fitoplanctônicas possuem efeitos deletérios para os demais organismos aquáticos, atualmente conhecidos como florações algais nocivas (FANs), internacionalmente como "HABs" (*Harmful Algae Bloom*), e popularmente conhecida como "maré vermelha" ("*red tide*") devido à mudança na coloração da água em decorrência de alta densidade de algumas espécies de dinoflagelados. Os efeitos nocivos das microalgas podem afetar toda a biota marinha, como listado no Quadro 3.2.1.5. 1-2, assim como o próprio homem (CETESB, 2007; GRANÉLI; TURNER, 2006). Em termos globais são estimadas 300 espécies causadoras de FANs e cerca de 80 espécies que produzem toxinas com efeitos negativos aos humanos (HALLEGRAEFF *et al.*, 2003), principalmente através do consumo de organismos contaminados com as toxinas, como por exemplo moluscos provenientes do extrativismo e/ou maricultura. Dessa forma o monitoramento das FANs, especialmente das espécies potencialmente tóxicas, é desejável a fim de evitar problemas à saúde pública e prejuízos econômicos nas atividades de maricultura.

Muitas espécies de diatomáceas listadas no Quadro 3.2.1.5. 1-1 como frequentes no litoral de SP foram registradas como formadoras de florações algais podendo ocasionar efeitos nocivos e tóxicos (VILLAC *et al.*, 2008), em destaque a espécie *Asterionellopsis glacialis* (= *Asterionella japonica*), que já foi associada a um evento de mortandade de peixes em Itanhaém – SP em 1978 depois de confirmada a floração através de elevada densidade celular dessa espécie (ZAVALA-CAMIN; YAMANAKA, 1980).

Vale ressaltar que: i) nem todo efeito nocivo está relacionado à produção de toxina, como os efeitos mecânicos, físicos, anoxia (Quadro 3.2.1.5. 1-2); ii) as espécies potencialmente produtoras de toxinas ou metabólitos secundários não necessariamente irão produzi-los, pois a produção desses metabólitos está associado à uma série de mecanismos fisiológicos e influências ambientais; iii) quando ocorre a síntese de compostos tóxicos pelo fitoplâncton, esses compostos podem ter um efeito negativo mesmo se a ocorrência da espécie for detectada com baixas densidades, como por exemplo, espécies do

dinoflagelado *Dinophysis* podem induzir sintomas diarreicos com densidades inferiores a  $10^2$  células  $L^{-1}$  (GRANELI; TURNER, 2006; SELLNER *et al.* 2003).

Quadro 3.2.1.5.1-2 – Efeitos causados por florações de microalgas nocivas (FANs).

Alteração das relações tróficas e desnutrição	- Competição com espécies preferidas pelos herbívoros afeta a palatabilidade, faixa dimensional inadequada.
	- Emigração de espécies pela presença da mancha altera sincronia de etologias de reprodução e de alimentação desaparecimento de pescado de importância econômica.
Mecânicos (diretos)	- Entupimento e/ou perfuração de brânquias de peixes filtradores.
Físicos (indiretos)	- Sombreamento.
	- Efeito de “barreira” pela exudação de mucilagem e/ou óleo ocasiona encobrimento de organismos, obstrução de redes de pesca.
Anoxia	- Alta biomassa diminui o oxigênio disponível, especialmente para o bentos.
	- Alta DBO devido à atividade bacteriana na decomposição da matéria orgânica.
Toxicidade por $NH_4$	- Produção de excesso de amônia, tóxico para peixes e invertebrados.
Ficotoxinas	- Produção de metabólitos secundários que exercem efeitos negativos (até fatais) em organismos marinhos e/ou no Homem (citotóxico, hemotóxico, neurotóxico), aparentemente de maneira indiscriminada.
Alelopatia	- Produção de metabólitos secundários, geralmente de ação direcionada, que atuam como defesa contra consumidores e/ou que inibem o crescimento de outras espécies como bactérias, fungos e algas.

Fonte: CETESB (2007).

## ■ Zooplâncton

A fração heterotrófica do plâncton superior a  $2,0 \mu m$  constitui o zooplâncton que pode ser subdividido em diferentes categorias em função do tamanho (SIEBURTH *et al.*, 1978), posição na teia trófica e hábitos alimentares (BONECKER *et al.*, 2002), e se passam parte (meroplâncton) ou todo (holoplâncton) o seu ciclo de vida no plâncton (VALIELA, 1995). A fração de tamanho menor, ou microzooplâncton ( $<200 \mu m$ ) é composta por protozoários heterótrofos unicelulares como ciliados (ex. os tintinídeos *Tintinnopsis* spp., *Favella ehrenbergi*, *Leptotintinnus nordqvisti*, *Eutintinnus lususundae*), foraminíferos (ex. *Globigerinoides ruber*, *G. gonglobatus*, *Globigerina bulloides*) e radiolários, além de dinoflagelados e nanoflagelados heterótrofos (LOPES *et al.*, 2006). Já nas frações maiores  $>200 \mu m$ , dentre os organismos holoplânctônicos marinhos, o grupo dos copépodos é predominante ( $> 70\%$ ) tanto em densidade (BONECKER *et al.*, 2002) quanto em biomassa (BRADFORD-GRIEVE *et al.*, 1999). Outros componentes significativos do holoplâncton são os grupos cladóceros (ex. *Pseudevadne tergestina*, *Pleopsis schmackeri*, *Penilia avirostris*), eufausiáceos (ex. *Euphausia recurva*, *E. tenera*, *E. americana*, *Thysanopoda tricuspidata*), misidáceos (ex. *Metamysidopsis elongata atlantica*, *M. munda*, *Promysis atlantica*, *Mysidopsis tortenensei*), ostrácodes (ex. *Euconchoecia chierchiae*), pterópodos (ex. *Creseis virgula* f. *virgula*, *Limacina retroversa* f. *virgula*, *Hyalocylis striata*), sifonóforos (ex. *Muggiaea kochi* e *Diphyes bojani*), hidromedusas (ex. *Rhacostoma atlantica* e *Olindas sambaquiensis*), ctenóforos (ex. *Mnemiopsis leidyi*), quetognatos (*Sagitta friderici*, *S. hispida*, *S. enflata* e *S. tenuis*), apendiculárias (ex. *Oikopleura longicauda*, *O. fusiformis* e *Firitillaria pellucida*), salpas (ex. *Salpa fusiformis*) e doliolídeos (ex. *Doliolum nationalis* e *Dolioletta gegenbauri*) (HARRIS *et al.*, 2000; (LOPES *et al.*, 2006). Uma listagem

detalhada das espécies pode ser encontrada no capítulo 5 de Rossi-Wongtschowski & Madureira (2006). O meroplâncton, por outro lado, é dominado por ovos e larvas de peixes (=ictioplâncton), moluscos, crustáceos e outros invertebrados bentônicos (LOPES *et al.*, 2006). As larvas dos invertebrados marinhos podem permanecer no estágio planctônico desde horas a menos de dois meses (ex. algumas espécies de ascídias, briozoários, esponjas e corais), entre quatro e seis semanas (ex. algumas espécies de cirripédios e bivalves), e entre vários meses e anos (ex. algumas espécies de poliquetos, bivalves, gastrópodes e decápodes (LEVIN & BRIDGES, 1995 *apud* LÓPEZ & COUTINHO, 2008). Devido a esta diversidade de tempo de desenvolvimento, a incorporação aos estudos da análise de larvas meroplânctônicas de espécies bentônicas, tanto por interesse ecológico quanto econômico, tem aumentado com o intuito de compreender melhor o assentamento, recrutamento e a distribuição espacial e temporal das populações adultas (LÓPEZ & COUTINHO, 2008). Essas informações são cruciais em planos de manejo e conservação de ambientes costeiros (FAIRWEATHER, 1991 *apud* LÓPEZ & COUTINHO, 2008). O ictioplâncton, por sua especificidade, será tratado a seguir.

Em termos ecológicos, o zooplâncton tem uma posição chave nas teias tróficas, servindo, por estar composto em sua maioria por organismos fagotróficos e herbívoros, como elo entre os produtores primários planctônicos (fitoplâncton) e os níveis tróficos superiores, tanto através da alça microbiana (AZAM *et al.*, 1983) quanto na teia trófica clássica, sendo chave para o equilíbrio dos ecossistemas. Da mesma forma que outros grupos planctônicos, o zooplâncton é representado tanto por grupos que respondem rapidamente às variações ambientais de curta e meia escala temporal, quanto grupos que são exclusivos de certas condições ambientais, sendo bons indicadores tanto da qualidade ambiental do ambiente quanto de massas de água (VALIELA, 1995).

Um dos aspectos fundamentais sobre a biologia do zooplâncton e que devem ser considerados nos estudos de campo, são os padrões de migração vertical, sendo o mais comum o denominado “padrão normal”, no qual o zooplâncton permanece nas camadas superiores durante a noite para se alimentar e migra para camadas mais profundas durante o dia para evitar a predação (BAYLY, 1986). Neste ponto, o ictioplâncton, como predadores, tem um papel fundamental na estruturação e comportamento da comunidade zooplânctônica, e tornando o conhecimento desta última primordial para o estudo de espécies de peixes de interesse econômico.

#### Zooplâncton para o recrutamento e a manutenção do estoque pesqueiro

O zooplâncton é fundamental na manutenção dos estoques de espécies de interesse econômico em dois aspectos: 1) pelas relações tróficas, tanto como parte da dieta das larvas, juvenis e adultos de espécies de interesse econômico quanto como possível predador das larvas de espécies de interesse econômico; 2) pela presença das próprias larvas dessas espécies formando parte do plâncton.

O zooplâncton, pela sua abundância, distribuição e composição, influencia direta e indiretamente a produtividade pelágica através do fluxo energético para espécies nectônicas e bentônicas. Em relação às relações tróficas, são necessários estudos das espécies dominantes do zooplâncton em relação a taxas de ingestão e egestão por parte das larvas meroplânctônicas, juvenis e adultos. Diversos estudos de conteúdo estomacal de peixes, crustáceos e moluscos têm mostrado a importância do zooplâncton na dieta alimentar de espécies de interesse econômico (BRANDINI *et al.*, 1997 e referências).

A presença de larvas de invertebrados no zooplâncton é uma estratégia do ciclo reprodutivo dessas espécies para a colonização de outros ambientes. A duração da fase planctônica larval pode variar de minutos a meses, o que estará relacionado com a capacidade de dispersão dessas populações (SHANKS *et al.*, 2003). Em muitos casos, após a fase planctônica, as larvas retornam para o local de origem, que

pode ser um ambiente de água doce, salobra ou marinha. Conhecer a dinâmica dos processos de dispersão e retenção das larvas é fundamental para o gerenciamento e manejo de espécies de invertebrados não planctônicos de interesse econômico. O processo de dispersão planctônica das larvas é afetado por vários fatores tanto biológicos (como a taxa de emissão, migração vertical, mortalidade natural, predação e comportamento das larvas) quanto abióticos (como transporte por correntes, marés e ventos, estratificação vertical, temperatura, salinidade, etc.).

### Zooplâncton como vetor de patógenos

Associações entre espécies patogênicas de *Vibrio* (e.g. *V. cholerae*, *V. vulnificus* e *Aeromonas hydrophilia*) e zooplâncton, especialmente copépodos, têm sido sugeridas como importantes na ecologia do vibrio (HUQ *et al.*, 1983; ARAUJO *et al.*, 1996; GONÇALVES *et al.*, 2009, 2004; HUQ *et al.*, 2005; LIZÁRRAGA-PARTIDA *et al.*, 2009; MARTINELLI-FILHO *et al.*, 2011). Assim, Araújo *et al.* (1996) demonstraram a associação do *V. cholerae* com o copépodo de água doce *Mesocyclops longisetus*. Gonçalves *et al.* (2009) encontraram relação positiva entre zooplâncton, dominado por copépodes, e *V. cholerae* em águas estuarinas do Maranhão. Lizárraga-Partida *et al.* (2009) demonstraram a associação entre o de *Acartia tonsa* e *V. cholerae* em águas costeiras e estuarinas no México. Turner *et al.* (2009) demonstraram que as variações sazonais nas concentrações de *Vibrio* podem ser modeladas usando tanto variáveis ambientais como a composição do plâncton que atua como hospedeiro. Estes autores indicaram que, além dos copépodos, as larvas de caranguejos poderiam atuar como vetores de *Vibrio*, embora a relação entre a abundância de víbrios e as mudanças na composição do plâncton são complexas e devem ser melhor avaliadas. Na região estuarina da Baixada Santista e a região costeira, Souza (2007) detectou a presença de cepas tóxicas de *V. cholerae* associadas a zooplâncton de água de lastro e à região adjacente ao porto. Martinelli-Filho *et al.* (2011) fizeram um estudo associando a presença de *V. cholerae* a determinadas espécies de zooplâncton nessa mesma região. O *V. cholerae* O1 foi encontrado em 88,1% das amostras estuarinas e 66,7% das amostras de plataforma continental, indicando que as condições estuarinas favoreceriam a presença deste patógeno e que na região de plataforma, embora as condições de salinidade não sejam favoráveis, o *V. cholerae* pode persistir durante certo tempo podendo permitir o transporte desta bactéria pelas correntes costeiras. Diversos estudos sugerem que nem a diversidade nem a densidade do zooplâncton afetam a detecção do *V. cholerae* O1, sendo que um único copépode pode carregar até  $10^5$  células bacterianas (MARTINELLI-FILHO *et al.*, 2011 e referências). No estudo de Martinelli-Filho *et al.* (2011) o *V. cholerae* O1 foi encontrado tanto em espécies do holo quanto do meroplâncton. Entre os representantes do holoplâncton, destacaram 16 espécies de copépodos (ex. *Acartia lilljeborgi*, *A. tonsa*, *Calanopia americana*, *Oithona plumifera*, *Paracalanus* spp., *Temora stylifera* e *T. turbinata*), e de cladóceros (*Penilia avirostris*, *Pleopis schmackeri* e *Pseudevadne tergestina*), além de Chaetognata (*Parasagitta* spp. e *Flaccsisagitta enflata*). Entre os organismos do meroplâncton, obtiveram resultados positivos de associação com larvas de Brachyura, larvas de Echinodermata e náuplios de Cirripedia, entre outros. Considerando que o zooplâncton pode ser ingerido acidentalmente pelo ser humano e constituir-se num reservatório para diversas bactérias patogênicas, mais estudos das interações ecológicas entre víbrios e zooplâncton e sua relação com a degradação dos ecossistemas costeiros são fundamentais do ponto de vista da saúde pública (MARTINELLI-FILHO *et al.*, 2011).

O zooplâncton também pode atuar como vetor de ficotoxinas para níveis tróficos superiores produzidas por microalgas como os dinoflagelados. Neste sentido, tem sido descrita a contaminação de baleias na costa nordeste dos Estados Unidos por neurotoxinas produzidas por dinoflagelados tendo o copépode (*Calanus finmarchicus*) como vetor da toxina (DURBIN *et al.*, 2002).

### Zooplâncton e seu papel no equilíbrio do ecossistema e frente às mudanças climáticas

O zooplâncton é crítico no funcionamento das redes tróficas dos ecossistemas aquáticos uma vez que são os principais conectores entre a produção primária fitoplanctônica e os níveis tróficos superiores, além de serem fundamentais para a produção bacteriana e do fitoplâncton através da regeneração de nitrogênio (RICHARDSON, 2008). Carcaças e pelotas fecais do zooplâncton também contribuem para a exportação de material detrítico rico em matéria orgânica, colonizado por micróbios, para as comunidades bentônicas, além de participar na bomba biológica de carbono, mobilizando grandes quantidades de carbono da superfície para as camadas mais profundas (RICHARDSON, 2008). Do ponto de vista econômico, é estimado que os processos nos quais participa o zooplâncton, como a produção pesqueira, ciclagem de nutrientes e regulação do clima, possam dispor para o produto global bruto um valor anual de US\$21 trilhões (CONSTANZA *et al.*, 1997).

O zooplâncton pode ser considerado como indicador das mudanças climáticas por diversas razões: i) os processos fisiológicos são altamente sensíveis às mudanças de temperatura; ii) a maior parte das espécies tem ciclo de vida curto que se acopla às mudanças; iii) em geral não são explorados comercialmente, assim estudos de longo prazo indicariam tendências das mudanças ambientais; iv) muitas espécies do zooplâncton são indicadoras da presença de determinadas massas de água, e podem refletir alterações nos padrões de variação espacial e temporal das comunidades zooplanctônicas, podendo indicar mudanças nos padrões de circulação nas regiões costeiras e da plataforma continental. Essas mudanças podem afetar também a estrutura de tamanhos e os ciclos de vida da comunidade zooplanctônica, afetando a estrutura trófica da comunidade (STEMPNIEWICZ *et al.*, 2007; RICHARDSON, 2008); iv) os processos de dispersão e concentração dos estágios planctônicos do ciclo de vida de organismos não planctônicos podem ser alterados pelas mudanças climáticas, indicando que o meroplâncton seria mais sensível que o holoplâncton às mudanças climáticas (RICHARDSON, 2008). Assim, a alteração na ocorrência de larvas de invertebrados meroplanctônicas tem sido associada a mudanças nas condições ambientais (FREIRE *et al.*, 2006). Um dos efeitos já observados é a permanência de larvas de equinodermos bentônicos por mais tempo no plâncton com o aumento da temperatura (RICHARDSON, 2008).

Um componente do zooplâncton que pode ser usado como indicador de mudanças climáticas a longo prazo são os foraminíferos, uma vez que sua população é controlada mais pelas mudanças no clima e na produção primária do que pela predação (RICHARDSON, 2008), enquanto que, em relação às respostas em meso-escala temporal, por exemplo, tem sido observada uma substituição na biomassa do krill por salpas nas águas do Oceano Antártico, afetando as populações de baleias, pinguins, e outros organismos que se alimentam do krill (ATKINSON *et al.*, 2004).

Um grupo do zooplâncton que tem efeitos visíveis para o ser humano são as águas-vivas, cujo surgimento em grande quantidade em regiões costeiras tem tanto consequências econômicas (ex. redução do turismo, danos nas redes de pesca, mortalidade em aquicultura, redução de espécies de peixes comerciais por competição e predação, etc.) como ecológicas (RICHARDSON, 2008). Embora essas concentrações de águas-vivas possam acontecer por processos naturais, estudos têm mostrado um aumento da ocorrência com o aquecimento das águas nas últimas décadas (PURCELL, 2005).

#### ■ Ictioplâncton

O ictioplâncton corresponde à fase meroplanctônica de um grupo de organismos vertebrados, correspondentes aos Osteichthyes (peixes ósseos em geral). A grande maioria das espécies de peixes

ósseos, independentemente do hábito pelágico ou demersal quando adulta, apresenta vida planctônica nas fases iniciais de seu ciclo de vida. Nessa etapa da vida planctônica o ictioplâncton é constituído por ovo, larvas e pós-larvas. O período de desenvolvimento embrionário é extremamente variável, sendo característico para cada espécie e dependente, sobretudo, da temperatura. As larvas recém-eclodidas apresentam um saco vitelínico mais ou menos desenvolvido que é gradualmente consumido (alimentação endógena). Após o desenvolvimento progressivo dos sistemas sensorial, circulatório, muscular e digestivo, as larvas passam a alimentar-se ativamente de organismos planctônicos (alimentação exógena) (RÉ, 1999). Durante o período da vida planctônica, as larvas tornam-se semelhantes ao animal adulto, apresentando características merísticas similares. No final do período larval assiste-se a uma transformação gradual (passagem à fase juvenil), quando o organismo passa a ter uma existência nectônica, bentônica ou necto-bentônica (MOSER, 1984).

Apesar destas serem as características gerais dos primeiros estados de desenvolvimento dos peixes ósseos, existem numerosas variações. As fases planctônicas dos peixes de profundidade são mal conhecidas. Muitas espécies costeiras e estuarinas produzem ovos bentônicos ou demersais, que apresentam geralmente dimensões superiores a 1 mm. Nestas espécies o desenvolvimento desde a eclosão até o estado juvenil é geralmente direto, com os estados larvais adquirindo gradualmente características semelhantes ao adulto. Os ovos bentônicos são frequentemente aderentes ao substrato e depositados em conjunto. Podem observar-se cuidados parentais em muitas espécies, não só em relação ao estado embrionário (ovo) como aos estados larvais. No período que medeia entre a postura e o recrutamento, a maioria dos peixes ósseos sofrem transformações importantes na sua morfologia externa e interna, assim como no seu comportamento. Após a eclosão, as larvas apresentam um desenvolvimento pouco avançado. É no período subsequente de vida planctônica que as características adultas são gradualmente adquiridas.

Análises sobre composição, distribuição e abundância de ictionêuston (larvas e ovos de peixes que habitam a camada superficial da coluna d'água, mais especificamente, os primeiros centímetros) e/ou ictioplâncton, conjuntamente com análises das condições oceanográficas locais, podem contribuir para um maior entendimento sobre essa conexão e aumentar significativamente o poder de previsão de modelos que se proponham a estimar o tamanho das populações de peixes. As associações multiespecíficas de larvas de peixes são consequência da adaptação evolutiva convergente e resultam de respostas similares ao ambiente pelágico, bem como dos fatores que influenciam sua formação, manutenção e desagregação (MAFALDA-JR. *et al.*, 2006).

Segundo MOSER E SMITH (1993), a distribuição dos adultos e a sazonalidade da desova são os principais elementos que definem a composição taxonômica das associações de larvas de peixes. Em menor escala (<100 Km<sup>2</sup>), fatores ambientais, como correntes, temperatura superficial do mar (TSM), biomassa primária e secundária do plâncton, e abundância de presas e predadores, afetam a formação e a manutenção das associações ictioplanctônicas.

### 3.2.1.5.2 Características ecológicas

#### ■ Bacterioplâncton

A bactéria *Vibrio cholerae* possui uma parte do ciclo de vida no hospedeiro humano e outra no ambiente aquático. A *Vibrio cholerae* O1 toxigênica e responsável pela cólera, que, apesar de ser uma doença controlada no Brasil, demanda muito cuidado, já que esta bactéria pode se propagar rapidamente pela

água e a contaminação ocorre em poucos dias através do contato e ingestão de água contaminada (COLWELL, 1996). Por sua vez, *Vibrio cholerae* não-O1 é uma bactéria nativa do ecossistema marinho, que ocorre predominantemente na coluna de água, também detectada em associação a diversos substratos marinhos, inclusive em organismos planctônicos (principalmente microcrustáceos) e bentônicos como moluscos bivalves (LOPES, 2009).

O grupo das bactérias coliformes é característico de organismos que crescem no trato gastrointestinal de animais de sangue quente, então sua presença no ambiente marinho e nos organismos marinhos cultivados, indica contaminação fecal e, dependendo da espécie, pode desencadear uma série de doenças, sendo a gastroenterite a mais comum transmitida pelos microrganismos patogênicos (AMARAL et al., 2003; CETESB, 2016; CODEX, 2008).

No litoral de São Paulo, Lamparelli et al. (2015) analisaram a relação entre a incidência de doenças gastrointestinais em banhistas e os índices de contaminação fecal das águas das praias, medidas através de coliformes fecais totais, *Enterococci* e *Escherichia coli*. Esse estudo foi conduzido na Baixada Santista, nas praias: Enseada, Pitangueiras e Astúrias no Guarujá, Aparecida em Santos e Ocian na Praia Grande. Os resultados desse estudo indicaram que as pessoas expostas à água marinha apresentaram mais sintomas do que aqueles que não entraram na água mar, sendo significativamente maior o risco de ocorrência de sintomas de doenças de veiculação hídrica para o grupo exposto à água do mar. As praias que permaneceram a maior parte do tempo classificadas como Impróprias também apresentaram maiores incidências de doenças gastrintestinais. E, com relação à medição dos indicadores microbiológicos, o enterococos foi o mais correlacionado com aparecimento de sintomas gastrointestinais. O cenário histórico referente à balneabilidade na APAMLN está bem detalhado no **item Meio Físico** do presente documento.

## ■ Fitoplâncton

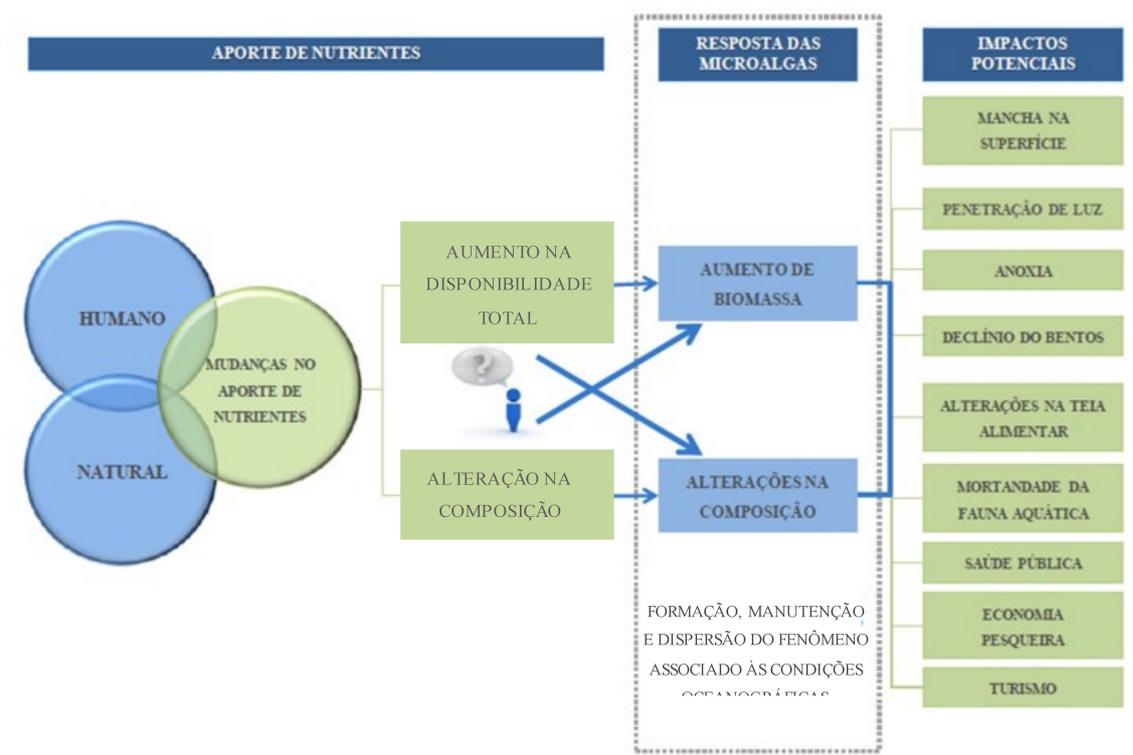
O fitoplâncton constitui uma das bases das cadeias alimentares marinhas, pois é um dos principais responsáveis pela fixação biológica do carbono inorgânico, através da atividade fotossintética, transformando-o em carbono orgânico na zona eufótica – tal processo é conhecido como produtividade primária (LONGHURST; PAULY, 2007). A clorofila-a, presente no fitoplâncton, é um dos principais pigmentos encontrados na maioria das células vegetais. Junto com outros pigmentos, ela é responsável pela captura e utilização da energia luminosa pela fotossíntese, além de ser frequentemente utilizada para se estimar a biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos (CIOTTI et al., 2007).

Na região costeira de São Paulo, dados secundários descritos por Gaeta & Brandini (2006) mostraram que na região da APAMLN (profundidade < 50 m) a biomassa fitoplanctônica superficial varia de 1 a 2 mg m<sup>-3</sup>, e as concentrações integradas com a zona eufótica de 10,0 a 53,3 mg m<sup>-2</sup> no verão e de 3,0 a 31,0 mg m<sup>-2</sup> no inverno. Apesar do caráter oligotrófico da APAMLN, estudos mostram que, durante o verão, ocorre o efeito da intrusão da ACAS, aumentando o aporte de nutrientes nas águas costeiras e propiciando o incremento da produção biológica (AIDAR et al., 1993; GAETA; BRANDINI, 2006).

A biomassa fitoplanctônica expressa em mg m<sup>-3</sup> de clorofila-a vem sendo cada vez mais utilizada como um indicador de eutrofização e mudanças ambientais (AIDAR et al., 1993; ANCONA, 2007; GAETA; BRANDINI, 2006; MOSER et al., 2004, 2005). De forma geral, as regiões estuarinas são fortemente relacionadas com a maré e a sazonalidade e, nos estuários tropicais, a sazonalidade está dividida entre os períodos de maiores pluviosidades e seca. Os índices de eutrofização mais elevados costumam ser registrados nos períodos de chuva, junto com as maiores biomassas fitoplanctônicas e concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos (ANCONA, 2007; MOSER, 2002; MOSER et al., 2005).

A influência das atividades humanas contribuindo para a crescente eutrofização em regiões costeiras vem sendo discutido como uma das principais causas para o aumento do desenvolvimento, persistência e expansão de muitas florações algais (ANDERSON *et al.*, 2002; GLIBERT; PITCHER, 2001; GRANÉLI; TURNER, 2006; GRANÉLI *et al.*, 2008). Uma representação esquemática resumindo a relação entre a entrada de nutrientes no sistema, a resposta do fitoplâncton e os potenciais impactos das FANs são descritas na Figura 3.2.1.5. 2-2.

Figura 3.2.1.5.2-2 – Esquema representando as possíveis ligações entre a entrada de nutrientes, a resposta das microalgas e os efeitos de florações – Gilbert & Pitcher (2001), modificado por CETESB (2007).



Fonte: CETESB (2007).

A frequência de florações fitoplanctônicas vem aumentando mundialmente desde a década de 70. Apesar do aporte de nutrientes associado ao processo de eutrofização ser apontado como uma das principais causas para o aumento da ocorrência de FANs, esse aumento também pode estar associado a outros fatores, tais como: i) aumento do interesse da comunidade científica por espécies potencialmente nocivas, assim como desenvolvimento de técnicas de análise mais precisas; ii) utilização de águas costeiras para aquicultura; iii) mudanças climáticas; iv) transporte de cistos de dinoflagelados via água de lastro ou por dispersão natural através de correntes (GRANÉLI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF *et al.*, 2003).

Estudos de florações algais nocivas no Brasil ainda são escassos, provavelmente devido à falta de monitoramento contínuo e de divulgação em revistas de ampla distribuição (PROENÇA; RÖRIG, 1995). Segundo Odebrecht *et al.* (2002), os estudos sobre FANs no país se dividem em duas fases: (1) fase descritiva e (2) fase descritivo-experimental. A primeira se preocupa em registrar eventos de florações algais desde o princípio do século XX até hoje e a segunda teve início em 1995, em projeto iniciado em

1991, com os programas internacionais ligados à Comissão Oceanográfica Intergovernamental (IOC-UNESCO). Esta última envolve tanto o isolamento e experimentos com ficotoxinas como os estudos sobre as condições oceanográficas favoráveis ao surgimento de tais populações.

Um caso de floração tóxica muito conhecida no Brasil foi a “febre de Tamandaré” ou “Tingui”, associada com a presença da cianobactéria *Trichodesmium erythraeum* no Nordeste. A toxina produzida por esta espécie (“trichamide”) foi isolada e não é excretada pelas células saudáveis, sendo liberada apenas quando há lise celular. As florações de *Trichodesmium erythraeum* são comuns na costa nordeste brasileira e foram registradas desde a década de 60 (PROENÇA *et al.*, 2009; SATÔ *et al.*, 1963/64). Entretanto, Proença *et al.* (2009) analisaram a toxicidade de uma floração de *T. erythraeum* na Bahia, e não foram evidenciadas ameaças da toxina para os humanos. Muita discussão envolve o tema das ficotoxinas e suas toxicidades, mostrando que muitos estudos ainda são necessários para entender melhor esse tipo de problema.

No final da década de 70 e início da década de 80, Giancesella-Galvão (1978) observou a dominância da diatomácea *Skeletonema costatum* na Baía de Santos (SP). Apesar desta espécie não produzir toxina, ela é descrita como nociva (HALLEGRAEFF *et al.*, 2003). Nestes estudos, foi descrita a floração de *Dinophysis* spp. e analisada a contaminação por toxina DSP (veneno diarréico de moluscos), além de terem sido avaliados outros estudos voltados para a análise de toxinas que resultaram em contaminação de moluscos em Santa Catarina (PROENÇA; RÖRIG, 1995; PROENÇA *et al.*, 1998; 1999).

A partir de 2000 há um incremento dos estudos descritivo-experimentais, principalmente no sul do país, onde a maricultura é muito mais desenvolvida, e conseqüentemente o estabelecimento de programas para monitoramento de ficotoxinas. O melhor exemplo ocorre em Santa Catarina (SC), o único estado onde há legislação específica para o assunto e onde a maricultura de bivalves tem motivado a realização de bioensaios e análises de HPLC específicas para diversas toxinas, as quais já indicaram a presença de toxinas diarréicas (DSP) e paralisantes (PSP) em moluscos da região, provenientes de várias microalgas, como *Dinophysis acuminata*, *Ostreopsis ovata*, *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium catenatum* e *Pseudo-nitzschia* spp. (CASTRO *et al.*, 2016; PROENÇA *et al.*, 2001).

No litoral de São Paulo os estudos de FANS ainda são precários, com as ocorrências mais frequentes na região de Santos (Quadro 3.2.1.5. 2-3 e **Mapa de Florações Algas Nocivas na APAMLN**) com florações de *Trichodesmium erythraeum* e *Prorocentrum minimum* (CARVALHO *et al.*, 2008; MASUDA *et al.*, 2011), assim como na APAMLN também foi registrada floração de *T. erythraeum* (GIANESELLA-GALVÃO *et al.*, 1995). Apesar dos poucos registros de floração, os dados para a comunidade fitoplanctônica na região costeira de SP são alarmantes. Segundo a CETESB (2006, 2007), foi registrada, entre agosto de 2004 e julho de 2006, a presença de 15 espécies de microalgas nocivas, sendo quatro delas potencialmente tóxicas, inclusive com registros na área da APAMLN (Quadro 3.2.1.5. 2-4), dando-se destaque para a espécie *Coscinodiscus wailesii* descrita como invasora (LOPES, 2009).

**Quadro 3.2.1.5.2-3 – Registros de ocorrências de florações no litoral de São Paulo.**

Local	Mês/Ano	Observações	Microalga	Efeitos ambientais	Referências
Cananéia	Fevereiro/1920	água betuminosa		Mortandade de peixes	Dias 1992 <i>apud</i> Odebrecht <i>et al.</i> (2002)
Itanhaém	Abril/1978	mancha marrom na praia	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Mortandade de peixes	Zavala-Camin; Yamanaka (1980)

Local	Mês/Ano	Observações	Microalga	Efeitos ambientais	Referências
Litoral de SP	1983	manchas marrons	<i>Gymnodinium breve</i>	Mortandade de peixes Resultados negativos em testes de toxicidade	Anônimo, 1983 <i>apud</i> Odebrecht <i>et al.</i> (2002)
Ubatuba	1990	Aproximadamente 30 km de largura extensão da mancha, por 17 dias	<i>Trichodesmium erythraeum</i>		Gianesella-Galvão <i>et al.</i> (1995)
Santos	Março/2006	manchas marrons (estimativa de 1100 m <sup>2</sup> )	<i>Trichodesmium erythraeum</i>		Carvalho <i>et al.</i> (2008)
Santos	Abril/2006		<i>Prorocentrum minimum</i>		Masuda <i>et al.</i> (2011)

Quadro 3.2.1.5.2-4 – Espécies potencialmente nocivas presentes no período entre agosto de 2004 a julho de 2006 para o litoral de São Paulo.

DIATOMÁCEAS	DINOFLAGELADOS
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Ceratium fusus</i>
<i>Anaulus australis</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Cerataulina pelagica</i>	<i>Peridinium quinquecorne</i>
<i>Coscinodiscus wailesii</i> **	<i>Dinophysis caudata</i> *
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Dinophysis tripos</i> *
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Gymnodinium catenatum</i> *
<i>Leptocylindrus minimus</i>	
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. *	
SILICOFLAGELADO	
<i>Dictyocha fibula</i>	
* potencialmente produtoras de ficotoxinas	
** espécie invasora (LOPES 2009)	

Fonte: CETESB (2006, 2007).

Através do levantamento de dados secundários Gaeta & Brandini (2006) mostraram que a região de Ubatuba costuma ser dominada pelas diatomáceas *Dactyliosolen fragilissimus*, *Nitzschiella* spp. e *Pseudo-nitzschia* spp., *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros* spp., *Hemiaulus sinensis*, *Bacteriastrium* spp., no verão, e *Skeletonema costatum* e *Thalassionema nitzschioides* no inverno. Os dinoflagelados mais abundantes são *Prorocentrum* spp. e Gymnodiniales, no verão e primavera, enquanto no outono e inverno os cocolitoforídeos dominam com *Emiliana huxley*. E, na região de São Sebastião, durante o inverno costuma dominar as diatomáceas *Chaetoceros tenuissimus*, *Chaetoceros* spp., *L. danicus*, *Thalassiosira* spp., *Nitzschiella* spp. e *Pseudo-nitzschia* spp.; e os dinoflagelados Gymnodiniales e *Prorocentrum* spp. No verão dominam praticamente os mesmos táxons do inverno com a adição de *Leptocylindrus minimus*,

*Dactyliosolen fragilissimus*, *Dactyliosolen phuketensis*, *Thalassionema nitzschioides* e *Rhizosolenia stoloterfothii*. Vale ressaltar que *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus minimus* e algumas espécies de *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* e *Prorocentrum* são formadoras de florações nocivas (FANs).

No trabalho de monitoramento do Porto Público de São Sebastião foram analisadas amostras fitoplanctônicas na área da Enseada do Araçá e na região ao redor (FUNDESPA, 2013), e as espécies mais abundantes e frequentes foram:

- Campanha de maio de 2012: *Leptocylindrus minimus*, *Chaetoceros compressus*, *C. curvissetus*, *C. cf. costatum*, *C. socialis*, *C. tenuissimus*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Pseudo-nitzschia spp.* e morfotipo *Nitzschiella*.
- Campanha de agosto de 2012: *Minutocellus cf. polymorphus*, *Delphineis sp.*, *Chaetoceros subtilis*, *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia spp.*, *Chaetoceros compressus*, *Dactyliosolen phuketensis*, *Nitzschiella spp.*, *Chaetoceros curvissetus*, *Leptocylindrus danicus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Guinardia striata*, *Chaetoceros decipiens* e *Pleurosigma spp.*
- Campanha de janeiro de 2013: *Chaetoceros tenuissimus*, *Skeletonema costatum*, *Nitzschiella spp.*, *Pseudo-nitzschia spp.* e *Thalassionema nitzschioides*.

De uma forma geral, a região foi dominada por flagelados e células nanoplanctônicas, mostrando, portanto, o caráter oligotrófico da região monitorada nas 3 campanhas. Entretanto na campanha de maio de 2012 foi observado um incremento de diatomáceas microfitoplanctônicas refletindo uma melhora na condição trófica da água, ou seja, presença de águas mais ricas em nutrientes, e em janeiro de 2013 um incremento de diatomáceas nanoplanctônicas oportunistas e de dinoflagelados nas estações rasas, sugerindo mudanças na condição trófica da água neste local. Ressalta-se, também, que foi encontrada a espécie invasora *Coscinodiscus wailesii* durante o monitoramento (FUNDESPA, 2013).

## ■ Zooplâncton

### Caracterização das espécies planctônicas comumente encontradas no litoral de São Paulo

A região costeira do estado de São Paulo está inserida na sub-região da plataforma continental sul brasileira conhecida como *Southern Brazilian Bight* (SBB) ou Plataforma Continental Sudeste Brasileira (PCSB), que é um ecossistema marinho semifechado localizado entre Cabo Frio e Cabo de Santa Marta Grande e que é considerado como uma das regiões costeiras mais produtivas do Brasil, responsável por 20% da pesca industrial nacional (LOPES *et al.*, 2006; PAES & MORAES, 2007 e referências). A região nerítica da SBB é caracterizada por três massas de água: a Água Tropical (AT), com maiores temperaturas (>20°C) e salinidades (>36,4) e que é carregada pela Corrente do Brasil (CB) para o sul perto da quebra de plataforma (<200 m); a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), mais fria (<20°C) e menos salina (<36,4) e que também é transportada para o sul a profundidades entre 200 e 500 m; e a Água Costeira (AC), resultante da mistura de AT e ACAS com águas de origem continental e caracterizada por menores salinidades (CASTRO FILHO & MIRANDA, 1998 *apud* LOPES *et al.*, 2006).

Assim como observado para o zooplâncton nas regiões costeiras ao redor do mundo, no litoral do estado de São Paulo os copépodes, em especial calanóides, constituem o grupo predominante tanto em densidade quanto em diversidade, seguidos de cladóceros, apendiculárias e quetognatos (BJÖRNBERG, 1963, 1981 *apud* LOPES *et al.*, 2006; BRANDINI *et al.*, 1997). Devido à influência tropical da Corrente do

Brasil a diversidade de espécies de copépodes registradas na região da plataforma continental pode chegar a até 200 espécies (i.e. VEGA-PEREZ, 1993 *apud* LOPES *et al.*, 2006; LOPES, *et al.*, 1999). Lopes *et al.* (2006), numa revisão dos estudos realizados da distribuição do zooplâncton na região sudeste do Brasil, associaram espécies com feições costeiras e massas de água encontradas nessa região. Assim, foram identificadas espécies que estariam restritas à plataforma interna e regiões estuarinas como *Parvocalanus crassirostris*, *Labidocera fluviatilis*, *Acartia lilljeborgi* e *Euterpina acutifrons* (SARTORI & LOPES, 2000 *apud* LOPES *et al.*, 2006). Espécies como *Haloptilus longicornis*, *Lucicutia gaussae* e *Centropages violaceus*, por outro lado, estariam associadas a águas frias em regiões oceânicas abaixo da termoclina permanente e seriam encontradas na região costeira durante eventos de ressurgência (LOPES *et al.*, 2006b), juntamente com certas espécies de copépodes dos gêneros *Heterorhabdus*, *Euaetideus* e *Temeropia*. Estas últimas, espécies restritas à ACAS, e que logo que as águas da superfície vão sendo aquecidas desaparecem (VALENTIN, 1989 *apud* LOPES *et al.*, 2006). Também apresentam associação com intrusão de ACAS taliáceos de grande tamanho dos gêneros *Doliolina*, *Ihlea* e *Salpa* (LOPES *et al.*, 2006b), as hidromedusas *Rhacostoma atlantica* e *Olindias sambaquiensis* (MIANZAN & GUERREIRO, 2000 *apud* LOPES *et al.*, 2006), a apendicularia *Fritillaria pellucida* (CAMPOS, 2000 *apud* LOPES *et al.*, 2006), os quetognatos *Sagitta maxima* e *Krohnitta subtilis* (LIANG, 1998 *apud* LOPES *et al.*, 2006), o pterópodo *Hyalocylis striata* (REGALLA & MONTÚ, 1994 *apud* LOPES *et al.*, 2006), os eufasiáceos *Euphausia americana*, *E. recurva* e *Stylocheiron* spp. (LANSAC-TÔHA, 1981 *apud* BRANDINI *et al.*, 1997; MUXAGATA, 1999 *apud* LOPES *et al.*, 2006), e os cladóceros *Penilia avirostris* e *Pleopis polyphemoides* (VALENTIN, 1983 *apud* LOPES *et al.*, 2006). Oliveira (1999 *apud* NUNES 2010) relacionou a variabilidade na produtividade do zooplâncton na plataforma continental sudeste com a variabilidade da intrusão da ACAS, com máximos na primavera e verão, e mínimos no outono e inverno, quando predominaria a AC. Estas ACs mais oligotróficas estariam caracterizadas pela presença de copépodos pequenos (< 2 mm) dos gêneros *Paracalanus*, *Temora*, *Clausocalanus*, *Oithona*, *Oncaea* e *Corycaeus* (SARTORI & LOPES, 2000 *apud* LOPES *et al.*, 2006), por cladóceros dos gêneros *Penilia* e *Evadne* (BRANDINI *et al.*, 1997), pelo quetognato *Sagitta friderici* (ALMEIDA-PRADO, 1968 *apud* BRANDINI *et al.*, 1997), e pelos doliólídeos *Doliolum nationalis* e *D. gegenbauri* (LOPES *et al.*, 2006). Outras massas de água comumente registradas na região costeira do Estado de São Paulo têm tido também espécies de zooplâncton associadas como indicadoras. Este é o caso da AT, na qual espécies como *Clausocalanus furcatus*, *Acartia danae*, *Acrocalanus longicornis*, *Undinula vulgaris*, *Euchaeta marina* tem sido descritas como indicadoras de sua presença (LOPES *et al.*, 2006). Regiões de águas quentes sob influência da Corrente do Brasil são frequentemente dominadas por taliáceos, como *Thalia democratica* (TAVARES, 1967 *apud* BRANDINI *et al.*, 1997; LOPES *et al.*, 2006). As espécies de copépodes *Undinula vulgaris*, *Nannocalanus minor* e *Corycaeus speciosus* têm sido também apontadas como indicadoras da presença da Corrente do Brasil, sendo a primeira típica de águas oceânicas tropicais e subtropicais, a segunda típica de águas oligotróficas tropicais e subtropicais, e a terceira de águas oligotróficas com temperatura (~26°C) e salinidades (~35) típicas da Corrente do Brasil (CAVALCANTI & LARRAZÁBAL, 2004). Outros grupos indicadores das águas quentes desta corrente seriam os decápodes *Lucifer faxoni* e *L. typus*, e os moluscos heterópodes do gênero *Atlanta* (BRANDINI *et al.*, 1997). Quanto a águas estuarinas, a espécie *Oithona oswaldocruzi* tem sido apontada como indicadora de sua influência em regiões portuárias (PORTO NETO, 2003). Entre o meroplâncton, a presença de véliger de Gastropoda e zoea de Brachyura tem sido descrita como indicadora de influência de manguezal (PORTO NETO, 2003).

Em termos gerais, a biomassa do zooplâncton é maior nas regiões costeiras influenciadas por águas salobras de sistemas costeiros como o sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape e do Complexo Estuarino de Santos-São Vicente e restritas à faixa da AC, diminuindo para a região mais externa da plataforma continental (LOPES *et al.*, 2006 e referências). A biomassa zooplânctônica apresenta aglomerações associadas a áreas de baixa temperatura perto da costa durante o verão como resultado de

intrusões da ACAS que fertilizam a região no final da primavera e verão que promove máximos de biomassa zooplânctônica na região média e externa da plataforma (LOPES *et al.*, 2006 e referências). Aumento da biomassa de crustáceos planctônicos e táxons não-gelatinosos, como as salpas, na SBB seria resultado da persistência de águas com temperaturas entre 12 e 18°C, indicativo da ACAS (LOPES *et al.*, 2006 e referências). Na região norte do litoral de São Paulo (ex. Ubatuba), quando há intrusão de ACAS, a biomassa zooplânctônica pode superar 200 mg m<sup>-3</sup>, enquanto que em condições mais oligotróficas (verão) seria inferior a 50 mg m<sup>-3</sup> (LOPES *et al.*, 2006 e referências).

Quanto às relações tróficas entre os diferentes níveis tróficos no zooplâncton e entre este e níveis tróficos superiores, tem sido observado uma sincronia entre a ocorrência de ictioplâncton e as maiores densidades de zooplâncton, que seriam a principal fonte de alimento das larvas de peixes (KATSURAGAWA *et al.*, 1993 *apud* BRANDINI *et al.*, 1997). Estudos realizados na região de Ubatuba têm mostrado, por exemplo, que quetognatos se alimentam principalmente de copépodes, mas também de cladóceros, moluscos, náuplios, apendicularias e poliquetos, podendo competir direta ou indiretamente com larvas de peixes de interesse econômico (LIANG & VEGA-PÉREZ, 1995). Outros competidores indiretos com as larvas de peixe estariam representados pelas salpas, que formam frequentemente grandes aglomerações na região costeira e as quais competem pelo fitoplâncton com copépodes e outros herbívoros planctônicos que servem de alimento para as larvas (MATSUURA *et al.*, 1980 *apud* LOPES *et al.*, 2006; KATSURAGAWA *et al.*, 1993). As salpas têm sido apontadas como grandes exportadoras da produção primária fitoplanctônica para o bentos através das pelotas fecais, podendo significar um efeito negativo adicional sobre as larvas de peixes pelágicos (PIRES-VANIN *et al.*, 1993 *apud* COSTA *et al.*, 2015).

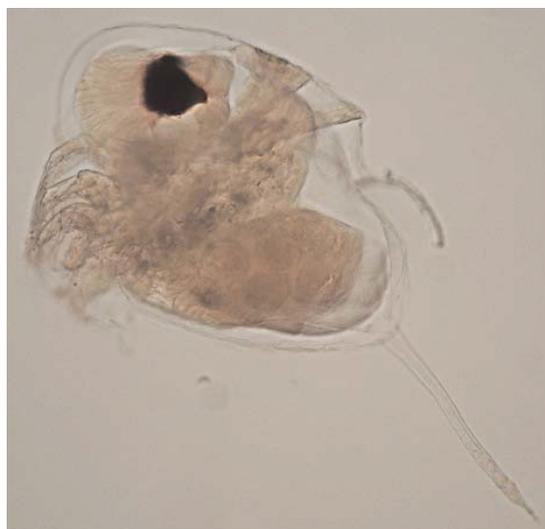
#### Aspectos da distribuição espaço-temporal, habitat, diversidade e biomassa na costa do estado de São Paulo

A dinâmica de variação da biomassa de zooplâncton no norte da região costeira do estado de São Paulo está influenciada pelas intrusões sazonais da ACAS na primavera e outono, quando são encontradas as maiores densidades e biomassas, enquanto que os menores valores seriam registrados em condições de subsidência ou distantes da influência dos sistemas costeiros (LOPES *et al.*, 2006 e referências nele). Especialmente, vórtices e frentes têm sido apontados como responsáveis na retenção e concentração de zooplâncton (LIMA & CASTELLO, 1995 *apud* LOPES *et al.*, 2006). Num estudo realizado entre 1986 e 1987 na região de Ubatuba Veja-Pérez (1993 *apud* BRANDINI *et al.*, 1997) a comunidade zooplânctônica estava dominada por copépodes tanto em abundância (50 a 98%) quanto em riqueza (~155), destacando as espécies *Paracalanus quasimodo*, *Ctenocalanus heronae* e *Temora stylifera*. Enquanto que nos outros grupos destacaram cladóceros *Penilia avirostris*, a apendicularia *Oikopleura dioica* e os quetognatos do gênero *Sagitta*. Em relação à distribuição vertical, a autora encontrou maiores densidades abaixo da termoclina no verão e na camada superficial nos outros períodos, provavelmente relacionado com a variabilidade sazonal das intrusões da ACAS. Em outro estudo também na região de Ubatuba, Katsuragawa *et al.* (1993 *apud* LOPES *et al.*, 2006) as maiores concentrações de zooplâncton foram observadas no verão, principalmente devido à salpa *Thalia democrática*, associadas à penetração de ACAS nessa época do ano. Como citado acima, de acordo com os autores, como as salpas competem pelo alimento com os copépodes e outros herbívoros do plâncton, podem diminuir o alimento das larvas de peixes sendo sua dinâmica populacional fundamental para a sobrevivência das larvas, incluindo as de espécies de interesse econômico. Numa revisão de trabalhos realizados na plataforma continental sudeste, Lopes *et al.* (2006b) determinaram que a característica mais importante na distribuição do zooplâncton na região foi o gradiente costa-oceano, seguido de aumentos locais de densidade em regiões de ressurgência e sobre o talude. Neste sentido, num estudo realizado por Liang & Vega-Pérez (2002) na região de São Sebastião, a comunidade de quetognatos apresentou um gradiente espacial com menor

número de espécies e densidade na região mais costeira, aumentando tanto o número de espécies quanto a densidade para a região oceânica. A zona nerítica foi dominada por *Sagitta friderici* e *S. tenuis*, enquanto que a zona oceânica por *S. enflata*.

Estudo realizado entre 2005 e 2008 na região de Ubatuba sobre a dinâmica populacional de apendiculários e cladóceros, Miyashita *et al.* (2010) registrou maiores densidades nas camadas superficiais relacionadas com a intrusão de ACAS. A distribuição de apendiculários (ex. *Oikopleura longicauda*, *O. fusiformis*, *Fritillarinae haplostoma*) esteve determinada pela temperatura da água, enquanto que a distribuição de cladóceros esteve determinada tanto pela temperatura (ex. *Penilia avirostris*) como pela salinidade (ex. *Pseudevadne tergestina* e *Evadne spinifera*, Figura 3.2.1.5. 2-3). Segundo o autor, os apendiculários foram significativos no fluxo de carbono na plataforma interna de Ubatuba, representando aproximadamente 70% da produção anual dos copépodes.

Figura 3.2.1.5.2-3 – Cladócero *Evadne spinifera* coletado em fevereiro de 2008 em Ubatuba.



Fonte: Miyashita *et al.* (2010).

Em outro estudo realizado na região de Ubatuba entre 2005 e 2008 por Melo-Junior (2009) foram registradas 70 espécies de copépodes, sendo dominados por espécies de tamanho < 1000 µm, em especial fêmeas de *Oncaea waldemari* e copepoditos imaturos de paracalanídeos e clausocalanídeos. No estudo também foi encontrado que a plataforma interna da região apresenta grande variabilidade na distribuição temporal da densidade, biomassa e produção secundária de copépodes pelágicos, aumentando tanto a densidade quanto a produtividade nos meses caracterizados pela intrusão de ACAS.

Dados obtidos pela FUNDESPA (2013) na região do Canal de São Sebastião durante dois anos (2011-2013) apresentam variação sazonal com maior abundância no verão e a dominância dos copépodes em relação aos demais grupos holoplanctônicos e meroplanctônicos exceto no verão quando grupos do holoplâncton tiveram participação similar ou superior aos copépodes na densidade total do zooplâncton. Nestes casos, o grupo dos cladóceros e das apendiculárias foram dominantes.

As espécies de Calanoida mais abundantes foram *Paracalanus quasimodo*, *P. indicus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia lilljeborgi* e *Temora turbinata*, além de representantes da família Clausocalanidae (*Clausocalanus* e *Ctenocalanus*).

Quanto aos Cyclopoida, os gêneros *Oncaea* e *Corycaeus* foram mais abundantes nas estações localizadas na região central do Canal de São Sebastião, enquanto que o gênero *Oithona* dominou nas estações próximas à Enseada do Araçá. A influência da ACAS foi caracterizada durante as campanhas de verão pela ocorrência do copépodes *Calanoides carinatus*, em baixa densidade. Nas campanhas de verão, quando a dominância do grupo dos copépodes decaiu, os grupos dominantes foram os cladóceros (espécies *Penilia avirostris* e *Pseudevadne tergestina*) e as apendicularias (*Oikopleura*). Os diferentes grupos do meroplâncton foram representados por larvas de Echinodermata, Cirripedia, Mollusca (Gastropoda e Bivalvia), Brachyura e Polychaeta.

A análise multivariada indicou diferenças espaciais na comunidade zooplânctônica entre o setor da Enseada do Araçá e do Porto Público de São Sebastião em relação aos demais pontos. Embora processos naturais possam representar os fatores que explicam as diferenças espaciais encontradas, não podem ser descartadas eventuais influências da atividade portuária ou de eutrofização na área do Araçá.

#### Espécies-chave de zooplâncton de interesse comercial/econômico

No Brasil, a maior parte dos estudos dos fatores que influenciam a distribuição de crustáceos decápodes bentônicos de interesse econômico tem sido centrada nos estágios juvenis e nos indivíduos adultos (ex. FURLAN *et al.*, 2013 e referências). Mas, por exemplo, diferentes espécies de camarão que são pescadas na costa do Estado de São Paulo, entre elas os representantes do gênero *Farfantepenaeus* (como o *F. brasiliensis* e *F. paulensis*, conhecidos como camarão rosa), e cuja reprodução acontece na plataforma continental, apresentam diversos estágios larvais planctônicos (ALBERTONI *et al.*, 2003). Assim, conhecer os fatores que influenciam a sobrevivência e a dinâmica de distribuição dessas larvas é importante nos programas de manejo e conservação dessas espécies. Outra espécie explorada comercialmente é o camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). Apesar de representar um dos recursos pesqueiros mais importantes do litoral paulista (RODRIGUES *et al.*, 1993 *apud* FRANZOSO, 2008) e de ter sido extensamente estudado no Brasil (FRANZOSO, 2008), esta espécie é outro exemplo no qual a sua fase larval planctônica tem sido pouco estudada no litoral do estado de São Paulo. A desova desta espécie acontece longe da costa e as larvas planctônicas migram para próximo da costa no final de seu desenvolvimento (HECKLER, 2010). No litoral norte do estado de São Paulo diversos estudos mostraram porém que as fêmeas desovavam em locais mais rasos, próximos da desembocadura de rios, pela proximidade de alimento para as larvas, enquanto que na Baía de Santos a desova aconteceria em regiões mais profundas pelo grande aporte de águas continentais do sistema estuarino (HECKLER, 2010). Um dos fatores propostos para o estímulo de liberação das larvas seria a temperatura, relacionada com a disponibilidade de fitoplâncton como alimento para as larvas (HECKLER, 2010).

Considerando o detalhamento das espécies bentônicas de interesse comercial que têm fase larval planctônica (detalhado também no **item Ecossistema Bentônico** do presente documento), merecem destaque os camarões, polvos e lulas.

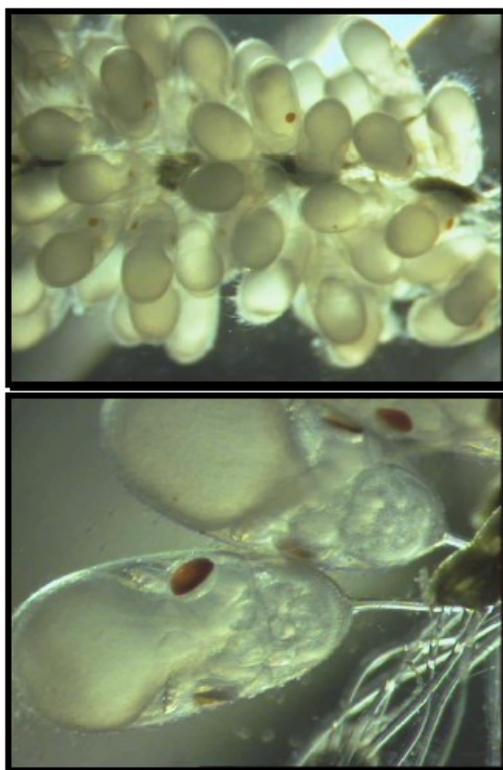
O camarão-legítimo (*Litopenaeus schimitti*) ocorre das Antilhas até o norte do Rio Grande do Sul, e é capturado na região do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida tanto na fase juvenil, na região estuarina, quanto na fase adulta, na região costeira (MENDONÇA, 2007). A desova desta espécie no litoral do Estado de São Paulo ocorre em águas oceânicas entre junho e fevereiro, com entrada de pós-larvas em novembro (GONÇALVES *et al.*, 2009). Pouco é conhecido sobre a dinâmica planctônicas na região oceânica/costeira entre a desova e o retorno das pós-larvas.

O camarão-santana (*Pleoticus muelleri*) ocorre no Atlântico Sudoeste, do Rio de Janeiro (Brasil) até Santa Cruz (Argentina), sendo seu ciclo de vida exclusivamente marinho (LOPES *et al.*, 2014). Esta espécie

prefere águas com temperaturas inferiores a 20°C, sendo indicadora da presença de ACAS no fundo (FRANZOSO *et al.*, 2002). Como destacado no **item Pesca, Extrativismo e Maricultura** do presente documento, é uma das espécies de camarão mais exploradas no estado de São Paulo, sendo que nos últimos anos tem aumentado o esforço de captura (LOPES *et al.*, 2014).

O polvo comum (*Octopus vulgaris*), considerado cosmopolita, vive desde a costa até a borda da plataforma continental, com migrações sazonais entre essas regiões relacionadas com a reprodução (GUERRA, 1992; JAMBEIRO, 2002). Esta espécie se alimenta de poliquetas, crustáceos, moluscos e peixes (JAMBEIRO, 2002) e parece apresentar dois períodos de máxima atividade sexual, na primavera e final do outono (GONÇALVES, 1993 *apud* JAMBEIRO, 2002). Os adultos têm capacidade migratória limitada e a dispersão das larvas deste gênero não é bem conhecida (GUERRA, 1992 *apud* MOREIRA, 2008). Provavelmente a dispersão deste gênero se dá mais pelas larvas através de correntes marinhas (MANGOLD, 1983 *apud* MOREIRA, 2008). A limitação na dispersão das larvas do polvo pode explicar a diferenciação interpopulacional entre as diferentes regiões do Brasil (MOREIRA, 2008; Figura 3.2.1.5. 2-4).

Figura 3.2.1.5.2-4 – Ovos do polvo *Octopus vulgaris*.



Fonte: <http://www.thecephalopodpage.org> *apud* Moreira (2008).

Como predadores, as lulas podem impactar as comunidades de peixes, tanto em adultos quanto no recrutamento de espécies de interesse econômico (GASALLA *et al.*, 2010 e referências). Duas espécies do gênero *Doryteuthis*, *D. pleii* e *D. sanpaulensis*, são importantes componentes da rede trófica da plataforma continental sul do Brasil, além de ser importantes tanto na pesca artesanal quanto industrial, desde o Rio de Janeiro até Santa Catarina (MARTINS *et al.*, 2014 e referências). Ambas as espécies apresentam grandes variações na abundância sazonal devido às condições oceanográficas locais (COSTA & FERNANDES, 1993). No estado de São Paulo a espécie principalmente capturada é *D. pleii*, que seria

uma espécie piscívora oportunista, além de consumir cefalópodes, crustáceos e poliquetas (GASALLA *et al.*, 2010 e referências). Entre as espécies de peixes encontradas no conteúdo estomacal de *D. pleii* estão algumas de interesse econômico como *Anchoa* spp. e *Sardinella brasiliensis*, cefalópodes como a própria espécie *D. pleii* e *D. sanpaulensis* (GASALLA *et al.*, 2010). Já seria mais capturada nos estados do Rio de Janeiro e (região de Cabo Frio) e Rio Grande do Sul, em associação com águas mais frias (ARAÚJO, 2013 e referências). A fase inicial do ciclo de vida se denomina paralarva, de hábito de vida planctônico e predadora de zooplâncton, não apresentando diferenças morfológicas com o adulto como no caso das larvas de peixes (YOUNG & HARMAN, 1983 *apud* ARAÚJO, 2013). O recrutamento destas espécies é dependente exclusivamente da sobrevivência da paralarva, que depende do suprimento de comida, fatores ambientais e predação (MARTINS *et al.*, 2014 e referências). Estudos realizados na plataforma continental sudeste do Brasil mostraram que as paralarvas de *D. plei* ocorrem em locais onde as águas superficiais eram mais quentes e menos salinas, enquanto que as de *D. sanpaulensis* foi encontrada em locais com menor temperatura superficial (ARAÚJO, 2013). Em particular, num estudo realizado na região de São Sebastião, as paralarvas de *D. plei* foram encontradas associadas a águas com temperaturas entre 25,6 e 27,8°C e salinidades entre 33,2 e 35,1, enquanto que *D. sanpaulensis* estiveram associadas à presença de águas com temperaturas < 23,0°C e salinidades entre 34,5 e 35,5, relacionadas à presença da ACAS (ARAÚJO, 2013). O transporte larval tem sido identificado como um ingrediente essencial para o recrutamento, por isso, estudos dos padrões de retenção e dispersão das larvas são fundamentais (MARTINS *et al.*, 2014). O aumento das capturas destas duas espécies pode levar a uma diminuição em seus estoques, enquanto que em regiões onde o esforço de captura é concentrado nos seus predadores naturais pode estar ocorrendo um aumento dos referidos estoques (ARAÚJO, 2013 e referências).

#### Distribuição e habitat

O ciclo de vida da maior parte dos invertebrados marinhos não planctônicos inclui uma fase larval que forma parte do plâncton, como meroplâncton, e o sucesso dessas espécies na etapa não planctônica de seu ciclo de vida depende em grande medida da sobrevivência em sua passagem pela etapa no plâncton, sendo fundamental conhecer sua composição, abundância, distribuição, variabilidade, padrões de dispersão e regiões de retenção (BALLABIO, 2011). Assim, por exemplo, espécies que habitam e desovam em ambientes costeiros protegidos, como estuários, podem apresentar a estratégia de retenção das larvas no sistema ou de liberação destas ao mar aberto e posterior retorno dos indivíduos em estágios pós-larvais ou juvenis (MORGAN, 1995 *apud* BALLABIO, 2011).

Um aspecto importante para determinar o potencial de dispersão das larvas é o tipo de desenvolvimento: larvas planctotróficas sobrevivem mais tempo na coluna de água e podem ser transportadas por maiores distâncias, enquanto que larvas lecitotróficas (dependem das reservas internas) teriam menor potencial de dispersão por sofrer a metamorfose em no máximo poucos dias (LÓPEZ & COUTINHO, 2008). As características da linha de costa (como bacias, enseadas, penínsulas, etc.) interferem nos padrões de circulação das correntes favorecendo a formação de feições oceanográficas (como frentes, giros, ressurgência, subsidência, etc.) que podem interferir nos padrões de distribuição das larvas e favorecer áreas de retenção larval (MCCULLOCK & SHANKS, 2003 *apud* LÓPEZ & COUTINHO, 2008). Portanto, a identificação das estratégias dos estágios larvais e os processos oceanográficos são fundamentais para avaliar a distribuição e o estoque de adultos, em especial das espécies de interesse econômico. Neste sentido, por exemplo, os crustáceos decápodes, cuja fase larval forma parte do meroplâncton, representam 10% da produção pesqueira no Brasil (IBAMA, 2004 *apud* BALLABIO, 2011).

No estado de São Paulo, a maior parte dos estudos do meroplâncton foi focada principalmente na fisiologia e desenvolvimento larval de crustáceos (BRANDINI *et al.*, 1997), porém poucos estudos no Brasil

consideram a influência de parâmetros ambientais na sazonalidade e distribuição espacial das suas larvas (BALLABIO, 2011). Outro grupo importante para a pesca no sudeste e sul do Brasil é representado pelas lulas, em especial pela espécie *Doryteuthis plei* (e.g. COSTA & HAIMOVICI, 1990; GASALLA, 2004; MARTINS & PEREZ, 2007). A maior parte dos estudos tem sido focados nos indivíduos adultos, sendo que pouco conhecimento se tem do comportamento das larvas dessa espécie, apesar da sua importância para o recrutamento dos adultos (MARTINS, 2009 *apud* MARTINS *et al.*, 2014). Martins *et al* (2014), através do acoplamento de modelos hidrodinâmicos e de seguimento de partículas determinaram os padrões de retenção e dispersão das larvas e chegaram à conclusão de que a plataforma do estado de São Paulo pode ser considerada uma região de berçário adequada para as paralarvas de *D. plei* se fossem consideradas unicamente a dispersão e retenção pela circulação. Porém, estudos adicionais considerando outros fatores como os padrões de migração vertical, taxas de crescimento e densidade do corpo, assim como estudos sobre ovos precisariam ser desenvolvidos para avaliar melhor os estoques dessa espécie.

O estudo do zooplâncton através do peso húmido é amplamente utilizada por ser uma forma fácil e rápida de estimar a biomassa, aportando informações valiosas em estudos de produtividade, nutricionais e de relações tróficas (RÉ, 2000 *apud* MELO-JUNIOR *et al.*, 2007).

#### Situação das espécies invasoras de cada subgrupo do zooplâncton

Várias espécies tidas como invasoras ou exóticas no Brasil têm sido registradas na região costeira do estado de São Paulo (Quadro 3.2.5.2-3). A maior parte delas provavelmente foi introduzida por água de lastro ou transporte marítimo, mas como geralmente podem ter nas correntes marinhas um vetor de dispersão, a presença delas nos diferentes ecossistemas costeiros do estado tem que ser monitorada.

Quadro 3.2.1.5.2-3 – Registros de ocorrências de espécies invasoras no litoral de São Paulo.

<b>Organismos</b>	<b>Espécies exóticas</b>	<b>Distribuição no Estado de SP</b>
cladóceros	<i>Pleopis schmackeri</i> *	Litoral Sul, Baixada Santista e Ubatuba
copépode	<i>Temora turbinata</i> *	Ubatuba a Cananéia
copépode	<i>Apocyclops borneoensis</i> *	Juréia-Itatins e no complexo estuarino de Cananéia – Iguape
copépode	<i>Phyllopodopsyllus setouchiensis</i> *	São Sebastião
copépode	<i>Leptocaris gurneyi</i>	água de lastro no porto de Santos
copépode	<i>Leptocaris trisetosus</i>	água de lastro no porto de Santos
camarão	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Cananéia-Iguape
camarão,	<i>Penaeus monodon</i>	Santos
coral-sol	<i>Tubastraea tagusensis</i> *	litoral brasileiro
esponjas	<i>Paraleucilla magna</i> *	São Sebastião e Ilha de Alcatrazes
poliquetas	<i>Polydora cornuta</i> * e <i>P. nuchalis</i> *	Caraguatatuba e São Sebastião
poliquetas	<i>Pseudopolydora achaet</i> * e <i>P. antennat</i> **	Caraguatatuba e São Sebastião
cirripédio	<i>Megabalanus coccopom</i> *	São Sebastião
caranguejo	<i>Charybdis helleri</i> *	litoral brasileiro
caranguejo	<i>Pilumnoides perlatu</i> *	Ubatuba
caranguejo	<i>Pyromaia tuberculata</i> *	litoral brasileiro

caranguejo	<i>Scylla serrata</i>	Peruíbe
------------	-----------------------	---------

\* espécies descritas na APAMLN

### Holoplâncton

O cladóceros *Pleopis schmackeri*, descrito originariamente no Oceano pacífico e que poderia ter sido introduzida por água de lastro, tem sido registrada em águas costeiras e estuarinas de Cananéia e desde todo o litoral sul do estado até a Baixada Santista (ROCHA, 1985 *apud* VILLAC *et al.*, 2009; MARAZZO, 2002) e mais recentemente na região costeira de Ubatuba (MYASHITA *et al.*, 2011). É considerada estabelecida no litoral brasileiro (VILLAC *et al.*, 2009) e habita águas costeiras e estuarinas de regiões tropicais e temperadas, mas pode ser encontrado em águas oceânicas (ONBÉ, 1999 *apud* VILLAC *et al.*, 2009). Embora não tenha efeitos econômicos conhecidos, ela pode afetar a estrutura da comunidade planctônica local, portanto, sua presença e dispersão precisa ser monitorada para outras regiões, através de água de lastro, transporte marítimo e correntes marinhas (VILLAC *et al.*, 2009). Neste sentido, num estudo realizado no litoral de Santa Catarina esta espécie foi encontrada no outono associada à Água de Plataforma e Tropical, confirmando a sua dispersão por correntes marinhas desde o estado do Pará até o sul do Brasil (NUNES, 2010).

O copépode *Temora turbinata* (Figura 3.2.1.5.2-5), é uma espécie exótica estabelecida que também poderia ter sido introduzida através da água de lastro de navios na década de 1980, pode estar associada tanto a Água Costeira, Água Tropical da Corrente do Brasil e ACAS (LOPES *et al.*, 1999). No estado de São Paulo, tem sido detectada desde Ubatuba até Cananéia (VILLAC *et al.*, 2009 e referências). É uma espécie costeira que ocorre também em estuários, regiões externas da plataforma continental e áreas oceânicas, associada a águas quentes (VILLAC *et al.*, 2009 e referências). Embora não tenham sido descritos efeitos econômicos ou sobre a saúde, essa espécie pode deslocar a espécie nativa *T. stylifera* (VILLAC *et al.*, 2009).

Figura 3.2.1.5.2-5 – Copépode *Temora turbinata*.



Fonte: Villac *et al.* (2009).

O copépode *Apocyclops borneoensis*, originário do Oceano Pacífico, tem sido detectado em 1983 no estuário do rio Una do Prelado, São Paulo, na estação ecológica Juréia-Itatins e no complexo estuarino de Cananéia – Iguape, e provavelmente foi introduzida por água de lastro (ROCHA *et al.*, 2004 *apud* VILLAC *et al.*, 2009). Ocorre tanto em água doce quanto em ambientes estuarinos e lagoas costeiras em regiões tropicais e subtropicais. Esta espécie tem sido testada satisfatoriamente na alimentação de larvas de

peixes (JAMES & AL-KHARS, 1984 *apud* VILLAC *et al.*, 2009). Os efeitos sobre a ecologia dos ambientes e a saúde humana são ainda desconhecidos, embora poderia competir com outros copépodes (VILLAC *et al.*, 2009).

O copépode *Phyllopodopsyllus setouchiensis* (Figura 3.2.1.5. 2-6), originário do Oceano Pacífico, foi detectado em São Sebastião em 2002/2003 (ROCHA *et al.*, 2004 *apud* VILLAC *et al.*, 2009). Ocorre em ecossistemas costeiros estuarinos e está associado ao bentos (VILLAC *et al.*, 2009). Embora se desconheçam seus efeitos econômicos e ecológicos, esta espécie de distribuição costeira e estuarina apresenta dispersão por água de lastro, transporte marítimo e correntes marinhas, por isso, tem que ser monitorada em outras regiões do litoral do estado.

Figura 3.2.1.5.2-6 – Copépode *Phyllopodopsyllus setouchiensis*.



Fonte: Villac *et al.* (2009).

O copépode *Paracyclops longifurca*, embora tenha sido detectado recentemente (ano 2000) apenas no complexo estuarino de Paranaguá (Pontal do Sul, PR) (MARTINEZ-ARBIZU & SARTORI, 2000 *apud* VILLAC *et al.*, 2009), pela sua proximidade com a região sul do estado de São Paulo, merece atenção dado que sua dispersão natural acontece por correntes marinhas. Sua origem é de lagoas costeiras da Índia e Bangladesh, no entanto ainda não se sabe o impacto dessa espécie na ecologia e na economia do local introduzido (VILLAC *et al.*, 2009).

O copépode *Pseudodiaptomus trihamatus* (Figura 3.2.1.5. 2-7) tem sido detectado em ambientes costeiros, estuarinos e lagoas hipersalinas do litoral Norte e Nordeste do Brasil, (MEDEIROS *et al.*, 2002 *apud* VILLAC *et al.*, 2009; AQUINO *et al.*, 2007). Esta espécie poderia ter sido introduzida associada a espécies de interesse econômico como camarão *Penaeus monodon*, (MEDEIROS, 1983 *apud* VILLAC *et al.*, 2009), mostrando o risco que as atividades de aquicultura podem representar para a introdução de espécies associadas aos organismos de interesse.

Figura 3.2.1.5.2-7 – Copépode *Pseudodiaptomus trihamatus*.



Fonte: Villac et al. (2009).

As espécies de copépode *Leptocaris gurneyi* e *L. trisetosus* foram registradas em 2001 nos tanques de água de lastro no porto de Santos, porém foram contidas e não se tem novos registros (VILLAC et al., 2009). Não obstante, a detecção dessas espécies em tanques de água de lastro confirma que o risco de introdução de espécies exóticas ainda persiste.

### Meroplâncton

Algumas espécies de camarões de água doce e salobra do gênero *Macrobrachium* (*M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersi*) têm um desenvolvimento larval extenso (ANGER & MOREIRA, 1998), e passam parte de sua vida em águas estuarinas. Essas larvas podem sobreviver em água do mar durante certo tempo, o que pode fazer que sejam carregadas pelas correntes oceânicas e colonizar novos ambientes (MOSSOLIN et al., 2010). Assim, a inclusão de larvas de crustáceos de água doce o no monitoramento é importante para estimar como certas espécies de interesse econômico de água-doce ou salobras com certa tolerância à água do mar que possam ser introduzidas em áreas não protegidas poderiam colonizar ambientes próximos, incluindo áreas de proteção ambiental.

Em relação às espécies de camarão marinhas, a única cultivada no Brasil é *Litopenaeus vannamei*, espécie exótica introduzida intencionalmente (FERREIRA et al., 2004 e referências). Esta espécie, que pode ser infectada pelo vírus da Síndrome da Mancha Branca (*White Spot Syndrome Virus – WSSV*), está sendo objeto de preocupação na região de Cananéia-Iguape (BARBIERI et al., 2016), portanto, a presença de larvas planctônicas dessa espécie nas regiões próximas aos cultivos deve ser monitorada, já que entre as potenciais rotas de dispersão estão as correntes costeiras e estuarinas (JUNQUEIRA et al., 2009b).

Outra espécie exótica de camarão, *Penaeus monodon*, tem sido detectada no estuário de Santos (São Paulo). Habita a plataforma continental e apresenta fase larval planctônica. Os vetores de dispersão são a água de lastro e a aquicultura, embora essa espécie não seja mais cultivada no Brasil (JUNQUEIRA et al., 2009b e referências).

O aumento do tráfego marítimo tem aumentado o risco de espécies invasoras, tanto na água de lastro quanto incrustadas no casco dos navios (ex. cracas, anfípodos, mexilhões, esponjas, corais, anêmonas, poliquetas, etc.). Neste sentido, o estudo dos fatores de suprimento larval de espécies de invertebrados bentônicos tem sido útil para avaliar os riscos de introdução de espécies exóticas, tanto através da água de lastro (informações como estoque de larvas nesta água e frequência com a que a água é despejada são importantes) como através de larvas e propágulos provenientes de adultos incrustados em resposta a

um estímulo no ambiente costeiro receptor (quanto maior o tempo de permanência de um navio no local maior o tempo de aclimatação das espécies incrustantes e maiores as chances destas liberarem as larvas) (LÓPEZ & COUTINHO, 2008).

Como destacado no **item Ecossistema Bentônico**, diversas espécies bentônicas têm seu potencial invasor determinado pela dispersão de sua fase larval planctônica.

O já famoso coral-sol (*Tubastraea tagusensis*) tem causado bastante preocupação nos últimos anos por ter colonizado rapidamente o litoral brasileiro e poder provocar mudanças na produtividade primária e composição do plâncton, causar o declínio de espécies de coral nativas e de outros organismos de importância tanto econômica quanto ecológica (ICMBio, 2012). Estes fatores têm levado inclusive à criação de programas para a remoção das colônias desse organismo invasor. Como muitos invertebrados bentônicos, o coral-sol apresenta uma fase larval planctônica, porém o curto período de desenvolvimento dessas larvas antes do recrutamento, entre 3 e 14 dias, indica que dificilmente a propagação desta espécie seria através de água de lastro e sim por organismos adultos aderidos a plataformas de petróleo, fundo de navios e outras estruturas humanas (REYES-BONILLA *et al.*, 1997 apud FERREIRA *et al.*, 2009 e referências; CREED & DE PAULA, 2007). Portanto, o monitoramento de larvas deste coral deve ser focado em regiões próximas a comunidades assentadas ou quando da introdução de estruturas que possam estar já colonizadas.

Espécies de esponjas invasoras como *Paraleucilla magna* já tem sido detectada no litoral de São Paulo (São Sebastião e Ilha de Alcatrazes). Invade preferencialmente substratos consolidados naturais e artificiais (regiões portuárias) e apresenta dispersão por correntes marinhas pela liberação de larvas. (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

Há também espécies de poliquetas exóticas que apresentam dispersão por larvas planctônicas como *Polydora cornuta*, *P. nuchalis*, *Pseudopolydora achaeta* e *P. antennata*, e que têm sido detectadas no litoral de São Paulo (Caraguatatuba e São Sebastião). No caso de *P. nuchalis* pode estar associada a aquicultura. Desenvolve-se em áreas portuárias e ambientes estuarinos de regiões subtropicais e temperadas (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

A espécie de cirripédio invasora *Megabalanus coccopoma* está estabelecida no litoral brasileiro e tem sido detectada em São Sebastião. Habita ambientes estuarinos e costeiros e apresenta fase larval planctônica, por isso, pode apresentar dispersão por correntes marinhas (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

A espécie exótica de caranguejo *Charybdis hellerii*, que foi detectada primeiramente no Rio de Janeiro, tem sido reportada tanto no litoral brasileiro desde o Maranhão até Santa Catarina e apresenta uma alta taxa de dispersão devida entre outros fatores à elevada duração (~44 dias) da sua fase larval planctônica (FERREIRA *et al.*, 2009 e referências). No Brasil não é explorado comercialmente como no sudeste asiático e suas consequências ecológicas tem que ser mais bem estudadas considerando também que essa espécie pode ser hospedeira potencial do vírus da Síndrome da Mancha Branca (White Spot Syndrome Virus – WSSV) (TAVARES & MENDONÇA JUNIOR, 2004 apud FERREIRA *et al.*, 2009). Esse vírus é comum principalmente em fazendas de cultivo de camarões, alguns autores evidenciaram que o vírus pode estar presente em populações de ambientes naturais sem apresentar sintomas, e torna-se epidêmicas em condições intensivas de cultivo (BRIGGS *et al.*, 2004 apud COSTA *et al.*, 2012), sendo que a principal forma de contaminação é através de efluentes de fazendas de camarões afetadas pela enfermidade (COSTA *et al.*, 2012), e uma vez contaminada pelo vírus o prejuízo econômico é muito grande, perdendo toda a produção.

Outra espécie exótica de caranguejo, o *Cancer pagurus*, tem sido registrada no Brasil e foi introduzida provavelmente por água de lastro. Apresenta uma fase larval planctônica, embora provavelmente o vetor de dispersão seja a água de lastro. Esta espécie pode ser infectada pela patologia PCD (*Pink crab disease*), o que faz diminuir o seu custo de mercado e de outras espécies nativas infectadas (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

O caranguejo *Pilumnoides perlatius*, que também apresenta larvas planctônicas, foi detectado em Ubatuba (SP). Habita substratos marinhos costeiros inconsolidados. Originário do Pacífico Oriental, provavelmente esta espécie foi introduzida por água de lastro (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

A espécie exótica de caranguejo *Pyromaia tuberculata* é considerada como estabelecida no litoral brasileiro, incluindo o estado de São Paulo, e apresenta fase larval planctônica, embora a dispersão seja provavelmente por água de lastro (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

Outra espécie de caranguejo introduzida no estado de São Paulo (Peruíbe) e que apresenta fase larval planctônica é a *Scylla serrata*. Habita ambientes marinhos costeiros e substratos inconsolidados. A fase larval é prolongada, por isso, pode ter um elevado potencial de dispersão. *S. serrata* é comumente afetada por WSSV “White Spot Syndrome Virus” em cultivo (JUNQUEIRA *et al.*, 2009b).

#### ■ Ictioplâncton

Durante os primeiros dias de vida, ovos e larvas permanecem na camada mais superficial da coluna d'água (MATSUURA & OLIVAR, 1999), o que sugere que suas presenças em amostras de plâncton se relacionam com a atividade reprodutiva dos adultos. A desagregação de uma associação pode ser consequência da ocorrência de recrutamento, fluxos turbulentos ou migração vertical (MAFALDA Jr *et al.*, 2006). Assim, observa-se que os padrões de distribuição de ovos e larvas de peixes, em qualquer região do oceano, estão relacionados com a atividade reprodutiva da população adulta e com características topográficas e hidrográficas, que afetam a dispersão das larvas.

A grande maioria das populações de peixes produz, com uma periodicidade anual, uma quantidade variável de ovos e estados larvais planctônicos, que sobrevivem até à fase do recrutamento. Os primeiros estados de desenvolvimento dos peixes são particularmente sensíveis às condições do meio. O número de indivíduos que atingem a fase de recrutamento é muito variável. Os processos envolvidos na variabilidade do recrutamento não estão ainda totalmente esclarecidos. O sucesso ou falha do recrutamento pode depender de diversos fatores. As disponibilidades alimentares e predação desempenham provavelmente um papel importante, sendo ambos dependentes, em maior ou menor grau, das condições do meio. Outros fatores, tais como as correntes, ventos, turbulência e/ou estratificação da coluna de água, podem também intervir no processo, promovendo retenção ou transporte para áreas-berçário. No entanto, no momento da desova e subsequente desenvolvimento larval, as condições ambientais podem variar de ano para ano, devido às variações das características ambientais, alterações no calendário de desova ou uma combinação de ambos (MAFALDA JR *et al.*, 2006). Potencialmente, padrões de circulação também poderiam influenciar na distribuição das assembleias das larvas de peixes, devido ao recrutamento da população adulta (SOMARAKIS *et al.*, 2002). Variações no ambiente oceanográfico podem causar alterações na distribuição espaço-temporal dos peixes adultos e nas características de seu ambiente de desova, tais como época, duração e local. Em princípio, o início da desova é definido pelos adultos; mas uma combinação de parâmetros abióticos e fatores biológicos, tais como o movimento da água e a temperatura com a distribuição e a abundância de presas e predadores, age diretamente sobre as larvas, influenciando em sua distribuição, abundância, crescimento e

sobrevivência (SOMARAKIS *et al.*, 2002). A influência deste conjunto de fatores na variabilidade do recrutamento não pode ser estudada isoladamente. A abordagem desta problemática requer um estudo multidisciplinar e integrado, mobilizando os recursos científicos e tecnológicos necessários.

A distribuição vertical dos estados larvais dos peixes assim como as suas migrações verticais nictemerais, ou seja, num espaço de tempo que compreende 24 horas, tem sido objeto de estudo de numerosos autores (RÉ, 1984; SOMARAKIS *et al.*, 2002; MAFALDA JR *et al.*, 2006, entre outros). A sua abordagem torna-se, no entanto, difícil, sobretudo devido a problemas operacionais relacionados com a metodologia utilizada durante a amostragem. Geralmente um número comparativamente superior de estados larvais é capturado durante o período noturno, em particular, os de dimensões mais elevadas. Este fato foi inicialmente interpretado como sendo resultante de uma migração vertical ativa, mas poderão estar sobretudo relacionados com fenômenos de fototropismo (RÉ, 1984; 1999). As migrações verticais nictemerais exibidas por algumas larvas de peixes podem ainda estar relacionadas com a alimentação. Estes autores verificaram que as migrações verticais efetuadas por organismos zooplânctônicos que estão na base da alimentação dos estados larvais de Clupeoidei poderiam explicar os deslocamentos verticais efetuadas por estes últimos, apesar de se verificar existir uma ritmicidade na sua alimentação. A captura ativa de espécies-presa (fito e zooplâncton) pode iniciar-se em alguns Clupeoidei ainda antes da absorção completa das reservas vitelínicas, após a boca e o tubo digestivo se tornarem funcionais. A partir desta fase a larva passa a alimentar-se fundamentalmente de zooplâncton (por exemplo, copépodes, no estado larval e/ou adulto), verificando-se uma tendência para os primeiros estados larvais apresentarem preferências alimentares mais heterogêneas (fitoplâncton, tintínídeos, ciliados, ovos de copépodes, larvas de moluscos). Os organismos fitoplânctônicos encontrados com frequência nos tubos digestivos dos primeiros estados larvais dos Clupeoidei são quase sempre ingeridos acidentalmente, sendo pouco comuns em estados subsequentes (RÉ, 1984).

Um estudo dos padrões de distribuição de ovos e larvas de peixes contribui para compreender as inter-relações entre as espécies, nas suas fases iniciais de vida, bem como para evidenciar padrões de desova de adultos. Esses padrões de distribuição, entre as espécies de peixes decorrem das atividades reprodutivas sincronizadas das diferentes espécies, que foram desenvolvidas durante a adaptação evolutiva às condições geográficas e oceanográficas.

Ainda, os estudos do ictioplâncton podem fornecer informações sobre as estratégias reprodutivas adotadas por cada espécie, em resposta aos processos físicos e biológicos da região, informações estas que são importantes para uma utilização racional dos recursos pesqueiros e para a compreensão do estado ecológico das espécies em um ecossistema marinho (KATSURAGAWA *et al.*, 2006). Finalmente, a avaliação do ictioplâncton pode até mesmo servir para estimar futuros estoques de peixes (TANAKA, 1973). Assim, a compreensão de processos que regem a sobrevivência, abundância, frequência de ocorrência, dispersão, entre outras variáveis, do ictioplâncton reveste-se de particular importância dada a influência que estes têm na abundância das futuras capturas dos recursos e na sua gestão a médio e longo prazo.

Os aspectos acima citados são relevantes para suportar o entendimento da dinâmica do ictioplâncton e sua interação/influência nas abundâncias das espécies de maior interesse comercial e científico no âmbito da APAMLN. Podem ser relevantes também para a avaliação dos diferentes impactos que incidem sobre estes recursos.

## Aspectos da distribuição espaço-temporal, habitat, diversidade e biomassa na costa do estado de São Paulo

Segundo CASTELO (1994), só na região sudeste do Brasil ocorrem 116 famílias e 518 espécies de Osteichthyes. Já em 2006, KATSURAGAWA e colaboradores afirmaram que o conhecimento sobre o ictioplâncton da costa sul e sudeste do Brasil, que inclui a região costeira do estado de São Paulo, desde a costa até 200 milhas náuticas, apresenta um conhecimento bem consolidado. Tais estudos iniciaram-se na década de 60 objetivando principalmente prever os estoques da sardinha-verdadeira, mas permitiram obter conhecimentos muito além do objetivo inicial.

A costa do estado de São Paulo encontra-se inserida na região conhecida como Plataforma Continental Sudeste (PCSE), localizada entre Cabo Frio e Cabo de Santa Marta Grande. (LOPES *et al.*, 2006). Como detalhado no **item Meio Físico** do presente documento, incorporando toda a área da APAMLN, três diferentes massas de água caracterizam a região nerítica da PCSE: a Água Tropical (AT), quente e salina, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), relativamente fria, e a Água Costeira (AC), resultante da mistura da água doce continental e água da plataforma continental.

Para uma boa compreensão da ecologia do ictioplâncton, é importante saber que há uma diferença sazonal nos processos hidrodinâmicos: o fenômeno de intrusão da ACAS sobre a PCSE é mais frequente durante o verão, fazendo com que, nessa época do ano, possa ocorrer um maior aporte de nutrientes na zona eufótica em comparação com o inverno. De acordo com Lopes *et al.* (2006), além da intrusão sazonal da ACAS, a formação de meandros da Corrente do Brasil também proporciona um mecanismo de ascensão das águas frias e ricas em nutrientes, aumentando a biomassa fito e zooplânctônica e a produção na plataforma média e externa, o que favorece o desenvolvimento do ictioplâncton próximo dessas regiões. Já na plataforma interna máximos na abundância de ictioplâncton são frequentes tanto em ressurgências como nos grandes sistemas estuarinos. Ocasionalmente, as águas neríticas frias procedentes do estuário do Rio da Prata e as águas subtropicais da Convergência Subtropical, que exercem uma forte influência na distribuição do zooplâncton e ictioplâncton para as regiões mais ao sul, podem atingir a região da costa do estado de São Paulo (CARVALHO *et al.*, 2014), aumentando também a produtividade. Dessa forma, para a gestão da APAMLN, caso seja necessária alguma ação preventiva para a proteção dos recursos bióticos, essas considerações são importantes para tornar as ações mais efetivas.

Recentemente, além dos trabalhos abordarem aspectos da identificação e descrição das fases do desenvolvimento embrionário e larval e da distribuição e abundância de ovos e larvas, os estudos sobre a estrutura da comunidade têm sido acompanhados daqueles sobre associações/assembleias, crescimento, mortalidade, condição nutricional, alimentação e cultivo de larvas, seguindo uma tendência mais ecológica e de relações e respostas aos fatores ambientais, em busca de um entendimento sobre os fenômenos que envolvem o recrutamento e a dinâmica das populações. Itagaki (1999), por exemplo, encontrou três principais grupos larvais habitando a PCSE até a isóbata de 100 m: o grupo costeiro, o nerítico e oceânico. Um grupo transicional contendo espécies costeiras e neríticas também foi identificado. Para algumas categorias taxonômicas, a composição das assembleias refletiu o padrão de distribuição e estratégias reprodutivas dos adultos.

A assembleia costeira, influenciada pela Água Costeira, incluiu larvas de *Harengula jaguana* (sardinha-cascuda), *Synodus foetens* (peixe-lagarto-costeiro), *Chloroscombrus chrysurus* (palombeta), *Oligoplites* spp. (guaivira), *Sphyræna guachancho* (bicuda), *Etropus crossotus* (linguado), *Gymnachirus* sp. (linguado), *Symphurus kyaropterygium* (língua-de-mulata), outras larvas das famílias: Gerreidae

(carapebas), Sciaenidae (pescadas, corvina), Mugilidae (tainha), Blenniidae (blênios) e Gobiidae (emborés). Neste grupo ocorreram algumas espécies tipicamente abundantes em águas estuarinas ou de baixa salinidade, como *H. jaguana* (sardinha-cascuda) e carangídeos como *C. chrysurus* (*palombeta*) e *Oligoplites* (*guaivira*).

A assembleia nerítica, influenciada pela intrusão da ACAS, incluiu larvas de peixes com ampla distribuição sobre a plataforma continental, como *Engraulis anchoita* (*anchoíta*), *Bregmaceros cantori*, *Trichiurus lepturus* (*peixe-espada*), *Auxis* sp. (bonitos), *Bothus ocellatus* (*solha*), e aquelas das famílias Ophidiidae (congrós), Triglidae (cabrinha) e Serranidae (garoupas, badejos, chernes).

A assembleia oceânica foi caracterizada pela dominância de taxa mesopelágicos associados com a Água Tropical, incluindo *Maurolicus stehmanni*, *Pollichthys mauli*, *Diaphus dumerelli*, Paralepididae e Nomeidae.

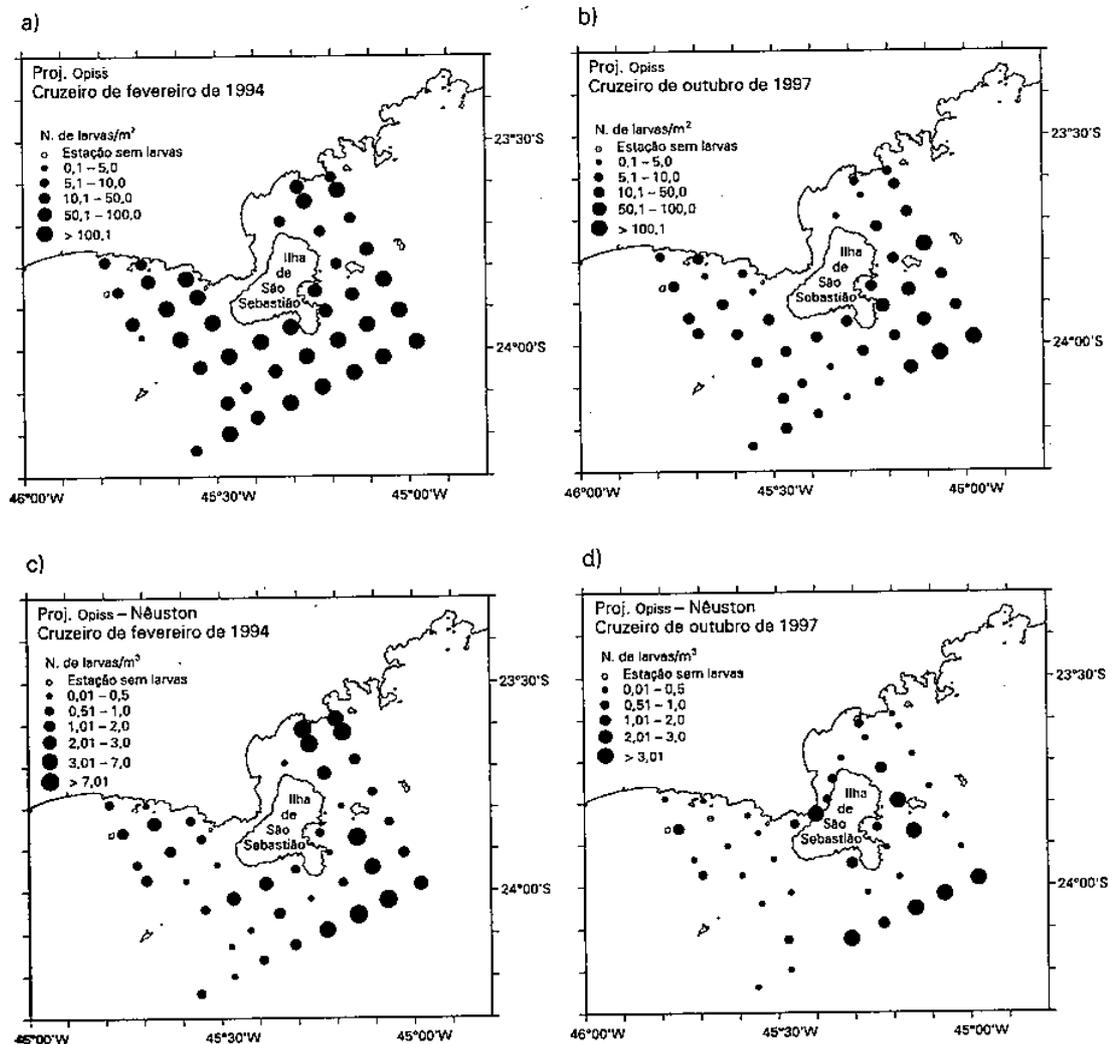
O grupo transicional incluiu espécies tanto costeiras como neríticas, tais como *Sardinella brasiliensis* (sardinha-verdadeira), *Euthynnus alletteratus* (bonito-pintado), *Etropus longimanus* (linguado), *Syacium papillosum* (linguado), *Symphurus trewavasae* e *S. jenynsi*. Larvas de Engraulidae (manjubas, anchoíta) e Clupeidae (sardinhas), especialmente *Engraulis anchoita* (*anchoíta*), *Sardinella brasiliensis* (sardinha-verdadeira) e *Harengula jaguana* (sardinha-cascuda), representaram até 60% da biomassa do ictioplâncton na plataforma interna e intermediária (<100 m; KATSURAGAWA *et al.*, 2006).

Katsuragawa *et al.* (2006) realizaram levantamento de pesquisas realizadas na região sudeste, e verificaram que, a composição taxonômica, e a abundância ou frequência relativa dos grupos, apresentam grandes variações relacionadas a muitos fatores. Considera três casos distintos: o primeiro refere-se a amostra de uma região costeira, restrita até a profundidade máxima de 70 metros; o segundo refere-se a uma região mais ampla da plataforma, até a isóbata de 100 metros; e o terceiro refere-se a uma região que inclui a plataforma após a isóbata de 100 metros até a região do talude continental, de aproximadamente 2500 metros, todos verificados em estudos realizados na costa sudeste. Estes autores verificaram certa semelhança na composição taxonômica dos dois primeiros casos, em que mais de 75% dos grupos taxonômicos que ocorre na região costeira restrita mostram-se frequentes também na região ampla sobre a plataforma. Excetuando-se as larvas de peixes mesopelágicos, que já se mostram presentes nas profundidades próximas de 100 metros, os grupos não comuns aos dois casos são principalmente aqueles de ocorrência muito rara, com frequência numérica e abundância menor que 0,1%. Por outro lado, os grupos predominantes, Engraulidae (manjubas) e Clupeidae (sardinhas), praticamente se repetem nos dois casos e chegam a representar até 60% das larvas coletadas. As famílias Paralichthyidae (linguados), Carangidae (chicharro, guaivira, etc.) e Scombridae (sororoca, atuns, bonitos, etc.) também ocorrem como grupos frequentes nos dois casos. Aparentemente a família Gerreidae (carapebas) tem importância em regiões mais próximas da costa enquanto Bregmacerotidae torna-se um grupo que se destaca quando se consideram também os setores mais afastados da costa.

Variações temporais na atividade de postura de ovos de peixes em relação à intrusão da ACAS foram sugeridas pela variabilidade na abundância de ovos totais (MATSUURA 1983, 1996; SPACH, 1990, entre outros). Lopes *et al.* (2006) observaram dois padrões de postura na Plataforma Continental Sudeste: 1) alta atividade de desova no verão ou mais cedo, entre final de primavera e verão, observado para sardinhas, *Trachurus lathami* (*chicharro*) (KATSURAGAWA e MATSUURA, 1992) e alguns escombrídeos (sororocas, atuns, bonitos, etc.; MATSUURA e SATO, 1981); 2) um segundo grupo exibindo desova ao longo do ano todo sobre toda a plataforma continental, incluindo *Engraulis anchoita* (*anchoíta*) e *Maurolicus stehmanni* (RIBEIRO, 1996).

Especificamente para São Sebastião, Katsuragawa *et al.* (2008a) concluíram que a região é área de desova para espécies pelágicas e demersais. Através de levantamentos realizados durante cruzeiros realizados pelo projeto OPISS – Oceanografia da Plataforma Interna de São Sebastião ficou evidente a existência de uma sazonalidade de desova para a maioria das espécies de peixes da região, com predomínio de desova no verão. Isso é verdadeiro mesmo para aquelas espécies que desovam durante todo o ano como é o caso de *Engraulis anchoita* (anchóita). Verificaram-se diferenças marcantes nos valores de abundância de larvas entre as amostragens (Figura 3.2.1.5. 2-8).

Figura 3.2.1.5.2-8 – Distribuição e abundância de larvas de peixes na região de São Sebastião, coletados com rede bongô e para nêuston. a) fevereiro de 1994 – bongô; b) outubro de 1997 – bongô; c) fevereiro de 1994 – nêuston; d) outubro de 1997 – nêuston.



Fonte: KATSURAGAWA *et al.*, 2008<sup>a</sup>.

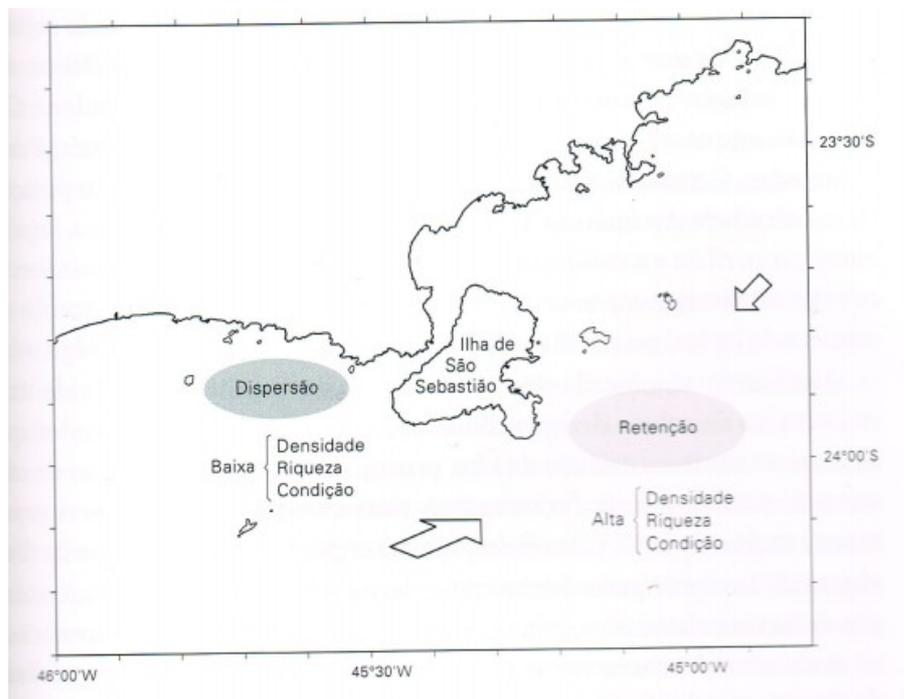
Esse fato está aparentemente relacionado às estratégias reprodutivas e os hábitos próprios dos adultos de cada espécie, influenciado pelos processos dinâmicos e pelas características topográficas que modulam o ambiente local. Evidencia-se que a comunidade é bem diversa embora ocorram predomínio de larvas das famílias pelágicas Engraulidae (manjubas), Clupeidae (sardinhas), Carangidae (chicharro, guaivira, etc.) e

das famílias demersais Paralichthyidae (linguados), Gerreidae (carapebas), Sciaenidae (pescada, corvina, etc.) e Blenniidae (blênios). No cruzeiro de verão de 94, o número de ovos foi menor na coluna de água, porém maior na superfície, revelando possíveis estratégias de uso do sistema por espécies com larvas planctônicas e neustônicas. Clupeidae (sardinhas) e Engraulidae (anchóita e manjubas) se alternam na dominância quanto ao número de ovos. Tais informações sobre a época e locais de desova dos peixes, aliados ao conhecimento empírico dos pescadores locais, são relevantes para a gestão da APAMLN, uma vez que a proteção das áreas de desova é essencial para o recrutamento e manutenção dos estoques pesqueiros.

Com base nos resultados dos quatro cruzeiros realizados do projeto OPISS, Katsuragawa *et al.* (2008a) propõem uma síntese sobre o funcionamento do ecossistema na região de São Sebastião e distribuição espacial das larvas que pode ser observada na Figura 3.2.1.5.3 -9. Essa síntese indica a tendência das larvas de peixes para uma concentração maior na porção a sudeste da Ilha de São Sebastião. A mesma tendência foi observada nos resultados sobre estrutura química e fitoplâncton (GIANESELLA e SALDANHA-CORREIA, 2008).

Nesse processo, a estrutura oceanográfica da região, principalmente o sistema de correntes de sudoeste para sudeste (CASTRO *et al.*, 2006), bem como a presença da Ilha (FURTADO *et al.*, 2008) devem desempenhar um papel fundamental, possibilitando condições para que nessa parte da área de estudo ocorra o mecanismo de retenção de larvas e concentração de alimento. Com a penetração eventual da ACAS na mesma área, ocorre a estratificação vertical da coluna de água, com a consequente estabilidade hidrográfica. Além disso, os nutrientes provenientes do norte tornam esse local ainda mais enriquecido, o que criaria condições ótimas para o desenvolvimento larval ocorrer, corroborando a hipótese da tríade fundamental formulada por BAKUN (1996), segundo a qual três processos (enriquecimento, concentração e retenção) seriam importantes para a ocorrência de condições favoráveis ao sucesso reprodutivo de peixes. Contrastando com essa área fica a porção costeira a noroeste da Ilha de São Sebastião que apresentou tendência a ser uma área desfavorável para o desenvolvimento larval. Uma evidência disso foi a observação de várias larvas de sardinha em estado de inanição durante o cruzeiro de fevereiro de 1994. De fato, essa área foi sempre a de menor ocorrência e de menor abundância no que se refere às larvas de peixe. As águas desse local possivelmente são provenientes da região de Santos e tem por característica principal a baixa salinidade além da baixa qualidade nutricional do fitoplâncton (GIANESELLA e SALDANHA-CORREIA, 2008). Os resultados observados por Katsuragawa *et al.* (2008a), estão também de acordo com os dos estudos sobre os peixes adultos, nos quais foi constatada uma biomassa menor para essa área (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2008)

Figura 3.2.1.5.3-9 – Modelo ecológico simplificado do ictioplâncton na região de São Sebastião.



Fonte: KATSURAGAWA *et al.*, 2008a.

#### Ovos e larvas de Espécies-chave (ou de interesse econômico) que ocorrem na APAMLN

Os táxons descritos abaixo foram selecionados a partir da análise integrada dos **itens Ictiofauna e Pesca, Extrativismo e Maricultura** do presente documento, visando destacar as espécies de maior relevância econômica (recursos pesqueiros) e ecológica (espécies-chave) na APAMLN.

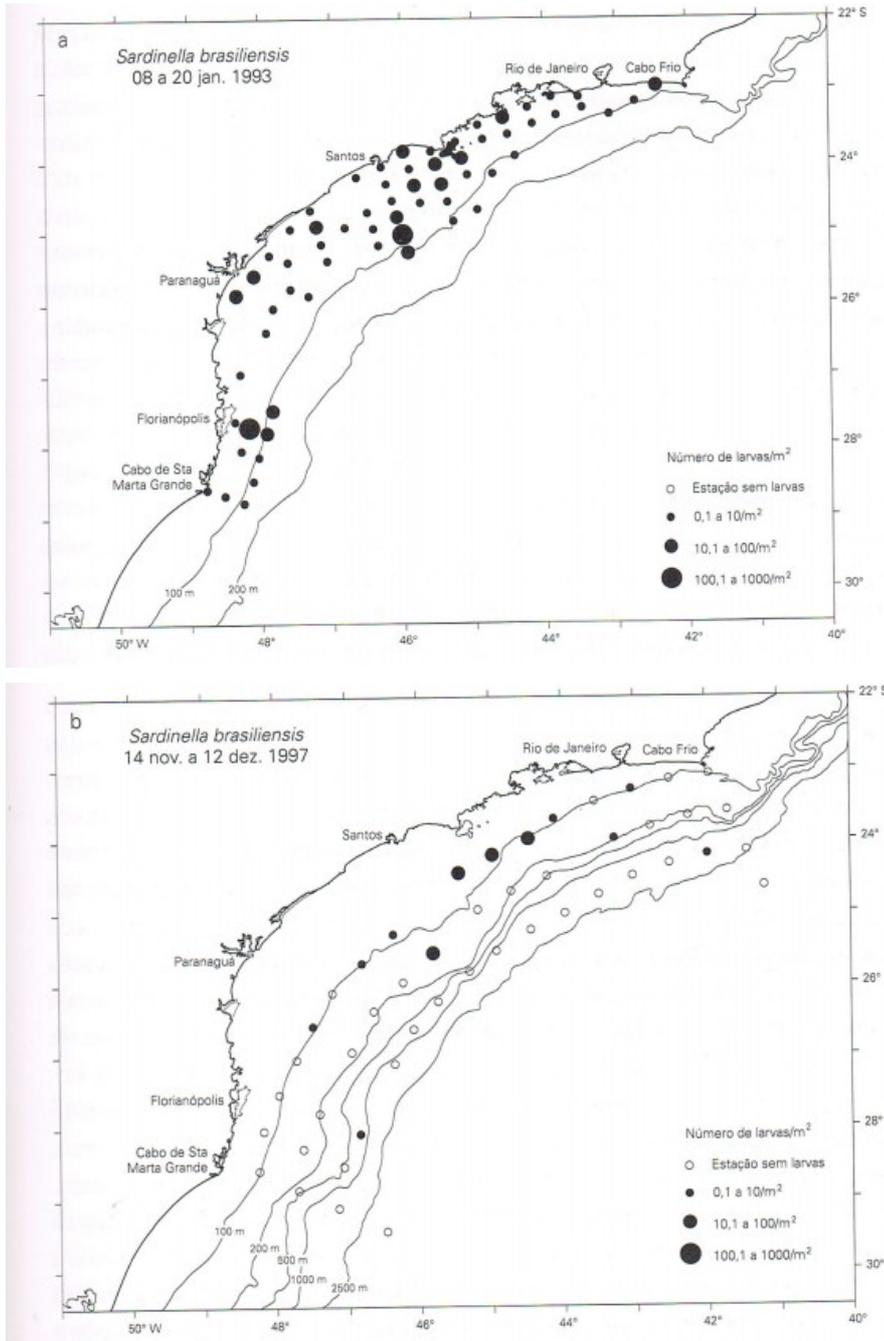
#### Clupeidae (Sardinhas, Savelha)

Uma família de peixes de interesse na APAMLN, que abrange espécies-chave são os clupeídeos que incluem as sardinhas e savelhas, peixes pelágicos de pequeno porte, de hábitos costeiros planctófagos da superfície ou meia água. Conforme FIGUEIREDO & MENEZES (1980) oito gêneros são conhecidos na costa Sudeste do Brasil. De acordo com Katsuragawa *et al.* (2006), a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) é a mais abundante e também a espécie que representa o recurso pesqueiro marinho mais importante do Brasil. A espécie é responsável por mais de 40% das capturas, entretanto, a pesca para esta espécie, além de sofrer flutuação intensa ano a ano, sofreu um declínio dramático nos últimos 20 anos, em função da sobrepesca (CERGOLE *et al.*, 2005) e de mudanças climáticas e anomalias oceanográficas, que levaram a falhas no recrutamento (MATSUURA, 1996).

Devido à importância que a sardinha representa para pesca da região Sudeste, os ovos e larvas dos Clupeídeos foram os primeiros a serem estudados. Em 1971, MATSUURA publicou os primeiros estudos sobre as fases iniciais do ciclo de vida da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e sardinha-cascuda (*Harengula jaguana*) (MATSUURA, 1971a,b), tendo posteriormente complementado essas informações (MATSUURA, 1977). Mais recentemente Gigliotti *et al.* (2010) pesquisaram a distribuição espacial de ovos e mudanças geográficas no habitat da sardinha-verdadeira (*S. brasiliensis*).

A Figura 3.2.1.5.3 -10ab apresentam a distribuição e abundância de larvas da sardinha-verdadeira na região Sudeste desde a região costeira até próximo da quebra da plataforma continental, incluindo a região da APAMLN, em cruzeiros realizados em janeiro de 1993 e entre 14 de novembro e 12 de dezembro de 1997 (KATSURAGAWA *et al.*, 2008a).

Figura 3.2.1.5.3-10ab – Distribuição e abundância de larvas de *Sardinella brasiliensis* entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) na região Sudeste desde a região costeira até a quebra da plataforma continental, incluindo a região da APAMLN em: a) Projeto Sardinha; e b) Projeto PADCT.

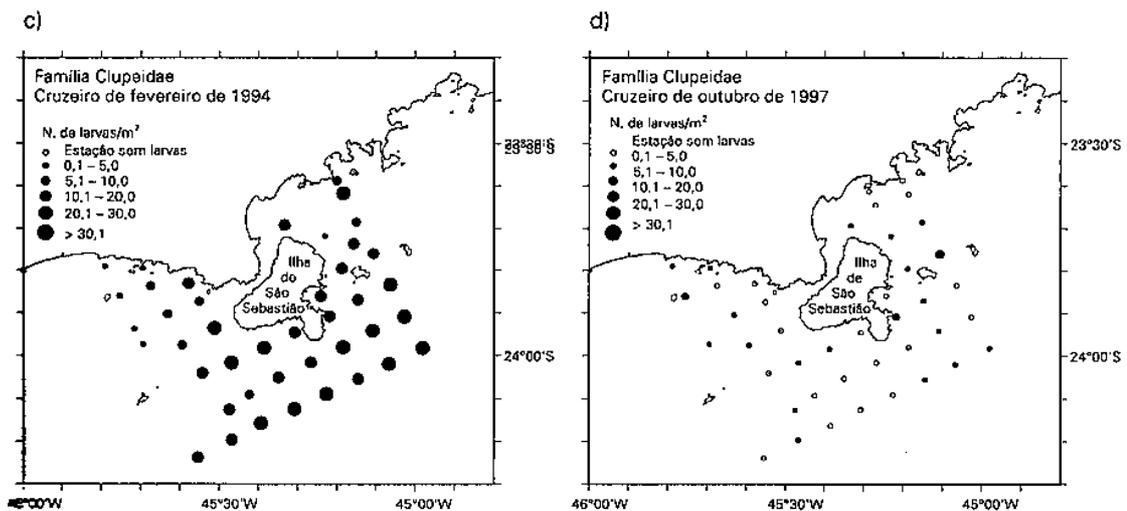


Fonte: KATSURAGAWA *et al.*, 2008a.

De acordo com Katsuragawa *et al.* (2006) pode-se dizer que na região sudeste a larva de *S. brasiliensis* é a mais abundante, seguida por *H. jaguana* (*sardinha-cascuda*). *Opisthonema oglinum* (*sardinha-bandeira*) ocorre raramente. A área de desova de *S. brasiliensis* é bastante ampla, desde o cabo de São Tomé até o cabo de Santa Marta Grande, estendendo-se por toda região nerítica, embora as maiores concentrações de desova localizem-se dentro da faixa de profundidade entre 51 e 100 metros. A *H. jaguana* exibe um padrão bastante diferente, tendendo a concentrar a área de desova nas proximidades da costa até cerca de 20 milhas náuticas (MATSUURA 1983, 1998b). Analisando a desova de *S. brasiliensis* no período entre 1976 e 1993 MATSUURA (1998a) observou que a região entre Ilha Grande e Ilha de São Sebastião pode ocasionalmente apresentar altas concentrações de desova. Baseado em dados de frequência de comprimento e distribuição de larvas, MATSUURA (1979) concluiu que, após a eclosão as larvas se dispersam em todas as direções sobre região da plataforma; apresentando uma distribuição mais ampla que os ovos.

Katsuragawa *et al.* (2008a) realizaram coletas em fevereiro de 1994 e outubro de 1997 na região de São Sebastião e observaram abundância relativamente baixa, o que atribuíram à presença de temperaturas baixas em outubro, em torno de 22,2°C pois YONEDA (1987) mostrou que a temperatura ideal é 24°C. Os autores encontraram forte sazonalidade, com máximos no verão (Figura 3.2.1.5.3 -11cd), além de uma distribuição ampla neste período.

Figura 3.2.1.5.3-11cd – Distribuição e abundância de larvas de Clupeidae na região de São Sebastião c) fevereiro de 1994; d) outubro de 1997.



Fonte: Katsuragawa *et al.*, 2008a (modificada).

Spach (1990), estudando o padrão de desova de *S. brasiliensis* (*sardinha-verdadeira*) e *H. jaguana* (*sardinha-cascuda*) na região costeira em Ubatuba (SP), observou que, no verão, a circulação superficial costeira, que tem sentido prevalecte da costa para o mar aberto, devido ao regime local de ventos, é a responsável pela deriva das larvas para setores mais afastados da costa. Spach (1990) descobriu ainda que, após a desova os agregados de ovos possuem formações esféricas ou elípticas, com eixos variando de 1,52 a 5,14 milhas náuticas e apresentam deslocamentos diários dos núcleos de massa de até 2,5 milhas náuticas. A presença de ovos e larvas nos cruzeiros realizados em várias épocas constitui uma evidência de que tanto *S. brasiliensis* como *H. jaguana* podem desovar ao longo de todo ano, porém, observa-se a maior intensidade reprodutiva no fim da primavera e no verão, especialmente nos meses de

dezembro e janeiro. Conforme Matsuura (1983) a temperatura e salinidade média da água medidas a 10 metros de profundidade na área de desova de *S. brasiliensis* foram respectivamente de 23,74 °C ( $\sigma = 3,55$ ) e 34,95 ( $\sigma = 0,81$ ) enquanto que na área de desova de *H. jaguana* esses parâmetros foram estimados em 21,89 °C ( $\sigma = 3,62$ ) e 34,93 ( $\sigma = 0,89$ ). Os estudos mostram que o pico de desova de *S. brasiliensis* ocorre na camada de mistura por volta de 1:00 h, com a eclosão acontecendo 19 horas após a fecundação, se considerada a temperatura de 24 °C (MATSUURA, 1998a).

A variação interanual na intensidade de desova se traduz numa grande oscilação da produção de ovos, como pode ser constatado por Matsuura (1998a), que observou uma variação entre 99 milhões de ovos durante o cruzeiro de janeiro de 1988 e 4.669 milhões de ovos em janeiro de 1981. A biomassa média do estoque desovante de *S. brasiliensis* estimada por Matsuura (1983), a partir dos dados de abundância de ovos, considerando-se as épocas de desova entre 1976 e 1979, foi 1,178 milhões de toneladas. Esse valor foi considerado uma superestimativa devido à subestimativa do valor da fecundidade. Essa espécie apresenta desova parcelada, de modo que cada fêmea libera vários lotes de ovócitos durante seu período de desova.

A disponibilidade de alimento para as larvas depende dos ciclos de produção. A dieta das larvas de *S. brasiliensis*, conforme estudo realizado por Kurtz (1999), é composta por cerca de 25 itens, dos quais os náuplios de copépodos constituem o item mais importante, seguido por ovos de invertebrados. Após esses dois itens aparecem os copepoditos e copépodos adultos, esses especialmente os do gênero *Oithona*, *Oncaea* e *Corycaeus*. O espectro alimentar aumenta com o desenvolvimento larval, nitidamente após a fase de pós-flexão.

Bakun & Parrish (1990) discutiram as semelhanças entre a sardinha brasileira e a sardinha da Califórnia e verificaram que a Plataforma Continental Sudeste e o embaiamento da Califórnia promovem condições ambientais similares para a atividade de postura das sardinhas, reafirmando a hipótese da importância dos fatores ambientais na estratégia reprodutiva dos pequenos pelágicos. Do mesmo modo que ocorre naquela região, um padrão de circulação de giro, aqui derivado do fluxo da Corrente do Brasil, pode contribuir para a retenção dos ovos e larvas no embaiamento, evitando a advecção em direção ao largo (PARRISH *et al.*, 1981 *apud* BAKUN & PARRISH, 1990). A redução da intrusão da ACAS pode levar a um aumento na mortalidade de larvas de peixes. Anomalias oceanográficas durante a estação de desova de 1986/87 foram a principal causa da falha de recrutamento ocorrido na classe de 1987 para a sardinha brasileira, e que levou a uma redução do estoque nos anos seguintes (MATSUURA, 1998a). Estudos das condições nutricionais de larvas de sardinha forneceram posteriormente evidências de disponibilidades desfavoráveis de alimento em anos de fraca intrusão da ACAS na plataforma continental, como ocorreu em 1990/91 e 1991/92 quando 7 a 13% das larvas se apresentaram em mau estado nutricional (DIAS, 1995). Durante o verão de 1994, quando a intrusão atingiu apenas metade da plataforma um cenário mais dramático foi observado, onde 33 e 58% das larvas estavam em mau estado de alimentação e condições nutricionais (DIAS *et al.*, 2004). Mais ainda, durante esta estação, altas percentagens de larvas mortas foram observadas (24 a 63%).

#### Engraulidae/Engraulididae (Anchoítas e Manjubas)

Esse grupo inclui peixes de pequeno porte, pelágicos planctófagos, que geralmente formam grandes cardumes, amplamente distribuídos desde cerca de 60°N a 50°S (WHITEHEAD *et al.*, 1988). Na costa Sudeste do Brasil são reconhecidas 12 espécies. Com exceção de *Engraulis anchoita* (anchoíta), que apresenta distribuição ampla no mar aberto, os engraulídeos possuem hábito costeiro preferindo águas de baixa salinidade. Dentre elas a manjuba, *Anchoviella lepidentostole*, tem importância comercial.

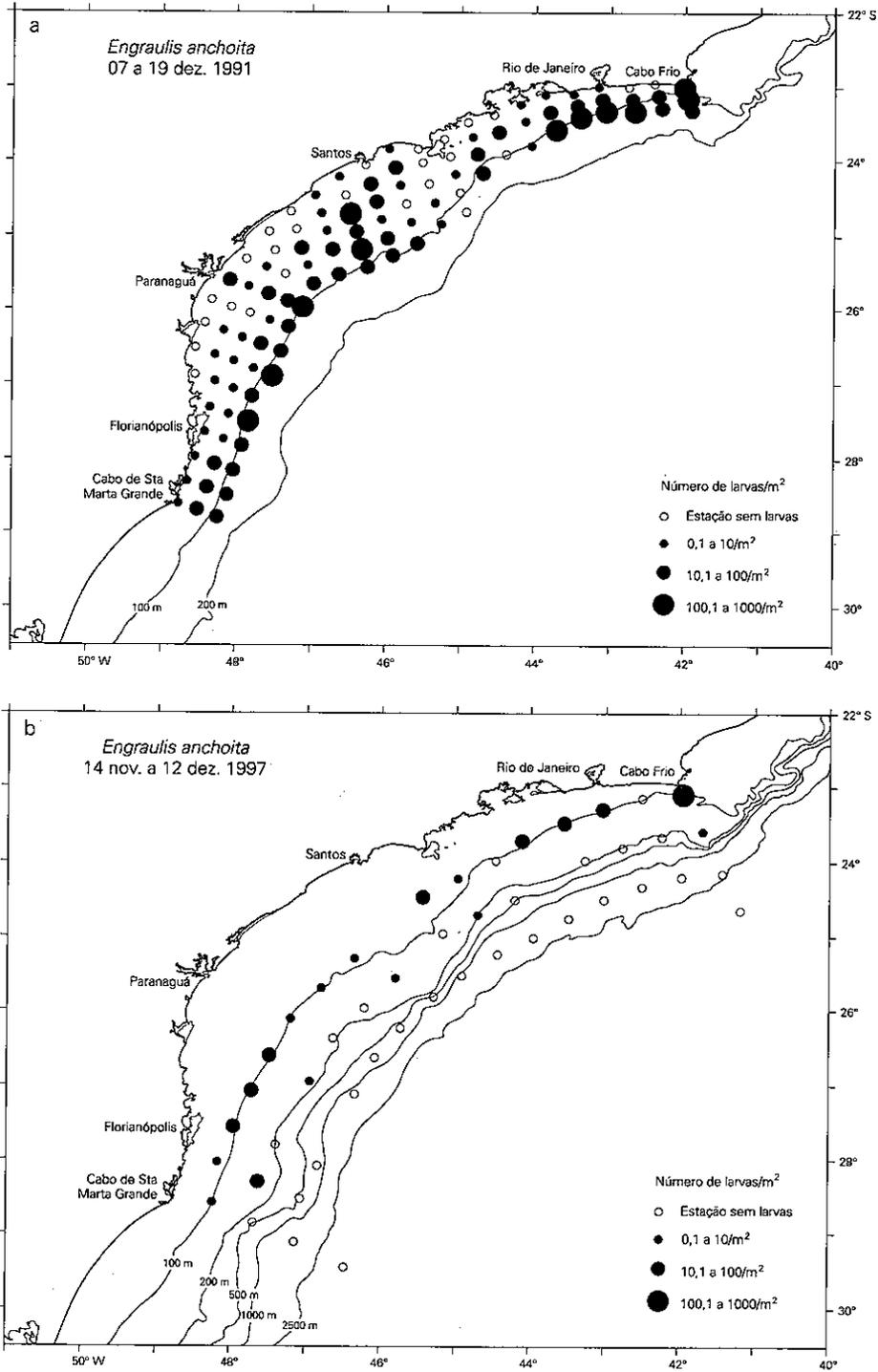
Entretanto, esta espécie está localizada principalmente no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape onde entra para maturação e desova e é capturada comercialmente (BENDAZOLLI & ROSSI-WONGTCHOWSKI, 1990). Já a anchoíta não é capturada comercialmente no Brasil. Embora se reconheça na anchoíta uma potencialidade para exploração pesqueira, apenas na Argentina a espécie é capturada regularmente, e em pequena escala, pela pesca artesanal (CASTELO, 1997). Por outro lado, anchoíta é tida como componente extremamente importante do ecossistema, representando a fonte de alimento para vários predadores (BAKUN & PARRISH, 1990).

Na costa Sudeste brasileira, ovos e larvas da anchoíta (*Engraulis anchoita*) foram estudados por Nakatani (1982). O autor estimou a biomassa desovante para o período de novembro dezembro de 1975, em 1.488 mil toneladas a partir dos estudos sobre ovos e larvas. A espécie compartilha dominância do pelagial nerítico com a sardinha-verdadeira, embora ocorra uma distinção dos respectivos hábitos de desova, de acordo com preferências térmicas, de modo que a anchoíta é encontrada nas camadas inferiores, acompanhando massas de águas mais frias (MATSUURA *et al.*, 1992) e a única espécie da família que ocorre até bem afastada da costa (CASTELLO, 1997).

Após Nakatani (1982), a distribuição e abundância de ovos e larvas de anchoíta e sua relação com fatores oceanográficos foram estudadas para o Sudeste por Katsuragawa (1985); Spach (1990, 1992 apud KATSURAGAWA *et al.*, 2006); Matsuura *et al.* (1992), Kitahara & Matsuura (1995) e Matsuura & Kitahara (1995). Na Figura 3.2.1.5.3 -12ab pode ser observada a distribuição e abundância de larvas de anchoíta no Sudeste brasileiro observadas por Katsuragawa *et al.* (2006) abrangendo as regiões costeiras e nerítica até a isóbata de 100 metros (verão de 1991). As larvas foram encontradas dentro da faixa de variação térmica de 16 a 29 °C e variação halina de 30 a 37, mas as maiores abundâncias relacionam-se com águas mais frias. Na costa do estado de São Paulo, as concentrações mais elevadas foram observadas no cruzeiro de 1991, em frente à região de Santos. Bonecker *et al.* (1985) estimaram abundância de ovos e larvas de anchoíta e relacionaram a sua ocorrência à presença de outros organismos do zooplâncton, principalmente a salpa (*Talia democratica*).

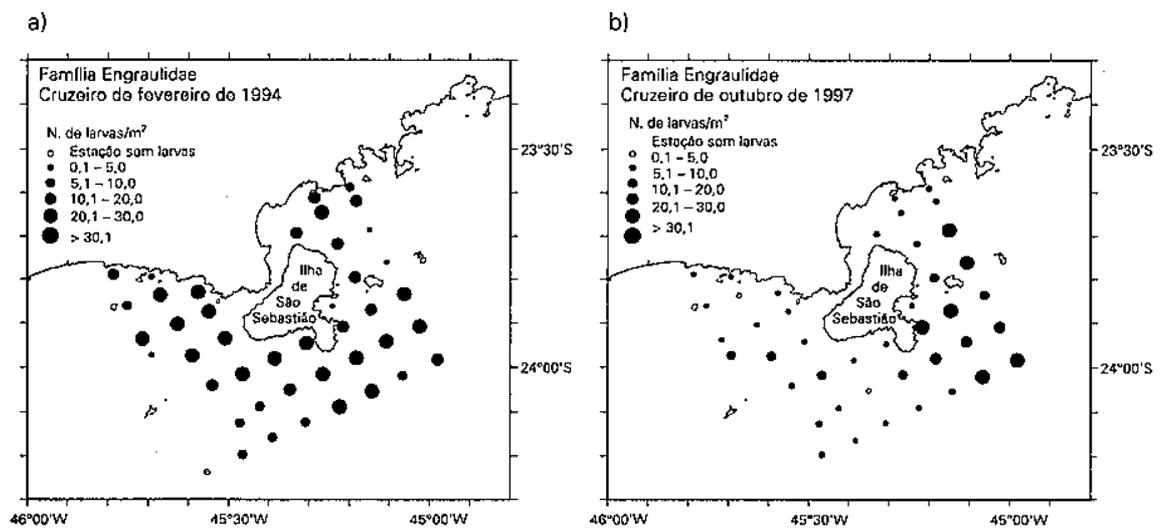
Katsuragawa *et al.* (2008a) realizaram coletas em fevereiro de 1994 e outubro de 1997 na região de São Sebastião e observaram ampla distribuição em ambos os cruzeiros. Foram menos abundantes no nêuston e a distribuição apresentou forte sazonalidade, com máximos no verão (Figura 3.2.1.5.3 -13ab).

Figura 3.2.1.5.3-12ab – Distribuição e abundância de larvas de *Engraulis anchoita* entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) na região Sudeste desde a região costeira até a quebra da plataforma continental, incluindo a região da APAMLN em: a) Projeto Sardinha; e b) Projeto PADCT.



Fonte: KATSURAGAWA et al., 2006.

Figura 3.2.1.5.3-13ab – Distribuição e abundância de larvas de Engraulidae na região de São Sebastião em: a) fevereiro de 1994; b) outubro de 1997.



Fonte: Katsuragawa *et al.*, 2008a (modificada).

Os resultados dos diversos trabalhos mostram ainda que a anchoíta é uma espécie oportunista que desova em todas as estações do ano, em praticamente toda a região da plataforma continental. Essa plasticidade em relação ao meio ambiente seria uma das razões do sucesso do gênero *Engraulis* em vários sistemas oceânicos do mundo (BAKUN & PARRISH, 1990). Asano *et al.* (1991 *apud* KATSURAGAWA *et al.*, 2006) estimaram a produção diária de ovos da anchoíta para a costa sudeste, que é  $8,87 \times 10^{11}$  ovos. A distribuição vertical indica que larvas menores apresentam maior abundância acima da camada de mistura, mais empobrecida, enquanto as larvas maiores se concentram próximas do máximo de clorofila, na base da termoclina, indicando maior capacidade natatória e maiores chances de sobrevivência em microhabitats mais ricos (MATSUURA & KITAHARA, 1995).

Segundo Lopes *et al.* (2006) as condições nutricionais de larvas de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) ao largo da costa do Brasil estão relacionada à intrusão da ACAS, mas como esta espécie ocorre durante todo o ano, a distribuição das larvas parece estar relacionada a outros fatores oceanográficos. Freire & Castello (2000) sugeriram que o inverno é a estação mais favorável para *E. anchoíta*, quando o consumo de presas aumenta devido à ressurgência da quebra de plataforma, forte estabilidade vertical na coluna de água e alta produtividade na região costeira. Clemmesen *et al.* (1997) encontraram larvas de anchoíta em melhores condições em coluna de água estratificada. Alta porcentagem de larvas de anchoíta (até 23%) em más condições de alimentação ocorreram na PCSE durante o verão de 1990-1991 e 1991-1992, decrescendo a 7,4% no verão de 1992-1993 quando a ACAS recuou para a plataforma externa. Sieg (1998 *apud* KATSURAGAWA *et al.*, 2006) constatou a partir de estudos histológicos das larvas de anchoíta, a importância das frentes com o respectivo enriquecimento da coluna de água, proporcionando melhor condição larval. Além, disso esses autores verificaram que todos os trabalhos apontam para uma alta variabilidade das frequências de larvas com fraca condição (entre 10% e 85%) e uma maior mortalidade nas fases mais iniciais do ciclo de vida, ou seja, em fase de pré-flexão e flexão.

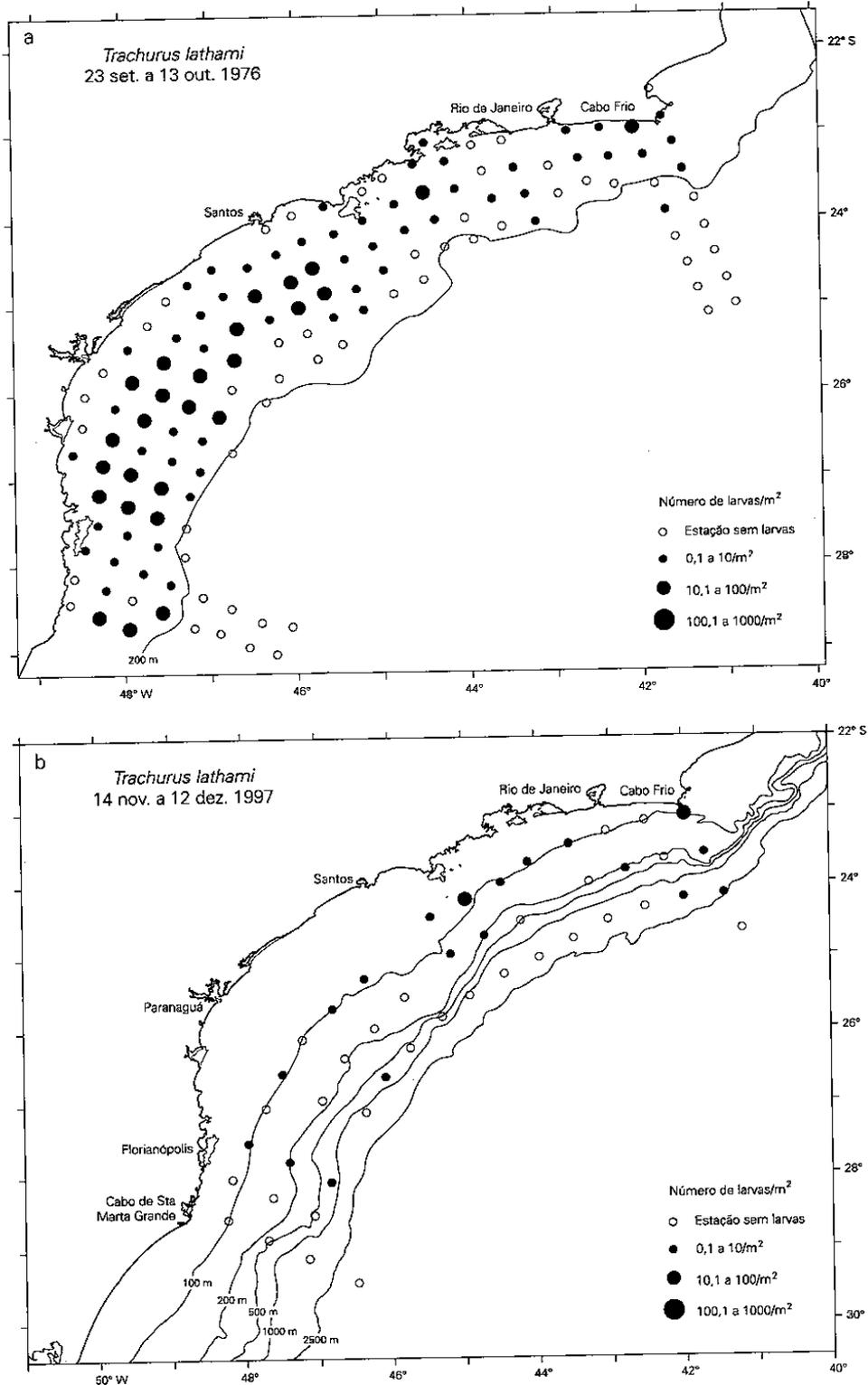
### Carangidae (Guaivira, Galo, Palombeta, Carapau ou Chicharro, Pampo, Charéu e outros)

Espécies da família Carangidae distribuem-se amplamente pelas águas marinhas e estuarinas, tropicais, subtropicais e temperadas (SMITH-VANIZ, 1984), sendo a maioria pelágica e nadadora ativa. Algumas espécies formam cardumes e são tipicamente de pequeno porte e planctívoras, enquanto que as solitárias são geralmente grandes e carnívoras. Alguns têm importância econômica, tais como a guaivira, o carapau, o olhete, o olho de boi, o xaréu e o pampo. Ocorrem desde águas estuarinas até marinhas de plataforma. Em levantamento realizado por Katsuragawa *et al.* (2006) a larva de chicharro (*Trachurus lathami*) correspondeu a 59% das larvas de Carangidae coletadas, considerando-se um total de 17 cruzeiros oceanográficos (KATSURAGAWA, 1990; KATSURAGAWA & MATSUURA, 1992; SACCARDO & KATSURAGAWA, 1995; KATSURAGAWA, 1997; PEDREIRA, 1997; KATSURAGAWA & EKAU, 1995, todos apud KATSURAGAWA *et al.*, 2006), seguidas por larvas de palombeta (*Chloroscombrus chrysurus*), com cerca de 15%. Os demais táxons foram menos abundantes representando cerca de 3% das larvas de Carangidae identificadas.

Em cruzeiros realizados durante o projeto OPISS, Katsuragawa *et al.* (2008a) verificaram que os carangídeos apresentaram maior número de larvas, maior número de estações positivas e maior número de táxons no verão quando comparado à primavera. A composição específica foi diferente entre os dois cruzeiros. Em fevereiro de 1994, ocorreram seis espécies: *T. lathami* (chicharro), *Chloroscombrus chrysurus* (carapau), *Decapterus punctatus*, *Oligoplites sp.* (guaivira), *Selene sp.* (peixe-galo) e *Caranx sp.* Em outubro, apenas três espécies foram identificadas: *T. lathami*, *C. chrysurus* e *Selene sp.*

Na Figura 3.2.1.5.3 -14ab podem ser observadas a distribuição e abundância de larvas de chicharro (*Trachurus lathami*) no início da primavera de 1976 e final da primavera de 1997 por Katsuragawa *et al.* (2006). Em outubro as larvas de *T. lathami* estiveram presentes em 42% das estações, enquanto em fevereiro, ocorreram apenas em 27%. Resultados de Katsuragawa (1990) mostram que a espécie ocorre em amplo espectro de variação térmica, com média de 22°C, semelhante à observada em outubro de 1997, quando ocorreram em maior abundância. Esses dados concordam com os observados por Katsuragawa (1990) e Saccardo & Katsuragawa (1995) para períodos de desova da espécie, no final de primavera-verão.

Figura 3.2.1.5.3-14ab – Distribuição e abundância de larvas de *Trachurus lathami* (chicharro) entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) na região sudeste desde a região costeira até a quebra da plataforma continental, incluindo a região da APAMLN em: a) Projeto Finep; e b) Projeto PADCT.



Fonte: KATSURAGAWA et al., 2006.

As espécies do gênero *Trachurus* são de grande interesse para a Ciência Pesqueira por serem pelágicas de pequeno porte e habitarem os grandes sistemas oceânicos mundiais, juntamente com os clupeiformes. Na costa brasileira a única espécie desse gênero é o chicharro (*T. lathami*). Conforme Katsuragawa & Matsuura (1992) as larvas dessa espécie apresentam uma distribuição ampla sobre a região nerítica desde profundidades mínimas de 16 m até a região da quebra da plataforma continental, apresentando áreas de alta densidade de larvas que variam de ano a ano entre as regiões ao largo do Rio de Janeiro e Santa Catarina. Podem ocorrer durante todas as estações do ano, mas com pico de abundância durante a primavera. As larvas de chicharro ocorrem dentro da faixa de variação térmica de 14,7 °C a 27,19 °C e de variação de salinidade entre 32,86 e 37,67. Os copépodes constituem o componente mais importante da dieta de *Trachurus lathami* (chicharro), destacando-se *Temora stylifera* e *Paracalanus quasimodo*, seguidos pelos cladóceros, especialmente os do gênero *Penilia*. As larvas de palombeta (*Chloroscombrus*) e da guaivira (*Oligoplites spp.*) são predominantemente costeiras, sendo as profundidades médias dos locais de coleta de 32 e 25 metros respectivamente. A localização das principais áreas de ocorrência para ambas está ligada a estuários ou baías.

Os valores médios de temperatura e salinidade nas estações de ocorrência de larvas de palombeta foram respectivamente 22,73 °C (s = 2,11) e 34,71 (s= 0,92). No caso de guaivira foram observados valores de 25,92 °C (s=1,45) de temperatura média e 34,66 (s= 1,24) de salinidade média. As larvas de palombeta ocorreram em todas as épocas do ano, porém com pico em janeiro-fevereiro. Já as larvas de guaivira ocorreram exclusivamente no verão. As larvas de peixe-galo (*Selene setapinnis*), peixe-galo-de-penacho (*S. vomer*), pampo (*Trachinotus spp.*), foram muito raras se comparadas com os carangídeos anteriormente descritos. A ocorrência não apresenta padrão definido sendo que as larvas podem ser coletadas por toda região nerítica. A maior parte das larvas desses grupos foi coletada no período do verão.

#### Sciaenidae (Pescada, Betara, Goete, Corvina, Maria-Luiza, Maria-mole, Oveva, Tortinha entre outros)

Os cienídeos são peixes considerados demersais em seu conjunto, mas algumas espécies se alimentam na coluna de água. Várias espécies consideradas como espécies-alvo neste estudo pertencem a esta família, como a corvina (*Micropogonia furnieri*), o goete (*Cynoscion jamaicensis*), a betara (*Menticirrhus americanus*), a Maria-mole (*C. guatucuba*), a pescada-cambucu (*C. virescens*), a pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*). A literatura indica que os cienídeos, principalmente durante os primeiros estágios de vida, preferem ambientes protegidos, como estuários e baías costeiras cercados por manguezais. Diversos estudos podem ser relacionados para a costa sudeste do Brasil como, por exemplo, os de Chaves & Corrêa (1998), Chaves & Bouchereau (2000), Araújo *et al.* (2002) e Spach *et al.* (2004).

Em relação à área da APAMLN e suas proximidades, Soares *et al.* (2008) verificaram que este grupo constituiu o grupo de peixes demersais mais importantes para a região e os resultados de Katsuragawa *et al.* (2008a) confirmam essa tendência, sendo que, em termos de abundância numérica, os cienídeos representaram o primeiro grupo demersal e o terceiro dentre todos os grupos identificados na região de São Sebastião. De um modo geral, as estações positivas apresentaram baixa densidade e distribuíram-se de modo mais ou menos uniforme por toda a área.

Chaves (1995) observou que *Bairdiella ronchus* (roncador) se reproduz durante a primavera e verão, o período de pico de abundância de larvas observado por Porcaro *et al.* (2014). A corvina, *M. furnieri*, também apresentou dois picos de reprodução (fevereiro e outubro de 2005). Estes resultados foram coerentes com os estudos de Isaac-Nahum & Vazzoler (1987).

Larvas da castanha, *Umbrina coroides* (corvina-riscada), foram identificadas por Matsuura & Nakatani (1979) nas proximidades da Ilha Anchieta (SP). Ainda no litoral norte do estado de São Paulo, larvas de *Menticirrhus americanus* (betara) foram identificadas na região entre Ubatuba e Ilha de São Sebastião, por Katsuragawa *et al.* (1993), ocorrendo em águas mais rasas que a isóbata de 50 metros e mais concentradas nas proximidades da costa, sempre em baixa abundância. Na região de São Sebastião, os cienídeos compuseram o grupo mais importante dentre os peixes demersais em fevereiro de 1994, distribuindo-se por toda a área prospectada; em outubro de 1997, os cienídeos foram o segundo grupo mais importante dentre os demersais. Foram identificadas outras espécies de cienídeos, além de *M. americanus* (betara): *Cynoscion sp.* e *C. leiarchus* (goetes), *Stellifer rastrifer* (cangoá), *Paralonchurus brasiliensis* (Maria-Luiza), *Larimus breviceps* (oveva), *Micropogonias furnieri* (corvina), *Bairdiella ronchus* (roncador), *Macrodon ancylodon* (pescada-foguete) e *Isopisthus parvipinnis* (pescadinha). De maneira geral, a distribuição das larvas esteve mais concentrada a sudoeste da Ilha de São Sebastião. Segundo Itagaki (1999) Scianidae, juntamente com outras famílias e espécies identificadas, caracterizaria uma assembleia costeira. Apesar dos ovos e larvas de Sciaenidae ocorrerem durante todo o ano, as maiores densidades são registradas na primavera e no verão.

#### Monacanthidae (Peixe-porco, Porquinho)

Conforme Katsuragawa *et al.*, (2006), são peixes de hábito demersal, os adultos são encontrados mais comumente em fundos rochosos ou de coral, podendo ocorrer desde águas rasas até pelo menos 150m de profundidade (FIGUEIREDO e MENEZES, 2000). Dentre as larvas dessa família, a de *Stephanolepis hispidus* foi identificada na costa sudeste do Brasil, sendo a sua distribuição e abundância descritas por vários autores (p. ex. KATSURAGAWA, 1985; ITAGAKI, 1999). Tais larvas apresentam distribuição ampla por toda a região da plataforma, porém, a frequência de ocorrência e a abundância são, em geral, baixas.

#### Serranidae (garoupas, badejos, mero, cherne, mero)

São considerados um dos principais habitantes de águas costeiras tropicais, vivendo quase sempre sobre fundos rochosos ou coralíneos (FIGUEIREDO & MENEZES, 1980). A família inclui espécies de peixes com tamanho desde alguns centímetros até cerca de 3 m de comprimento. Devido às dificuldades de identificação, larvas desse grupo têm sido pouco estudadas no Brasil ao nível específico. As larvas de serranídeos são relativamente comuns nas amostras de ictioplâncton coletadas na costa do Estado de São Paulo, ocorrendo por toda plataforma continental até a região adjacente à quebra da plataforma (ITAGAKI 1999; KATSURAGAWA & MATSUURA, 1990). De acordo com os resultados apresentados por Itagaki (op. cit.) a maior frequência e a maior abundância na costa do estado de São Paulo ocorreram na região do Litoral Norte até Santos. Essas larvas estão presentes em amostras tanto de inverno como de verão, mas são mais abundantes e frequentes nos meses mais quentes. No estudo de Katsuragawa *et al.* (2008 a), as larvas deste grupo ocuparam o décimo primeiro lugar em abundância, com predomínio no cruzeiro de fevereiro de 1994, e com presença mais significativa nas áreas mais profundas a sudeste da ilha.

#### Trichiuridae (Espada)

Os adultos dessa família são carnívoros vorazes, distribuídos principalmente nos mares tropicais e temperados entre 50 e 1500 metros de profundidade (Nakamura & Parin, 1993, *apud* Katsuragawa *et al.*, 2006). Em termos de pesca, *Trichiurus lepturus* é uma espécie importante, geralmente capturada com redes de espera, por anzol ou com rede de arrasto, em que pode ocorrer como fauna acompanhante. De acordo com Katsuragawa *et al.* (2006), a larva de *Trichiurus lepturus* caracteriza-se por apresentar uma distribuição ampla sobre toda a plataforma continental, mas ocorre preferencialmente em águas mais

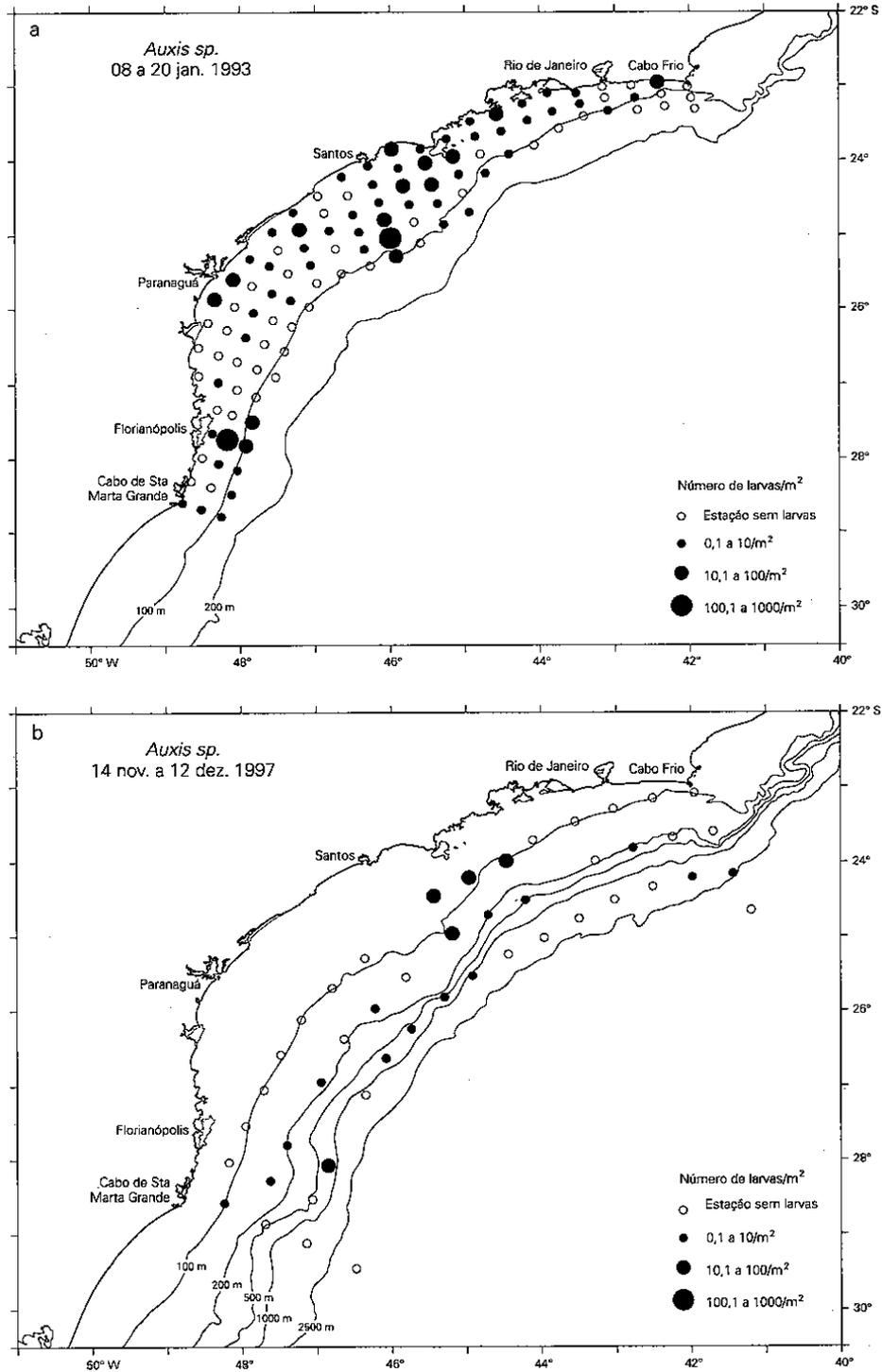
profundas que 50 metros. Segundo Katsuragawa *et al.* (2008b) a região de São Sebastião é a principal área de desova dessa espécie, sendo o outono a época de maior abundância de ovos e larvas. Sua distribuição foi restrita a águas intermediárias e profundas entre o oeste e sudoeste da Ilha de São Sebastião e suas larvas não ocorreram no nêuston.

#### Scombridae (Sororocas ou Cavalas, Cavalinhas, Gordinhos, Bonitos, Atuns)

Esses peixes são considerados organismos do topo da cadeia alimentar marinha. Pelágicos e carnívoros por excelência são geralmente peixes cosmopolitas de grande porte (FIGUEIREDO & MENEZES, 2000) sendo que muitos realizam migrações transoceânicas. São considerados peixes de elevado valor comercial. Apesar de atuns representarem uma parte relevante da pesca brasileira, são capturados em alto-mar, e larvas de atuns ocorrem numa frequência muito baixa na região sudeste (MATSUURA & SATO 1981), apenas em áreas oceânicas, sob influência da Corrente do Brasil.

Dentre as espécies de bonitos, as espécies mais relevantes economicamente são o bonito-pintado e o bonito-cachorro. Estudos sobre estas espécies foram feitas por Chatwin (1997) baseando-se em dados coletados em 10 cruzeiros oceanográficos, realizados entre 1976 e 1993. As larvas do bonito-cachorro (*Auxis sp1* e *A. sp2*), conforme o autor, foram coletadas desde estações oceânicas profundas, de 2400 m, até as localizadas nas proximidades da costa, com um mínimo de 17 m. Isso confere a essa espécie a característica de ser a larva de escombrídeos com a mais ampla distribuição espacial no sentido costa-oceano na região Sudeste do Brasil (Figura 3.2.1.5.3 -15ab), considerando-se que as estações mais abundantes se localizaram na área entre as isóbatas de 100 e 200 metros.

Figura 3.2.1.5.3-15ab – Distribuição e abundância de larvas de *Auxis sp.* entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) na região sudeste desde a região costeira até a quebra da plataforma continental, incluindo a região da APAMLN em: a) Projeto Finep; e b) Projeto PADCT



Fonte: KATSURAGAWA et al., 2008.

Conforme Matsuura & Sato (1981) a região entre Ilha Grande e Ilha de São Sebastião é das que apresentaram as maiores concentrações de larvas de bonito-cachorro. O bonito-pintado (*Euthynnus alletteratus*) apresentou uma tendência de distribuição mais restrita e costeira se comparado com um bonito-cachorro, sendo que a profundidade máxima das estações de coleta foi 126 m (CHATWIN, 1997). A parte da costa Sudeste ao sul da ilha de São Sebastião parece concentrar a maior parte das larvas. Quanto à época de desova os dados dos cruzeiros estudados por CHATWIN em 1997 mostram que a ocorrência, tanto das larvas de bonito-pintado como de bonito-cachorro restringe-se aos meses de fim de primavera e do verão, observando-se um pico em janeiro.

No caso das cavalinhas, pelo fato de ser peixe de pequeno porte e formar cardumes na superfície, é capturada misturada com a sardinha por traineiras em águas costeiras até 100 metros. A larva de cavalinha (*Scomber japonicus*) apresentou um padrão de ocorrência temporal bem diferente dos demais Scombridae, tendo sido detectada em maior abundância durante os meses de setembro-outubro, o que sugere uma desova entre o fim do inverno e início da primavera, quando a temperatura da água é mais baixa (MATSUURA, 1978; MATSUURA & SATO, 1981). Em setembro-outubro as larvas das demais espécies de escombrídeos estiveram praticamente ausentes, conforme os autores citados. A área de desova da cavalinha inclui principalmente a região nerítica, entre 100 e 200 metros, mas algumas estações também foram observadas na região oceânica.

#### Haemulidae (Corcorocas, Roncador)

São habitantes de fundos rochosos ou coralinos, demersais de médio porte, cujos adultos são também comuns em águas rasas. De acordo com Katsuragawa *et al.* (2006) não existem informações sobre fases iniciais do ciclo de vida das espécies dessa família. As larvas são muito raras no icteoplâncton, e, quando coletadas, ocorrem em águas rasas. Durante os cruzeiros do projeto OPISS, Katsuragawa *et al.* (2008a) não observaram larvas desta família em fevereiro de 1994, mas foram relativamente abundantes em outubro de 1997, principalmente a oeste e norte da Ilha de São Sebastião.

#### Triglidae (Cabrinha)

São peixes de pequeno a médio porte sendo os adultos típicos habitantes do fundo de lama ou areia até cerca de 200 metros de profundidade. São conhecidos dois gêneros na região costeira do Estado de São Paulo, *Bellator* e *Prionotus* (FIGUEIREDO & MENEZES 1980). Pode ocorrer desde águas rasas até as mais profundas da região do talude, mas preferencialmente nas profundidades superiores a 50 m. As larvas podem ser observadas tanto no verão como no inverno, sendo que sua abundância não difere muito entre as duas estações.

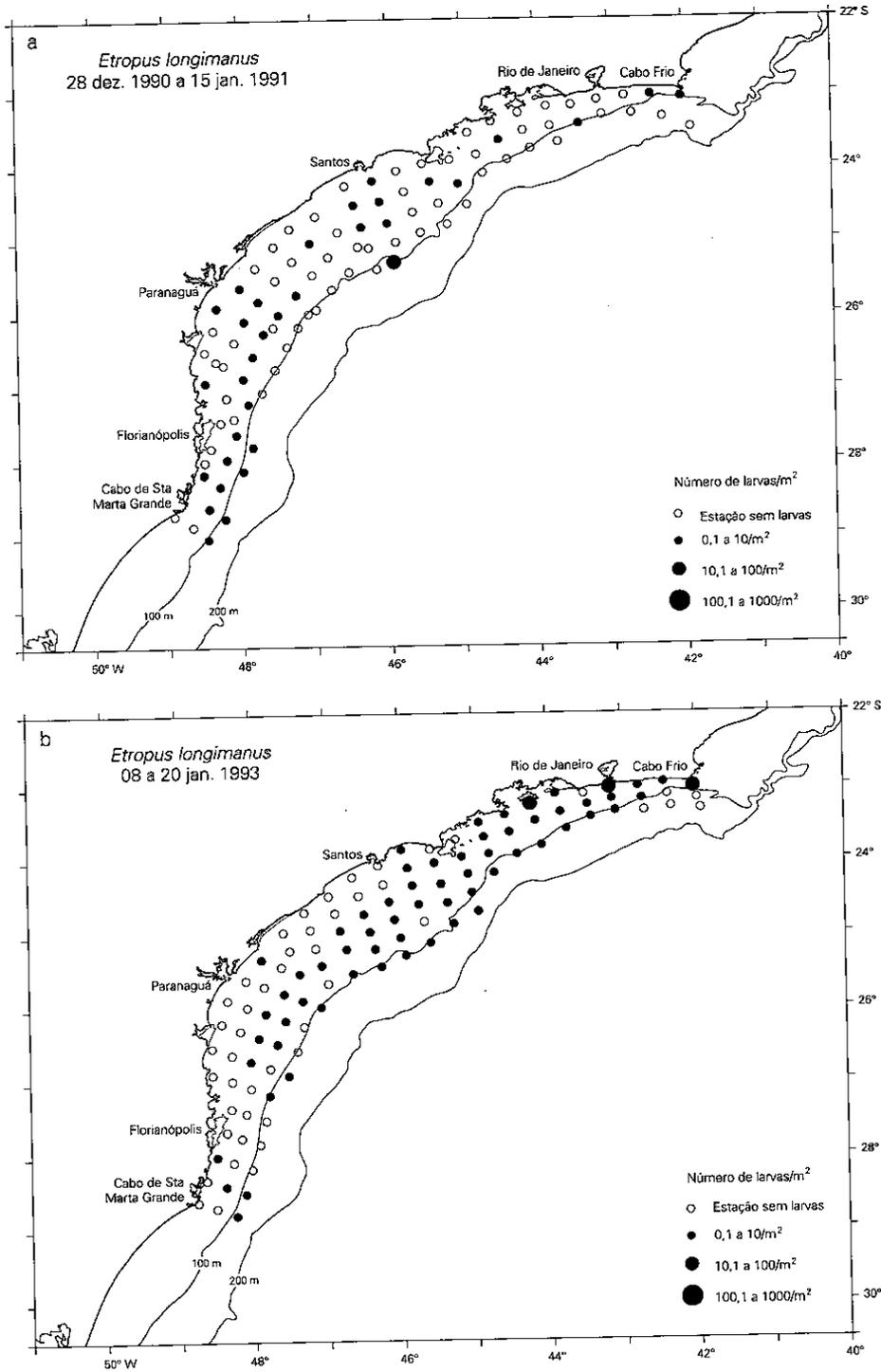
#### Paralichthyidae (linguados)

Conforme Katsuragawa *et al.* (2006), os linguados apresentam relativa importância econômica na pesca. Apesar da vida adulta estar ligada à superfície do fundo, as famílias dos linguados apresentam larvas planctônicas. Embora amplamente conhecidos em sua fase adulta, poucos estudos foram realizados quanto às fases iniciais dos ciclos vitais do linguado.

Katsuragawa *et al.* (2008a) relatam a ocorrência de larvas de *Etropus* spp. na região de São Sebastião espalhadas por toda a área, mas com maiores densidades a sudeste da Ilha de São Sebastião (KATSURAGAWA & DIAS 1997). Larvas de *Etropus crossotus* apresentam distribuição mais costeira e com menores densidades do que *E. longimanus*. Esta última apresentou marcada variação interanual na distribuição (ITAGAKI, 1999) e concentrações elevadas entre São Sebastião e Cabo Frio no verão de

1992/ 93. Outro gênero identificado foi *Syacium*. Larvas de *S. papillosum* foram o quarto grupo mais abundante na região de São Sebastião no verão dentre todas as espécies coletadas (KATSURAGAWA e DIAS, 1997). Ocorrem com maiores densidades em profundidades maiores que a isóbata de 50 metros, ao sul e sudeste da Ilha de São Sebastião, mas foram observadas também ao largo de Santos, com maior abundância sobre a isóbata de 100m (Figura 3.2.1.5.3 -16ab). Recentemente Garbini *et al.* (2014) detalharam aspectos deste grupo para a região sudeste através de dados de cruzeiros de verão e inverno de 2002. Coletaram 352 larvas de linguado no verão e 343 no inverno, representando três famílias e 13 taxa: Paralichthyidae (*Citharichthys cornutus*, *C. spilopterus*, *Citharichthys sp.*, *Cyclopsetta chittendeni*, *Syacium spp.*, *Etropus spp.* e *Paralichthys spp.*), Bothidae (*Bothus ocellatus* e *Monolene antillarum*) e Cynoglossidae (*Symphurus trewavasae*, *S. jenynsi*, *S. plagusia* e *S. ginsburgi*). Os taxa mais abundantes foram *Etropus spp.*, *Syacium spp.* e *Bothus ocellatus*. *Etropus spp.* ocorreu principalmente além da isóbata 200 m, *Syacium spp.* a partir de 100 m. *B. ocellatus* esteve presente principalmente na região oceânica entre Ubatuba e Rio de Janeiro além da isóbata de 200m. As maiores densidades médias destas espécies ocorreram no estrato de 0 a 20m no verão e entre 20 e 40m no inverno.

Figura 3.2.1.5.3-16ab – Distribuição e abundância de larvas de *Etropus longimanus* entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) na região sudeste desde a região costeira até a quebra da plataforma continental, incluindo a região da APAMLN em: a) Projeto Mar 1; e b) Projeto Sardinha.



Fonte: KATSURAGAWA *et al.*, 2008a.

Katsuragawa *et al.* (2008b) também observaram larvas de *Syacium papillosum* na plataforma durante as coletas do projeto ECOSAN.

### Ophidiidae (congro-rosa)

Inclui peixes de tamanho pequeno a médio, demersais, que habitam a região sobre a plataforma desde águas rasas, de cerca de 30 m, até cerca de 200 m de profundidade. As larvas dessas famílias são bastante comuns nas amostras de ictioplâncton na costa do Estado de São Paulo, apresentando uma distribuição ampla sobre a região da plataforma e próxima do talude. Conforme resultados apresentados por Itagaki (1999), a maior parte das ocorrências e as maiores abundâncias foram observadas entre as profundidades de 50 e 100 metros. A captura dessas larvas ocorreu tanto no inverno como no verão, quando foram mais abundantes (KATSURAGAWA *et al.*, 1993). Na região de São Sebastião, Katsuragawa *et al.* (2008a) observaram maior ocorrência e abundância no verão, em águas intermediárias e profundas a sudeste e sudoeste da Ilha de São Sebastião.

### Balistidae (Peixe-porco, Porquinho, Cangulo)

Segundo Katsuragawa *et al.* (2006), estes peixes são essencialmente tropicais e comumente associados a comunidades de recifes de coral. O peixe-porco adulto é ocasionalmente capturado durante a pesca de arrasto, com fauna acompanhante. Das espécies conhecidas na costa sudeste brasileira, as larvas de *Balistes capriscus* (porquinho) são mais frequentemente capturadas no ictioplâncton. Os resultados dos estudos com ictioplâncton indicam que essas larvas ocorrem quase exclusivamente no verão, e principalmente em locais mais afastados da costa.

### Mugilidae (Tainhas e Paratis)

De acordo com Katsuragawa *et al.*, (2006), são peixes costeiros que formam cardumes podendo ser encontrados tanto em águas estuarinas como em águas de pouca profundidade. Apresentam importância econômica e são pescados com redes. As larvas dessa família ocorrem em frequência e abundância baixas na região da plataforma sudeste, em águas rasas e profundas. Nesse caso, como acontecem com a família Mullidae as larvas apresentam comportamento neustônico. Na região da APAMLN, Katsuragawa *et al.* (2008a) observaram que larvas desta família foram muito raras nas amostras de rede bongô nos dois cruzeiros realizados.

### Lobotidae (prejereba)

As larvas de lobotídeos foram observadas em amostras neustônicas no verão de 1994 por Katsuragawa *et al.* (2008a), em número extremamente baixo: apenas três indivíduos, mas ocorreram tanto em águas costeiras como em maior profundidade.

### Tetraodontidae (baiacu)

Larvas dessa família na região da plataforma foram observadas apenas em duas estações e apenas no cruzeiro de verão de 1994 por Katsuragawa *et al.* (2006). As larvas foram observadas em estações rasas.

### Gobiidae (emborés)

Foram mais representativos no cruzeiro de outubro de 1997 (KATSURAGAWA *et al.*, 2008 a), em baixa densidade, em águas mais rasas, a nordeste, sudeste e oeste da Ilha de São Sebastião.

### Gerreidae (Carapebas, Carapicus, Caratingas)

Essa família apresenta ampla distribuição geográfica e tem grande importância ecológica devido à sua alta diversidade específica e abundância em diversos ecossistemas lagunares (SILVA, 2001). As larvas dessa família ocorrem com certa frequência nas amostras de ictioplâncton, mas, principalmente, de águas mais rasas que 100 metros, podendo ser coletadas em todas as estações do ano. Na região de São Sebastião, se destacou como o quarto grupo em termos de ocorrência no verão (51% de estações positivas) enquanto que no inverno ocupou o sétimo lugar (com 30% de situações positivas) (KATSURAGAWA *et al.*, 1999).

### Coryphaenidae (Dourado)

Apenas uma espécie dessa família é descrita na costa Sudeste, *Coryphaena hippurus*, o dourado (FIGUEIREDO & MENEZES, 1980) cujo adulto é pescado por corrico ou espinhel em alto mar. As larvas apresentam ocorrência e abundância baixas nas amostras de ictioplâncton em águas do Sudeste brasileiro. A distribuição das larvas se dá preferencialmente nas regiões neríticas e oceânicas (KATSURAGAWA *et al.*, 1993; ITAGAKI 1999).

### Outros grupos

Segundo Katsuragawa *et al.* (2008a) ocorreram na região da plataforma de São Sebastião larvas de Syngnathidae (cavalo-marinho e peixe-cachimbo). Larvas de Cynoglossidae e Achiridae (linguados) e Triglidae (cabrinha), embora raras no cruzeiro de primavera, foram relativamente abundantes no verão. Durante o verão, Achiridae (linguados) e Gobiidae (emborés) preferiram faixas de profundidades mais rasas (10-30m), Cynoglossidae, Sciaenidae (pescada, corvina, etc.), Synodontidae (peixe-lagarto) e Trichiuridae (espada) predominaram em águas intermediárias (30-50m) e Clupeidae (sardinhas), Paralichthyidae (linguados), Scombridae (sororoca, atuns, bonitos, etc.), Serranidae (garoupas, badejos, chernes) e Triglidae (cabrinha) predominaram em águas profundas (50-70m). A região de Ubatuba foi a única do litoral sudeste que apresentou larvas de algumas famílias (KATSURAGAWA *et al.*, 2006), tais como Acanthuridae (peixes-cirurgião), Batrachoididae (peixe-sapo), Belonidae (agulhas, bicudas), Fistularidae (trombeta), Lobotidae (prejereba), Phycidae (merluza), e Hemiramphidae (agulhas), apontando a proteção dessa área como essencial para a manutenção da biodiversidade regional.

#### **3.2.1.5.3 Características socioeconômicas**

A falta de saneamento básico adequado em algumas praias da região é responsável por gerar baixa balneabilidade principalmente durante o verão, contaminar peixes, crustáceos e moluscos, e conseqüentemente diminuir o consumo de pescados devido aos riscos à saúde humana, além de afetar o turismo. A poluição crônica por esgotos e óleo gerados em marinas e em embarcações, bem como os resíduos sólidos difusos por toda a região, podem ser responsáveis por impactos sobre o plâncton e, conseqüentemente redução no recrutamento com prejuízos econômicos. O litoral norte já passou por eventos de derrames de óleo de médio e grande porte, bem como passa por eventos crônicos de pequenos vazamentos. Como está havendo um aumento das atividades que implicam num aumento desses riscos, é importante o estabelecimento de estratégias conjuntas visando melhorar o conhecimento das comunidades planctônicas e a minimização de riscos. Tais oportunidades devem ser aproveitadas em conjunto com entidades ambientais que são bastante ativas no litoral norte do estado.

## ■ Bacterioplâncton

O principal fator para o aumento de bactérias patogênicas em ambientes aquáticos marinhos ocorre por influência antrópica e, em regiões turísticas, seu aumento está associado principalmente às épocas de temporada (CETESB, 2016). Corpos de água contaminados por esgotos domésticos ao atingirem as águas das praias podem expor os banhistas aos microrganismos patogênicos, como vírus, bactérias e fungos. Diversos fatores contribuem para o aumento da ocorrência de doenças por esses microrganismos, e são diretamente relacionados com o grau de contaminação do ambiente, características do patógeno e da população afetada. Crianças, idosos ou pessoas com baixa resistência são as mais suscetíveis a desenvolver doenças ou infecções após o banho em águas contaminadas (CETESB, 2016).

A sobrevivência dos microrganismos patogênicos na água e sedimento está relacionada aos fatores abióticos, principalmente as características do ambiente, como a granulometria do sedimento, teor de matéria orgânica, pH, salinidade, insolação, períodos de chuva prolongados, revolvimento da areia, ressaca entre outros. Como foi citado no item anterior, altos índices de pluviosidade contribuem para o aumento da contagem bacteriana, além disso, as bactérias não conseguem permanecer vivas quando há dessecação do solo, devido à alta temperatura (MONTEIRO, 2013). O aumento da chuva também afeta significativamente a frequência de fungos na areia da praia e água marinha comparados com período seco (LOUREIRO *et al.*, 2005). Apesar de aumentar a ocorrência de patógenos com a chuva, muita atenção precisa-se ter em épocas de seca, por muitos microrganismos de contaminação fecal sobrevivem por longos períodos na areia de praia, pois encontram condições favoráveis como abundância de nutrientes, abrigo da luz solar e proteção contra predação (DE OLIVEIRA; PINHATA, 2008; WHEELER-ALM; BURKE; SPAIN, 2003).

As características fisiológicas dos microrganismos também determinam a sua sobrevivência, pois cada patógeno tem sua faixa de tolerância às condições ambientais (EPA, 2009). Com o desenvolvimento da população patogênica no ambiente ocorrem trocas genéticas com os microrganismos nativos, havendo a possibilidade de troca de material genético que confere patogenicidade e/ou resistência (BONILLA *et al.*, 2006).

## ■ Fitoplâncton

A produção de toxinas por algumas espécies de microalgas está associada à competição por recursos ou mecanismos de defesa contra predadores (GRANÉLI; TURNER, 2006; GRANÉLI *et al.*, 2008). Em Hallegraeff *et al.* (2003) são listadas algumas enfermidades associadas a toxinas, bem como seus efeitos na biota e os organismos causadores:

- Toxinas DSP – “*Diarrhetic Shellfish Poisoning*” – ácido ocadaico e dinophysistoxina-1. Sintomas gastrintestinais; a exposição crônica leva a formação de tumores no trato digestivo. Ex: *Prorocentrum minimum*, *Dinophysis acuminata*, *Prorocentrum lima*.
- Toxinas ASP – “*Amnesic Shellfish Poisoning*” – Ácido domóico, sintomas gastrintestinais e neurológicos: alucinação, confusão, diminui a reação à dor e perda de memória. Ex: *Pseudo-nitzschia seriata*, *P. delicatissima*.

- Toxinas PSP – “*Paralytic Shellfish Poisoning*” – Saxitoxina, sintomas gastrintestinais, sensação de dormência nos lábios e membros, dores de cabeça, paralisia de membros, morte por parada respiratória. Ex: *Alexandrium tamarensis*, *Gymnodinium Catenatum*.
- Toxinas NSP – “*Neurotoxic Shellfish Poisoning*” – Brevetoxina, sintomas gastrintestinais, dificuldade de respirar e parada respiratória. Ex: *Karenia breves*.

A bioacumulação e biomagnificação das toxinas na trama trófica foram estudadas através de experimentos com cianotoxinas (ENGSTRÖM-ÖST *et al.*, 2002; LEHTINIEMI *et al.*, 2002), brevetoxinas (TESTER *et al.*, 2000), toxinas DSP (KOZLOWSKY-SUZUKI *et al.*, 2006; MANEIRO *et al.*, 2000) e as toxinas PSP (FRANGÓPULOS *et al.*, 2000; GUISANDE *et al.*, 2002; TEEGARDEN *et al.*, 2003). A bioacumulação destas toxinas foi comprovada em organismos zooplancônicos (ENGSTRÖM-ÖST *et al.*, 2002), em peixes juvenis (TESTER *et al.*, 2000) e em predadores de topo de cadeia (DURBIN *et al.*, 2002).

O aumento no interesse de FANs relacionados aos cultivos de mexilhões se faz extremamente necessário. Como exemplo em apenas nove meses de monitoramento em regiões de miticultura do estado de SC, foram registrados seis florações de *Dinophysis acuminata*, levando à suspensão da colheita e venda de mexilhões das áreas afetadas (SOUZA *et al.*, 2009). Este aspecto é especialmente relevante no contexto da crescente demanda da miticultura no estado de São Paulo, especialmente no interior da APAMLN, como detalhado no **item Pesca, Extrativismo e Maricultura**, do presente documento.

Assim como em SC, recentemente, mais precisamente “em 13 de julho de 2016, a Vigilância Sanitária de São Paulo interditou o comércio e consumo de moluscos bivalves, como ostras, mexilhões, mariscos e berbigões produzidos no Estado e provenientes dos Estados de Santa Catarina e Paraná” (CHAGAS, 2016). Tal medida foi necessária devido às ocorrências de FANs no litoral paulista, ocasionadas pelo dinoflagelado *Dinophysis acuminata* em junho e julho de 2016 (Quadro 3.2.1.5. 3-5). Essa espécie e potencialmente produtora da toxina DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) que pode ser bioacumulada em moluscos e em concentrações deletérias ocasionar danos ao homem quando consumidos (HALLEGRAEFF *et al.*, 2003), o limite aceitável da biotoxina produzida por essa espécie, para o consumo de moluscos bivalves é de 0,16 mg/Kg de acordo com o *European Food Safety Authority* (EFSA, 2011). Não se sabe a concentração bioacumulada nos moluscos, mas foram registradas ocorrências de intoxicação com diarreia em moradores que consumiram mexilhões em Caraguatatuba. Devido ao fato dessa ocorrência inédita de floração tóxica, “a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA) mobilizou pesquisadores e técnicos do Instituto de Pesca (IP), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) e da Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA) para monitorar a situação no litoral paulista” (CHAGAS, 2016).

Fazendo um apelo pela falta de estudos sobre FANs no litoral de São Paulo, um levantamento realizado por meios de divulgação eletrônica de revistas e jornais locais, mostra que nos últimos dois anos foram registradas cinco ocorrências de FANs (Quadro 3.2.1.5. 3-5), sendo a mais grave a que levou a medida de suspensão do comércio de mexilhões, mas em todos os casos são levantados prejuízos econômicos afetando o turismo e os pescadores da região.

Quadro 3.2.1.5.3-5 – Levantamento da ocorrência de FANs no litoral de SP, assim como suas possíveis causas, os organismos causadores e os efeitos socioeconômicos.

Local (Referência)	Mês/ Ano	Organismo	Causas	Observações	Efeitos
De SC até RJ (1)	Janeiro 2014	<i>Myrionecta rubra</i> (= <i>Mesodinium rubrum</i> )	Maior proliferação com aumento de temperatura	Imagem de satélite mostram 800 km de mancha	Prejuízo no turismo
SP e RJ (2)	Janeiro 2014	<i>Tetraselmis</i> sp.	Aumento de temperatura e radiação solar, eutrofização antrópica e natural	Manchas avermelhadas e marrons. Formação de espuma	Prejuízo no turismo
Santos (3)	Junho 2016	<i>Noctiluca scintillans</i>	Possivelmente eutrofização	Espécie bioluminescente, não é considerada tóxica, mas pode causar irritações na pele de banhistas.	Possivelmente anoxia e consequentemente mortandades de peixes
São Sebastião, Santos e Peruíbe (4)	Julho 2016	<i>Dinophysis acuminata</i>	Possivelmente por eventos climáticos e trazidas por correntes marinhas	Manchas avermelhadas e marrons	Potencialmente tóxicas, afetam ostras e mexilhões. Prejuízos no turismo e na venda de ostras e mexilhões
Caraguatatuba (5)	Junho/ Julho 2016	<i>Dinophysis acuminata</i>	Possivelmente por eventos climáticos e trazidas por correntes marinhas	Moradores que consumiram mexilhões apresentaram sintomas de intoxicação com diarreia	Potencialmente tóxicas, afetam ostras e mexilhões. Prejuízos no turismo e na venda de ostras e mexilhões

(1) <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/01/imagem-da-nasa-mostra-mancha-de-algas-no-litoral-do-sul-e-sudeste.html>

(2) <http://horizontegeografico.com.br/hgnew/exibirMateria/1970/manchas-no-mar-do-rj-e-de-sp-se-acentua-com-proliferao-de-algas>

(3) <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/06/cetesb-diz-que-mancha-vermelha-no-litoral-de-sp-e-gerada-por-fitoplancton.html>

(4) <http://www.cetesb.sp.gov.br/2016/07/06/cetesb-constata-presenca-de-microalgas-toxicas-nas-praias-de-santos-sao-sebastiao-e-peruibe/>

(5) <http://www.tribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/litoral-norte/cetesb-encontra-microalga-toxica-no-litoral-norte/?cHash=c17995ba3b0495becc0a37074d3ad085>

Data de acesso dos links: 08/08/2016

## ■ Zooplâncton

Um dos grandes problemas nos ambientes aquáticos atualmente é o empobrecimento da biodiversidade, tanto local como global, em resposta tanto às ações antrópicas diretas (poluição, alteração do ambiente, sobre-exploração, etc.) quanto indiretas (mudanças climáticas). Os efeitos são sentidos tanto na composição taxonômica das comunidades zooplancônicas, com substituição de espécies e introdução de

espécies invasoras, quanto na mudança na estrutura de tamanho das comunidades, que pode afetar à transferência de energia a níveis tróficos superiores.

Um componente muito importante, porém, às vezes negligenciado nos estudos, é o meroplâncton, que inclui larvas de espécies de grande importância econômica como os decápodes (caranguejos, camarões, etc.) e moluscos (ex. cefalópodes, mexilhões, ostras, etc.), que no Brasil, como em outras partes do mundo, são explorados diretamente ou servem de alimento a espécies economicamente importantes.

A região norte do litoral paulista é caracterizada pela exploração de diversas espécies de invertebrados de interesse econômico que apresentam larvas com fase meroplanctônica como o camarão rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*), o camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), o camarão-legítimo (*Litopenaeus schimitti*), o camarão-santana (*Pleoticus muelleri*), o polvo comum (*Octopus vulgaris*) e lulas (*Doryteuthis pleii* e *D. sanpaulensis*). O transporte larval tem sido identificado como um ingrediente essencial para o recrutamento das populações de invertebrados marinhos, por isso, estudos dos padrões de retenção e dispersão das larvas são fundamentais (MARTINS *et al.*, 2014). O aumento das capturas das espécies pode levar a uma diminuição no estoque delas, enquanto que em regiões onde o esforço de captura é concentrado nos seus predadores naturais pode estar ocorrendo um aumento (ARAÚJO, 2013 e referências). As larvas meroplanctônicas podem ser afetadas tanto pela presença do porto de São Sebastião na região costeira (risco de introdução de espécies exóticas pela água de lastro e bioincrustação) como pelas atividades de exploração e produção de petróleo em regiões oceânicas (água de lastro e bioincrustação em plataformas, risco de vazamentos, etc.).

## ■ Ictioplâncton

A característica mais importante da região norte paulista em relação ao ictioplâncton é que ovos e larvas de diversas espécies do litoral sudeste nela são encontrados, apontando a importância da região para a preservação da biodiversidade de uma área muito mais ampla.

O plâncton em geral, especialmente o ictioplâncton, também se encontra vulnerável a impactos de acidentes com vazamento de óleo, provenientes de atividades antrópicas tanto na região do Canal de São Sebastião como no Pré-sal (origem *offshore*), conforme detalhado no **item Meio Socioeconômico** desse trabalho. Tais atividades envolvem desde a prospecção de petróleo até o tráfego de navios de grande porte e podem impactar, em caso de acidentes ou vazamentos crônicos, as fases planctônicas e principalmente neustônicas dos ovos e larvas de peixes, implicando em redução no recrutamento com impactos econômicos. Eventuais vazamentos também terão impacto na biodiversidade, principalmente porque plataformas de petróleo atuam como atratores de peixes e podem afetar também áreas de refúgio, mesmo fora da APAMLN. Este cenário também é considerado como uma ameaça à integridade da comunidade planctônica.

A pesca industrial captura grandes quantidades de pescado, independente da espécie-alvo, podendo inviabilizar a reposição de estoques; a pesca subaquática com cilindro é seletiva e predatória, permitindo a captura de matrizes das espécies de interesse comercial com muita facilidade e em grande quantidade, também afetando a postura de ovos de espécies que naturalmente apresentam baixas densidades de ovos e larvas no ictioplâncton e, por este motivo, são pouco estudadas ou mesmo nunca foram estudadas; a região apresenta espécies de peixes ameaçadas de extinção e proibidas para a pesca, como mero, que exige fiscalização continuada. Larvas de mero, por exemplo, ainda não foram estudadas na região.

#### 3.2.1.5.4 Ameaças diretas e indiretas, fragilidades/sensibilidade

##### ■ Bacterioplâncton

A chegada do patógeno ao ambiente costeiro se dá a partir de fontes pontuais (locais diretos de descarte, como, por exemplo, emissários submarinos) e difusas (são fontes não pontuais provenientes de outros lugares, e estão mais relacionados com o transporte do patógeno). Geralmente, a contribuição predominante é de fontes pontuais de contaminação, como o descarte de efluentes e resíduos contaminados diretamente na areia e água da praia. O aporte de efluente doméstico é uma das principais fontes, sendo o grau de contaminação desse efluente dependente da incidência de doenças na população que o produz (STEWART *et al.*, 2008).

O Quadro 3.2.1.5. 1-1 lista os principais microrganismos patogênicos encontrados na água e na areia das praias, e as principais doenças associadas a eles.

**Quadro 3.2.1.5.4-6 – Principais microrganismos patogênicos e oportunistas relacionados à contaminação de praia (areia e água) e doenças associadas.**

Microorganismos patogênicos		
Bactérias	Doenças	Sintomas
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastroenterite	Diarreia
<i>Chlamydia psittaci</i>	Ornitose (doença infecciosa aguda)	Febre, cefaleia, mialgia, calafrios, tosse
<i>Clostridium perfringens</i>	Gastroenterite, Enterite necrotizante ou doença de Pigbel	Cólica abdominal, diarreia, náusea, vômitos e peritonite, com 40% de letalidade
<i>Escherichia coli</i> (sorotipos patogênicos)	Gastroenterite	Vômito, diarreia, morte*
<i>Enterococcus</i>	Endocardite, Infecção pélvica e intra-abdominal, Infecção urinária, Meningite, Septicemia	Febre, calafrios, sudorese (suor excessivo), emagrecimento, mal-estar, perda de apetite, tosse, náuseas e vômitos
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecções*	Infecções no olho e ouvido, infecções urinárias, infecções no sistema respiratório e dermatites
<i>Salmonella typhimurium</i>	Salmonelose (doença infecciosa aguda)	Diarreia, vômitos, dor abdominal, desidratação
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifoide	Febre alta, diarreia, ulceração no intestino delgado
<i>Shigella</i> spp.	Shigelose	Disenteria bacilar, diarreia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Síndrome de choque tóxico, Gastroenterite, Endocardite, Osteomielite, Pneumonia	Hipotensão, febre, eritemas difusos, vômitos, diarreia aquosa, dores abdominais; infecção da pele
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Diarreia grave e desidratação
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Gastroenterite	Diarreia, náusea, vômitos e dor abdominal
<i>Vibrio harveyi</i>	Vibriose luminosa	Doença que afeta comercialmente os cultivos de camarões
<i>Vibrio vulnificus</i>	Gastroenterite, Celulite, Septicemia	Vômitos, diarreia, dor abdominal, e dermatite com bolhas e infecção generalizada
Fungos	Doenças	Sintomas
<i>Aspergillus candidus</i> , <i>A. ochraceus</i> e <i>A. fumigates</i>	Aspergiloses	Tosse, catarro, fraqueza, dor torácica, chiado no peito, febre, perda de peso
<i>Candida albicans</i>	Candidíase	Pontos vermelhos na pele, coceira nos órgãos genitais e em mucosas
<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmose (micose profunda)	Infecção assintomática, febre, tosse, dor torácica, mal-estar geral, debilidade e anemia
Vírus	Doenças	Sintomas
Adenovírus	Doenças respiratórias	Infecção ocular, diarreia
Calicivírus	Gastroenterites	Vômito, diarreia
Coxsackievírus	Encefalite e meningite	Meningite asséptica, diabetes, herpangina, conjuntivite
Echovírus	Meningite asséptica	Erupções, doenças respiratórias e febre
Enterovírus	Gastroenterites	Diarreia, anomalias cardíacas
Poliovírus	Poliomielite	Fraqueza muscular. Podem ocorrer diferentes tipos de paralisia
Rotavírus	Gastroenterite	Vômito, diarreia

Microorganismos patogênicos		
Vírus da Hepatite (A e E)	Hepatites infecciosas	Icterícia, febre

\* Em populações suscetíveis (imunodeprimidas, crianças, idosos, mulheres em período gestacional)

Fontes: Mendonça-Hagler; Vieira; Hagler (2001); Soares (2009).

O cenário atual referente às mudanças climáticas tem ganhado crescente preocupação, como detalhado no **item Meio Físico** do presente documento. No presente contexto, o aumento da temperatura das águas marinhas, pelos efeitos das mudanças globais, por exemplo, pode promover aumento da ocorrência de doenças associadas aos vibrios, aumentando sua abundância e proliferação (BAKER-AUSTIN *et al.*, 2013; FUKUI *et al.*, 2010; VEZZULLI *et al.*, 2012).

Muita atenção é necessária com essa bactéria, pois, quando a sua proliferação não é favorável, esses microrganismos possuem a capacidade de encontrar refúgios em locais mais apropriados para sua sobrevivência fazendo uso de suas amplas capacidades adaptativas, como ativar seu estado de dormência. Como são bactérias extremamente oportunistas, quando as condições ambientais estão favoráveis, elas voltam ao estado ativo (TONON *et al.*, 2015). Sabe-se que o aumento do material orgânico pode influenciar a dinâmica dos vibrios, pois esses microrganismos utilizam essa matéria orgânica como fonte de energia. Além disso, o aumento de fósforo e nitrogênio na água influencia no aumento da abundância de vibrios planctônicos como relatado por Gregoracci *et al.* (2012) na Baía de Guanabara – RJ, e, como fator adicional, os vibrios possuem uma ampla faixa metabólica que os torna capazes de utilizar uma grande variedade de fontes de carbono.

Uma das maiores ameaças envolve os meios de dispersão de microrganismos patogênicos, como, por exemplo, a água de lastro. Em 2002 a ANVISA realizou um estudo exploratório para identificar e caracterizar agentes patogênicos em água de lastro. Os resultados foram bastante alarmantes, foi evidenciado o transporte de vibrios (31%), coliformes fecais (22%), *Clostridium perfringens* (15%), colifagos (29%), *Vibrio cholerae* O1 (7%) e *Vibrio cholerae* não-O1 (23%) na água de lastro através das amostras analisadas (ANVISA, 2003).

No Brasil, em 2002-2003, foi evidenciada a presença de *Vibrio cholerae* O1 toxigênico (em 2% de 105 amostras de água de lastro e em 2% de 90 amostras de água de regiões portuárias coletadas ao longo de toda costa brasileiras (RIVERA *et al.*, 2013). No litoral de SP, a presença de *Vibrio cholerae* O1 toxigênico foi evidenciada na água de lastro e na água da região portuária de Santos, mas não foi evidenciada nem na água de lastro nem na água das regiões portuárias de Ubatuba e Canal de São Sebastião (RIVERA *et al.*, 2013). Em março de 1999 foram registrados 466 casos de cólera e três mortes na Baía de Paranaguá-PR com a introdução de *Vibrio cholerae* O1 toxigênico (PASSOS, 1999), e, segundo Lopes (2009) os últimos casos de cólera no Brasil foram relatados em 2005.

Dessa forma, *V. cholerae* O1 é considerado uma ameaça ao ambiente natural, por ser uma espécie invasora, adaptada às regiões tropicais, que prefere ambientes com saneamento básico precário e áreas costeiras e marinhas degradadas, e seus principais vetores de dispersão são as correntes marinhas e a água de lastro (LOPES, 2009). Por todos estes aspectos, apesar desse patógeno não ter sido até o momento registrado na APAMLN, a região pode estar vulnerável à incidência da cólera, pois o transporte marítimo, assim como as massas de água e as correntes marinhas, conectam essa região com aquelas onde já houve incidência do patógeno (como o Porto de Santos). Nesse sentido, merece especial atenção a área do Porto de São Sebastião.

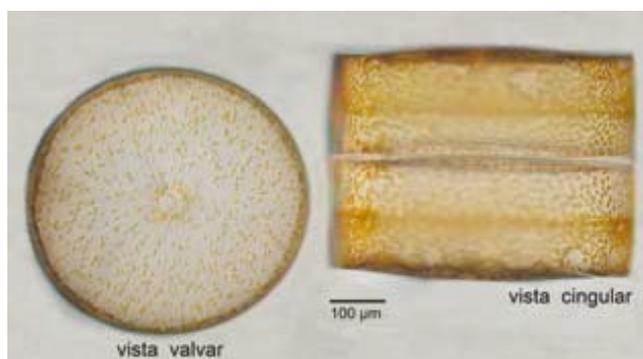
## ■ Fitoplâncton

Como anteriormente citado, um dos principais vetores antropogênicos de dispersão de espécies potencialmente tóxicas é através da água de lastro por navios, assim como a introdução de espécies exóticas invasoras. Esta é, portanto, uma das principais ameaças à integridade do plâncton na APAMLN. Como a dinâmica de organismos planctônicos é muito relacionada com as massas de água e correntes oceânicas, uma vez introduzida a espécie no litoral de SP, sua dispersão ao longo da região costeira ocorre muito facilmente. Um exemplo recente foi a floração de *Dinophysis acuminata* registrada ao longo do Estado durante junho e julho de 2016, como citado anteriormente.

No Brasil são consideradas como introduzidas três espécies, segundo Lopes (2009) e Ferreira *et al.* (2009), de acordo com sete critérios pré-estabelecidos relacionados à ecologia, distribuição e estudos biogeográficos, sendo elas: a diatomácea *Coscinodiscus wailesii* e os dinoflagelados *Alexandrium tamarense* e *Gymnodinium catenatum*. Além dessas, quatro espécies foram classificadas como criptogênicas: a rafidofícea *Heterosigma akashiwo*, e os dinoflagelados *Scrippsiella spinifera*, *Fragilidium subglobosum* e *Protoperdinium compressum* (LOPES, 2009). Por definição, uma espécie é classificada como criptogênica quando sua origem biogeográfica é desconhecida ou incerta, entretanto, muitos pesquisadores começaram a considerar novas ocorrências de espécies fitoplanctônicas como criptogênicas, dessa forma, para entrar em um consenso foram necessários 4 a 6 critérios para essa classificação (LOPES, 2009).

Com relação às espécies invasoras *C. wailesii* (Figura 3.2.1.5. 4-17), *A. tamarense* (Figura 3.2.1.5. 4-18) e *G. catenatum* (Figura 3.2.1.5. 4-19), os principais vetores de dispersão são pela água de lastro e água de maricultura trazida com o organismo a ser cultivado e/ou no sistema digestório do mesmo (LOPES, 2009). *A. tamarense* e *G. catenatum* são capazes de formar cistos de resistência (MATSUOKA; FUKUYO, 2003) enquanto a diatomácea é bastante resistente para sobreviver na água de lastro. As três espécies são potenciais formadoras de FANs, sendo que *C. wailesii* e *G. catenatum* são comumente encontrados no litoral paulista (LOPES, 2009). No Brasil, foi registrada floração de *C. wailesii* na Baía de Paranaguá (PR), resultando em competição por nutrientes e exclusão temporária das demais espécies do fitoplâncton, além de ocasionar depleção temporária de oxigênio, afetando dessa forma a biota marinha em geral (FERNANDES; ZEHNDER-ALVES; BASSFELD, 2001). Com relação aos dinoflagelados, não há registro de floração no Brasil (LOPES, 2009), entretanto ambas as espécies são potencialmente tóxicas e suas toxinas podem afetar os cultivos de mexilhões e conseqüentemente a saúde pública (HALLEGRAEFF *et al.*, 2003).

Figura 3.2.1.5.4-17 – Diatomácea *Coscinodiscus wailesii*.



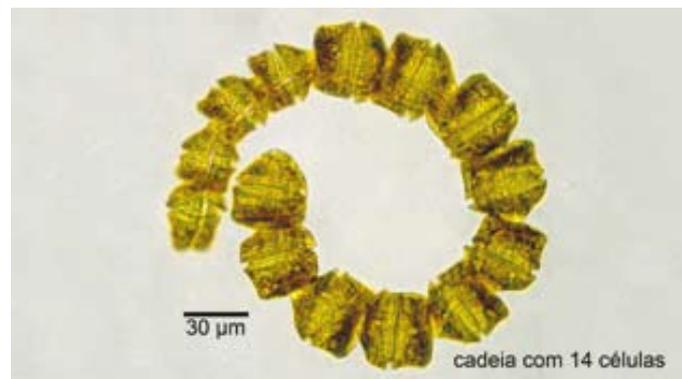
Fonte: Lopes *et al.* (2006).

Figura 3.2.1.5.4-18 – Dinoflagelado *Alexandrium tamarense*.



Fonte: Lopes et al. (2006).

Figura 3.2.1.5.4-19 – Dinoflagelado *Gymnodinium catenatum*.



Fonte: Lopes et al. (2006).

As quatro espécies criptogênicas: *Heterosigma akashiwo*, *Scrippsiella spinifera*, *Fragilidium subglobosum* e *Protoperdinium compressum* possuem a capacidade de formar cistos de resistência (MATSUOKA; FUKUYO, 2003) e são potenciais formadoras de FANs, registradas em vários locais no mundo (GRANELI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF et al., 2003), entretanto no Brasil apenas houve registro de floração de *H. akashiwo* na Baía de Paranaguá (PROENÇA; FERNANDES, 2004).

Diversos problemas ambientais e econômicos já foram registrados, em vários locais do mundo, pelo transporte de cistos de dinoflagelados tóxicos (GRANELI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF; BOLCH, 1992; HALLEGRAEFF et al., 2003). Para se ter uma ideia da dimensão do problema, um único tanque de água de lastro pode conter mais de 300 milhões de cistos de dinoflagelados tóxicos viáveis, que podem ser germinados em condições favoráveis. O caso mais famoso foi registrado na Austrália na década de 80, quando surtos de envenenamento por PSP apareceram com a presença das florações de *G. catenatum*, *Alexandrium catenella* e *A. minutum* (HALLEGRAEFF; BOLCH, 1992), afetando a saúde pública e prejudicando a economia.

Além dos problemas ocasionados pela água de lastro, o aumento das FANs nas últimas décadas também vem sendo discutido em função de mudanças climáticas tais como: aquecimento, aumento da estratificação da coluna de água, mudanças na circulação oceânica e conseqüentemente eventos de ressurgência, e maiores taxas de evaporação e precipitação, intensificando a entrada de nutrientes e MO

alóctone em regiões costeiras e eventos climatológicos como El Niño (GRANELI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF *et al.*, 2003; MACLEAN, 1989; JASPERSE, 1993 *apud* HALLEGRAFF *et al.*, 2003). O aumento das FANs, em especial de espécies tóxicas, ocasiona sérios problemas à saúde pública, tendo já sido registrados muitos doentes e muitas fatalidades (MACLEAN, 1989; JASPERSE, 1993 *apud* HALLEGRAFF *et al.*, 2003). As florações de *Trichodesmium* na região costeira de SP podem estar associadas ao aumento de temperatura e à maior estabilidade da coluna de água (CARVALHO *et al.*, 2008; GIANESELLA-GALVÃO *et al.*, 1995). As espécies potencialmente tóxicas dependem de uma série de fatores em termos fisiológicos e ambientais para produzir a toxina, e, quando esta é produzida, pode haver variações em termos de concentrações e toxicidades. Por exemplo, Lindahl; Lundve; Johansen (2007) evidenciaram diferenças na toxicidade de *Dinophysis acuminata* entre dois fiordes na Suécia, e discutem que a diferença na hidrodinâmica entre eles seria uma possível explicação para os resultados. Em estudos com cultivos de *Chrysochromulina polylepis* foi evidenciado o aumento na toxicidade com o aumento do pH de 6.5 para 8 (SCHMIDT; HANSEN, 2001). Outro exemplo foi com o aumento da atividade hemolítica de *Phaeocystis pouchetii* com o incremento da temperatura (VAN RIJSSEL *et al.*, 2007). Outros estudos focam mais em aspectos ecológicos, como competição por recursos e proteção contra forrageamento como motivos para estimular a produção dos metabólitos secundários (FLYNN, 2008; GRANELI *et al.*, 2008; SOLÉ *et al.*, 2005).

Os efeitos produzidos contra predadores e competidores devido à presença dos metabólitos secundários das microalgas somente são efetivos a partir de determinada concentração mínima, assim, não necessariamente a detecção da toxina irá implicar em efeitos deletérios (FLYNN, 2008). Mas, vale ressaltar que a presença de uma espécie potencialmente tóxica é uma ameaça para as áreas de cultivo de mexilhões, pois quaisquer mudanças nas condições ambientais podem desencadear condições favoráveis para a floração da espécie e/ou a produção em níveis alarmantes de toxina.

## ■ Zooplâncton

Estima-se que a bioinvasão tenha um impacto econômico global de dezenas de bilhões de euros por ano, sendo que novas áreas estão sendo bioinvasadas todo ano (COLLYER, 2016). De acordo com Lopes (2009) os principais vetores de introdução e dispersão de espécies marinhas são: navios (água de lastro, bioincrustação e associados à carga), plataformas (bioincrustação e água de lastro), diques secos (bioincrustação e água de lastro), boias de navegação e flutuantes (bioincrustação), aviões-anfíbio (bioincrustação e água dos flutuadores), canais (movimento dos organismos), aquários públicos (descarte acidental ou intencional de organismos de exposição e/ou transportados), pesquisa (movimento e descarte acidental ou intencional de organismos), detritos marinhos flutuantes, pesca e aquicultura, aquários domésticos, entre outros. As espécies exóticas podem ser classificadas em contida (detectada apenas em ambientes artificiais controlados, isolados total ou parcialmente do ambiente natural), detectada em ambiente natural (detectada, mas sem aumento de abundância e/ou dispersão), estabelecida (detectada de forma recorrente e com aumento populacional) e invasora (abundância e dispersão da espécie estabelecida interfere na sobrevivência de espécies nativas, seja por competição, predação, parasitismo/doenças ou toxinas) (LOPES, 2009).

Com relação ao zooplâncton, na região da APAMLN, que inclui a região do Porto de São Sebastião, as principais ameaças estariam relacionadas à introdução de espécies exóticas, tanto do holo quanto do meroplâncton. Essas espécies podem assumir o lugar de espécies endêmicas, incluindo aquelas de interesse comercial (por predação, competição, etc.), impactando socioeconomicamente as populações

locais (CAMPOS, 2010). Outra forma de introdução é o estabelecimento de cultivos para aquicultura, tanto da espécie de interesse econômico, quanto de fauna acompanhante (ver item 3.2.1.5.2.2).

Outra ameaça é a possibilidade do zooplâncton atuar como vetor de patógenos tanto de agentes que afetam o ser humano (*Vibrio cholerae*) quanto de agentes que afetam espécies de interesse econômico (ver itens 3.2.1.5.4.2 e 3.2.1.5.2.2).

Como detalhado no **item Pesca, Extrativismo e Maricultura**, a região costeira da APAMLN é caracterizada pela exploração de diversas espécies de invertebrados de interesse econômico que apresentam larvas com fase meroplânctônica, com destaque para os cefalópodes. As áreas relevantes para a reprodução de lulas encontram-se, desta forma, sob pressão, já que estas terminam sendo capturadas inclusive acidentalmente nos arrastos de camarão.

### ■ Ictioplâncton

Como detalhado no **item Meio Socioeconômico** do presente documento, a região abriga o Porto de São Sebastião, o que implica em grandes riscos para introdução de espécies exóticas pela água de lastro. O número de espécies exóticas de peixes marinhos é baixo, com apenas quatro espécies, todas com registros relativamente pontuais, porém apontando para uma dispersão mais acentuada da família Bleniidae. Os vetores de dispersão são desconhecidos para todas as espécies, mas a água de lastro aparece como potencial para ao menos uma delas, *Omobranchus punctatus*, originária do Indo-Pacífico (LOPES, 2009). Em 2015 foi identificado o segundo exemplar de peixe-leão no Litoral do estado do Rio de Janeiro, o que pode ser uma ameaça para o LN do estado de São Paulo, visto que em pouco tempo este pode tornar-se o peixe dominante do ecossistema.

Apesar de a região apresentar suas praias com índices de balneabilidade relativamente bons em comparação com as do Litoral Centro, vários autores demonstram que praias que sofrem com urbanização representam regiões sensíveis para o ictioplâncton ou fases juvenis de peixes. Assim, por exemplo, Pombo *et al.* (2012) mostram a importância de regiões de praias para a dinâmica populacional de três espécies de *Stellifer* em águas rasas da Baía de Caraguatatuba. As espécies de Sciaenidae avaliadas foram *Stellifer rastriifer*, *S. brasiliensis* e *S. stellifer* e a área foi apontada como apropriada para o desenvolvimento de juvenis. Estes resultados, associados àqueles obtidos por Del Fávero & Dias (2015), que descrevem o uso de zonas rasas de praias arenosas por peixes juvenis, apontam que essas regiões são cruciais para gestão dessas áreas. Também o trabalho de Pereira *et al.* (2014) aponta nesse sentido: os autores compararam assembleias de peixes de regiões insular (preservada) e continental (com distúrbios) na costa do Rio de Janeiro a fim de avaliar distúrbios antrópicos nas posturas de peixes e desenvolvimento de juvenis. Verificaram ampla diferença entre as duas praias, com a praia insular com número muito superior de espécies e biomassa comparada à praia continental. De uma maneira geral, as espécies presentes no ambiente insular são de alto interesse econômico, indicando a importância da preservação para a conservação de espécies. Por outro lado, a praia com impacto antrópico apresentou poucas espécies, todas de baixo interesse comercial. Os resultados indicaram que ambientes protegidos apresentam assembleias com organização mais complexa e dinâmica das comunidades, apontando para a importância de áreas protegidas para a manutenção dos estoques pesqueiros.

A presença de resíduos sólidos na água, sejam originários das atividades do porto, sejam de lixões, ou de fontes difusas, principalmente microplásticos (SETÄLÄ *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2014), pode já estar afetando o recrutamento de peixes sem que se tenha ainda feito avaliações sobre esse tipo de impacto no ictioplâncton.

A região da APAMLN apresenta a região do porto como fonte eventual de derramamento de óleo em maior escala ou de derrames crônicos em pequena escala, originando as conhecidas “manchas órfãs”. Estas manchas também podem se originar nas áreas de marinas, existentes tanto na região costeira como na Ilha de São Sebastião, bem como nas áreas em que ocorre maior número de embarcações pesqueiras, esportivas e de recreação ao longo do litoral norte. Em função da presença do porto, a região encontra-se submetida a todos os riscos do alto tráfego de embarcações, bem como à toxicidade continuamente liberada pelas tintas anti-incrustação aplicadas nos cascos das mesmas. A região também apresenta vários emissários submarinos de efluentes domésticos (Araçá, Cigarras, Saco da Capela), com impactos sobre o ictioplâncton ainda mal avaliados. Importante salientar a presença do emissário do TEBAR que introduz efluentes de água de produção. As atividades de exploração de óleo do Pré-sal também podem representar ameaças para o ictioplâncton em casos de vazamentos ou derrames de óleo, pois estas serão as comunidades afetadas de imediato, uma vez que predominam na região do nêuston, onde a fração insolúvel do óleo se acumula prioritariamente.

As mudanças climáticas já foram apontadas por Matsuura (1999) há quase vinte anos como impactando as desovas de *Sardinella brasiliensis* (sardinha-verdadeira) e *Harengula jaguana* (sardinha-cascuda) através das modificações que promovem na estrutura termohalina levando à redução de estoques, além da própria sobrepesca. Sem dúvida que tais alterações climáticas trazem mudanças nos regimes de vento, problemas de acidificação, e alterações das características físico-químicas das massas de água poderão afetar também outras espécies que ainda não foram estudadas sob estes aspectos. Além disso, pouco se sabe a respeito do ictioplâncton das regiões estuarinas na região do litoral norte do estado, consideradas berçários de espécies de peixes. Tais regiões poderão sofrer com as alterações do nível do mar, como detalhado no **item Meio Físico** do presente documento.

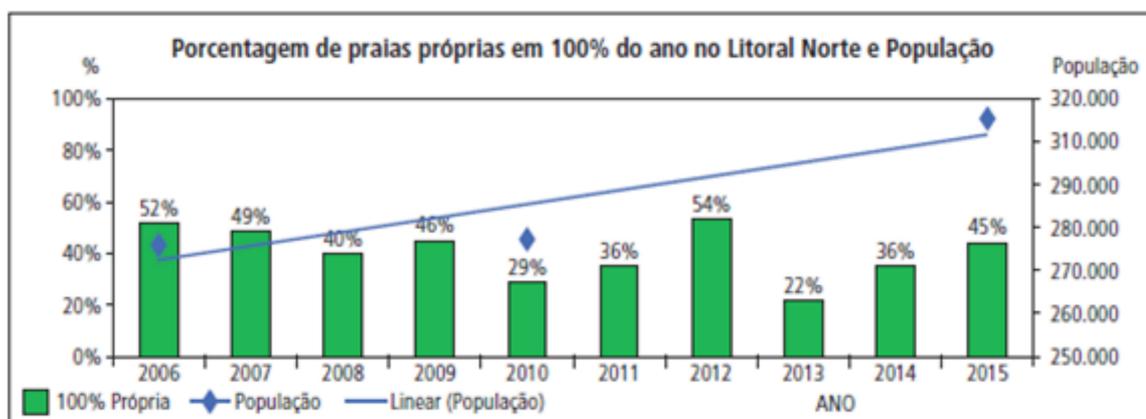
#### 3.2.1.5.5 Estado de conservação

Com relação ao plâncton de modo geral, a APAMLN apresenta algumas regiões costeiras em bom estado de conservação, mas várias áreas encontram-se impactadas, como se verifica pelos dados de balneabilidade (**Mapa de Florações Algais Nocivas na APAMLN**).

##### ■ Bacterioplâncton e fitoplâncton

Considerando as condições de balneabilidade do Litoral Paulista no período de 2006 a 2015, avaliadas pela CETESB (2016), foi possível observar que as praias consideradas Próprias diminuíram de 2006 a 2010, com um aumento considerável em 2012 (54% das praias) seguido por uma queda na qualidade das praias em 2013 (22%) e uma melhora em 2014 e 2015 comparadas com 2013 (Figura 3.2.1.5. 5-20). Os resultados da CETESB (2016) mostraram uma melhora na qualidade das praias do litoral Norte, região equivalente à APAMLN em 2014 e 2015 comparados com 2013, entretanto se comparado com 2006, 2007, 2009 e 2012 os dados não apresentaram melhorias. As praias que passaram a ser classificadas como Ótimas em 2015 foram: Vermelha do Norte e Domingas Dias em Ubatuba e Guaecá e Camburizinho em São Sebastião. O pior índice registrado em 2013 apresentou São Sebastião como a cidade mais afetada com alterações significativas nos indicadores de balneabilidade, e em função de fenômenos climáticos extremos apresentou melhora em 2015, ainda não se sabe se essa melhora será mantida pelos próximos anos.

Figura 3.2.1.5.5-20 – Evolução da porcentagem de praias Próprias em 100% de 2006 a 2015 no Litoral Norte (CETESB, 2016).



As principais medidas para reduzir a ocorrência das contaminações no ambiente por microrganismos patogênicos de origem fecal seriam: i) ampliação e melhoria da coleta e tratamento de efluentes domésticos, ii) extinção dos pontos de descarte na costa, iii) educação ambiental e controle nas áreas urbanas adjacentes às praias, pois parte do esgoto chega às praias de forma clandestina.

O estado de conservação de uma área marinha costeira, especialmente com relação aos organismos planctônicos pode ser facilmente influenciado por ações e ameaças que ocorrem a vários quilômetros de distância. Os microrganismos patogênicos, microalgas potencialmente tóxicas, assim como os cistos de dinoflagelados e as espécies invasoras planctônicas trazidas com a água de lastro, para as regiões portuárias, são facilmente distribuídos para todo o litoral ao redor através da ação de ventos, marés e correntes marinhas. É o caso, por exemplo, da espécie de diatomácea invasora *Coscinodiscus wailesii* que muito provavelmente foi introduzida no Brasil através da água de lastro (LOPES, 2009) e atualmente é comumente encontrada ao longo de todo o litoral de SP (CETESB, 2007). A principal forma de mitigação seria evitar a entrada desses organismos pela água de lastro, e conseqüentemente diminuir a distribuição desses organismos para as diferentes unidades de conservação marinha. Neste sentido a garantia do pleno atendimento aos critérios estabelecidos pela legislação vigente pode ser uma medida efetiva de controle (MARPOL, Programa *Ballast Water*, NORMAM 20).

Com relação às FANs, foi possível notar uma maior ocorrência ao longo do estado de SP (Quadro 3.2.1.5. 2-3) nesses últimos anos. Planos de monitoramento contínuo são a principal forma de mitigação e precisam ser implementados para diminuir os riscos ambientais, econômicos e para a saúde pública. Medidas de contenção das florações são citadas e discutidas por alguns autores (GRANELI; TURNER, 2006), como, por exemplo, o uso de controles biológicos, físicos e químicos (Quadro 3.2.1.5. 5-7). Esses autores mostraram diversos casos de sucesso na utilização desses tipos de controle, a partir de dados secundários, mas para isso é necessária uma série de estudos e medidas pré-estabelecidas anteriormente com os estudos de monitoramento da região em que ocorrer a FAN.

Quadro 3.2.1.5.5-7 – Principais tipos de controle de FANs (Florações algais nocivas).

Controle	Mecanismo	Agente
Biológico	Forrageamento ( <i>top-down</i> )	Copépodes, ciliados e bivalves
	Algicidas	Bactérias e vírus

	Parasitas	<i>Amoebophyra, Parvilucifera</i>
	Enzimas	Mannosidase
<b>Físico</b>	Destruição	Ultrassom
	Eletrólise	NaOCl
	Remoção	Filtros
<b>Químico</b>	Floculantes	Argila e polímeros
	Surfactantes	Saponina
	Coagulante mucolítico	Cisteína
	Metais e líquidos	Cobre, Mg(OH) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

Fonte GRANÉLI; TURNER (2006).

### ■ Zooplâncton e ictioplâncton

Apesar da região costeira da APAMLN apresentar-se relativamente em boas condições em termos de balneabilidade em boa parte do ano, apresenta também um porto de grande porte, o porto de São Sebastião. Nessa área já ocorreram vários acidentes de óleo de porte médio e grande e é frequente a presença das “manchas órfãs”, nem sempre relatadas aos órgãos ambientais e cuja origem é de difícil identificação. Estas manchas são frequentes nas áreas de marinas, existentes tanto na região costeira como na Ilha de São Sebastião, bem como nas áreas em que ocorre maior número de embarcações pesqueiras, esportivas e de recreação ao longo do litoral norte. A região se encontra vulnerável aos impactos de possíveis acidentes com óleo decorrentes das atividades de exploração no Pré-sal, que podem afetar, em caso de acidentes, as fases planctônicas e principalmente neustônicas dos ovos e larvas de peixes, implicando em redução no recrutamento, com impactos econômicos.

Os emissários submarinos existentes (Araçá, Cigarras, Saco da Capela) auxiliam na diluição dos efluentes de origem doméstica, mas os impactos dessas atividades sobre o ictioplâncton são ainda mal avaliados. A água de produção lançada pelo emissário do TEBAR, apesar de ter seus padrões de emissão controlados pelos órgãos ambientais, não deixa de representar um impacto na região do Canal de São Sebastião.

A pesca industrial captura grandes quantidades de pescado, independente da espécie-alvo, o que pode afetar a reposição de estoques e o equilíbrio das populações; a pesca subaquática com cilindro, por sua vez, é seletiva e predatória, permitindo a captura de matrizes das espécies de interesse comercial com muita facilidade e em grande quantidade, também afetando a postura de ovos de espécies que naturalmente apresentam baixas densidades de ovos e larvas no ictioplâncton e, por este motivo, são pouco ou nunca foram estudadas. Importante ressaltar que a região apresenta espécies de peixes ameaçadas de extinção e proibidas para a pesca, como o mero, que demanda fiscalização continuada.

#### 3.2.1.5.6 Áreas críticas e prioritárias

As principais áreas críticas para a APAMLN estão relacionadas às regiões com maiores densidades populacionais e conseqüentemente maiores concentrações de efluentes de esgoto, principalmente em termos de saúde pública e contaminação por bactérias de origem fecal. A CETESB (2016) fez um levantamento dos dados dos últimos 10 anos para a qualidade das praias, e os resultados são preocupantes para o litoral norte, que equivale à região da APAMLN. Vale ressaltar que todos os pontos de monitoramento são bem próximos à faixa de areia e a classificação foi baseada apenas na densidade de

bactérias enterococos. Ubatuba apresentou o melhor resultado com 48% de praias monitoradas classificadas como próprias para banho, e o pior resultado foi obtido para Ilhabela: das praias monitoradas, 78% foram classificadas como impróprias para banho. Caraguatatuba e São Sebastião foram representados com 60% e 52%, respectivamente, de praias impróprias do total monitorado para cada cidade (Quadro 3.2.1.5. 6-8 e Figura 3.2.1.5. 6-21). Dessa forma, podemos considerar as praias impróprias para banho como áreas críticas em termos de riscos à saúde pública.

Uma das maiores preocupações com relação às FANs está relacionada à saúde pública. Existem diversos casos no mundo de contaminações em moluscos e até mesmo pescados pelas ficotoxinas de espécies potencialmente tóxicas, ocasionando doenças e em casos mais graves óbito dos pacientes (GRANÉLI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF *et al.*, 2003).

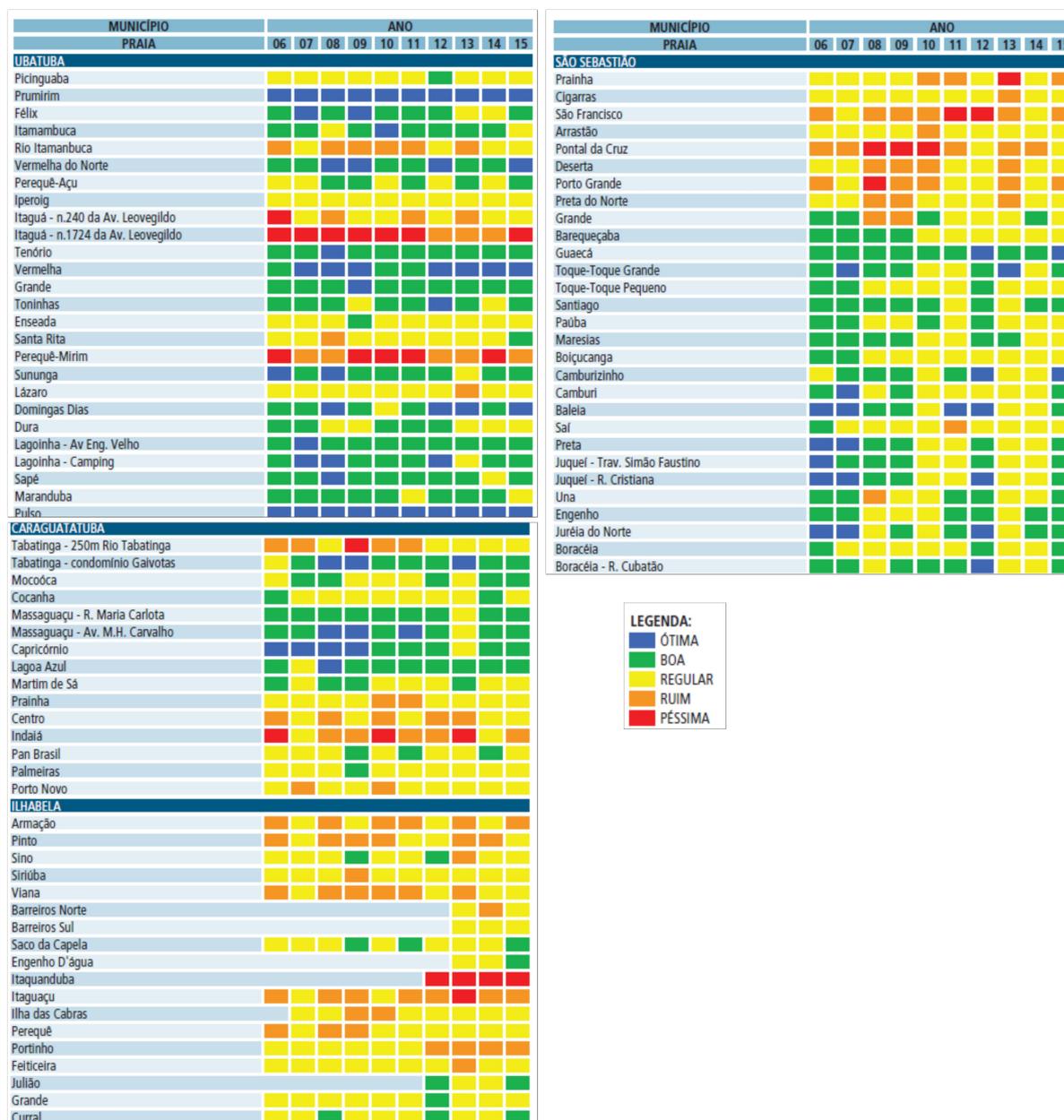
Como a dinâmica das FANs e a produção de toxinas pelas espécies potencialmente tóxicas ainda vêm sendo bastante estudadas, e, como visto anteriormente, as mudanças ambientais ocasionadas por fatores antrópicos e/ou naturais podem desencadear uma floração ou uma maior produção de determinada toxina, devemos considerar todas as áreas de cultivos de mexilhões do Estado de São Paulo como áreas prioritárias para a saúde pública. Pois é difícil prever uma FAN, mas é possível que ela ocorra sabendo que existem espécies potencialmente tóxicas em todo o litoral do Estado. Vale ressaltar algumas áreas críticas como as praias Martins de Sá e Cocanha, ambas em Caraguatatuba. Foi registrada recentemente a floração de uma espécie tóxica prejudicando o comércio de mexilhões na região.

As principais áreas críticas para o plâncton, de forma geral, são áreas costeiras antropizadas, principalmente praias e estuários, região do porto de São Sebastião, devido à liberação de água de tanques de lastro, regiões de proximidade dos emissários submarinos de efluentes domésticos e industriais, áreas de marinas e de uso de embarcações pesqueiras, esportivas ou de lazer, com destaque para Ubatuba, que tem várias marinas, conforme descrito nos itens anteriores.

Quadro 3.2.1.5.6-8 – Critérios de classificação anual que expressa a qualidade da praia monitorada pela CETESB (CETESB, 2016).

<b>ÓTIMA</b>	Praias classificadas como EXCELENTES em 100% do tempo
<b>BOA</b>	Praias classificadas como PRÓPRIAS em 100% do tempo, exceto quando classificadas como EXCELENTES
<b>REGULAR</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em até 25% do tempo
<b>RUIM</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS entre 25% e 50% do tempo
<b>PÉSSIMA</b>	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em mais de 50% do tempo

Figura 3.2.1.5.6-21 – Evolução da qualificação anual das praias do Litoral Norte, região equivalente a APAMLN, nos últimos dez anos (2006-2015) realizado pela CETESB (2016).



**LEGENDA:**  
■ ÓTIMA  
■ BOA  
■ REGULAR  
■ RUIM  
■ PÉSSIMA

### 3.2.1.5.7 Cenários futuros

Sem a implementação de ações como, por exemplo, a ampliação e melhoria do tratamento de efluentes domésticos e o monitoramento da presença de microrganismos patogênicos por contaminação fecal e não fecal, o cenário futuro seria um quadro crítico para a saúde pública, no qual a contaminação por patógenos será cada vez mais grave. Como observado anteriormente, de forma geral, a qualidade das praias na região da APAMLN não está melhorando nesses últimos 10 anos, exceto para algumas praias de São Sebastião.

Algumas espécies de microrganismos patogênicos encontrados na areia e água do litoral do estado de SP, além de serem prejudiciais à saúde pública diretamente, através da ingestão, podem ocasionar problemas indiretamente, pois algumas espécies podem prejudicar o setor da maricultura, ocasionando morte e doenças em filtradores como, por exemplo, mexilhões e, conseqüentemente, prejuízos financeiros para economia local.

O aumento da dispersão, por ventos, correntes e marés de espécies exóticas ou nativas, entretanto potencialmente tóxicas introduzidas pela água de lastro pode ocasionar repetições do fato inédito de suspensão da comercialização dos cultivos de mexilhões no Estado de São Paulo. Essa medida ocorreu em julho de 2016, devido à floração de *Dinophysis acuminata*, espécie produtora de ácido ocadaico, que ocasionou sintomas de intoxicação com diarreia em moradores que consumiram mexilhões em Caraguatatuba.

A globalização tem levado a um incremento no comércio marítimo, aumentando o risco do transporte acidental de espécies marinhas para outras áreas nas quais seriam consideradas exóticas (LOPES, 2009), e sem um controle adequado, essas espécies ocasionam desequilíbrio no ecossistema prejudicando níveis tróficos superiores, e conseqüentemente afetando os organismos de interesse econômico para pesca e aquicultura. Segundo Lopes (2009) as medidas de prevenção e controle de espécies invasoras no ambiente marinho geralmente são difíceis de ser implementadas por estarem associadas a atividades de interesse econômico, como o transporte marítimo e a carcinicultura, por isso, o planejamento das ações de gestão demanda avaliar a relação custo/benefício em relação aos efeitos ambientais, sociais, econômicos, culturais e ecológicos dessas atividades.

Medidas de monitoramento da água de lastro e controle de espécies exóticas e potencialmente tóxicas estão descritas no item a seguir “Indicadores de Monitoramento”, a negligência no monitoramento e controle de tais medidas poderá ocasionar um cenário de prejuízo econômico direto, como o ocorrido com cultivos de mexilhões em julho de 2016, ou um cenário de prejuízo ambiental, através do desequilíbrio ecológico afetando os organismos de interesse econômico e posteriormente prejuízo econômico pela diminuição da pesca por falta de pescados.

De um ponto de vista ecológico, os resultados sugerem que práticas de manejo inapropriadas e sem fiscalização, que resultam na introdução de nutrientes no sistema, especialmente na forma de matéria orgânica, inevitavelmente contribuem para a sua degradação.

O aumento nas atividades portuárias e de exploração e produção de petróleo no Pré-sal possivelmente terão como consequência um aumento no número de acidentes com vazamentos de óleo capazes de impactar a região, bem como na introdução de espécies exóticas.

As mudanças climáticas deverão afetar a postura de ovos e a sobrevivência de larvas de peixes de maneira ainda imprevisível.

### 3.2.1.5.8 Indicadores de monitoramento

Para o plâncton de uma forma geral, é essencial o monitoramento da presença de espécies exóticas provenientes de água de lastro. Vale ressaltar que essa necessidade foi enfatizada no Diagnóstico Participativo da APAMLN e ARIESS (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014).

No Brasil, a Autoridade Marítima representada pela Diretoria de Portos e Costas (DPC) da Marinha do Brasil exige a adoção de medidas necessárias à prevenção desse tipo de poluição de acordo com a Norma Marítima (NORMAM) nº 20. No entanto, os resultados do estudo conduzido pela ANVISA (2003) sobre a água de lastro, com dados coletados em navios em vários portos ao longo da costa do Brasil, foram preocupantes, mostrando que não foi frequente a troca da água de lastro dos navios analisados. Nesse mesmo relatório (ANVISA, 2003), foi realizado também um estudo de acompanhamento a bordo de um navio petroleiro para analisar os três métodos de troca de água de lastro em alto-mar: por diluição, sequencial e por transbordamento, e sua eficiência para evitar o transporte de microrganismos patogênicos. Os resultados microbiológicos foram bastante satisfatórios e eficientes com relação à troca da água de lastro em alto-mar para os três métodos, tendo sido registrados 100% de redução dos organismos associados às atividades antrópicas.

O controle e a contenção da dispersão de espécies invasoras planctônicas precisam ser feitos de forma permanente, contínua e muito bem fiscalizada. Para isso, se faz necessária uma união de esforços de instituições de pesquisa, fiscalização e órgãos governamentais para desenvolver e aplicar metodologias de combate de forma mais eficiente e econômica.

#### ■ Bacterioplâncton

A qualidade de água das praias localizadas próximas aos centros urbanos de São Paulo vem sendo monitorada desde 1974 pela CETESB por meio da quantificação de coliformes fecais. Para isso, os valores encontrados de microrganismos indicadores de contaminação fecal são comparados com os valores de padrões pré-estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000 vigente desde janeiro de 2001. Nesse sentido, a CETESB procura relacionar a presença de indicadores microbiológicos de poluição fecal no ambiente aquático e o risco potencial de se contrair doenças infecciosas, os microrganismos mais utilizados são as bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes termotolerantes (anteriormente denominados coliformes fecais), a bactéria *Escherichia coli* e os enterococos do grupo dos estreptococos fecais, pois são facilmente isolados e identificados na água por meio de técnicas simples e rápidas. Atualmente, a CETESB vem avaliando as condições de balneabilidade da água marinha através da densidade de enterococos, sendo classificadas como impróprias as praias com valores acima de 100UFC/100 mL em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco semanas, ou valores superiores a 400 UFC/100 mL na última amostragem (CETESB, 2016).

Embora a análise dos coliformes termotolerantes seja a mais utilizada para análise de qualidade de água, é necessário levar em consideração que existem diversos outros microrganismos patogênicos em águas utilizadas para recreação, como descrito no Quadro 3.2.1.5. 4-6, que não são monitorados especificamente, principalmente devido aos altos custos das análises. Estudos mostraram que a presença de *Salmonella* spp. e *Pseudomonas aeruginosa* em águas de recreação em ambiente marinho são comuns em todo litoral do Brasil (BOTELHO, 1980; MELO *et al.*, 1997; MARTINS *et al.*, 1988 *apud* MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001) e em especial nas praias de Santos e São Vicente em São Paulo (MARTINS *et al.*, 1988 *apud* MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001). A bactéria *Staphylococcus aureus* é resistente em águas marinhas, e um patógeno que causa várias doenças preocupantes para a saúde

pública. A ocorrência de *S. aureus* costuma ser relacionada com as contagens de coliformes fecais elevadas, entretanto sua presença em águas consideradas dentro dos limites para os padrões de banho foi registrado por Araújo *et al.* (1990), que observou sua presença relacionada a poluição não fecal.

Nem todos os patógenos estão relacionados com os indicadores de poluição fecal, como já mencionado para *S. aureus*, dessa forma, seria importante a avaliação da presença de outros microrganismos patógenos como indicadores microbianos, não relacionados com poluição fecal (MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001), a fim de complementar o monitoramento de águas marinhas para riscos à saúde pública.

Uma alternativa à medição da qualidade de água em termos de contaminação fecal é a utilização de marcadores químicos como os esteróis coprostanol e epicoprostanol, pois são menos suscetíveis às mudanças ambientais se comparados às bactérias, e são eficientes na caracterização do aporte de esgoto doméstico em águas superficiais (LEEMING; NICHOLS, 1996). Diversos estudos apresentaram o uso de marcadores químicos de contaminação fecal como uma alternativa aos métodos microbiológicos mais comumente utilizados como na coluna de água e sedimento na região costeira da Austrália (LEEMING; NICHOLS, 1996), e no sedimento superficial na Bacia de Santos (MARTINS *et al.*, 2008).

Um esforço também deveria ser direcionado ao monitoramento das bactérias do grupo dos víbrios, as quais, além de possuírem várias espécies nocivas à saúde humana, seja de forma direta ou indireta (através da contaminação de moluscos), podem ser consideradas fortes indicadoras de qualidade de água, pois respondem rapidamente ao aumento de nutrientes (GREGORACCI *et al.*, 2012).

## ■ Fitoplâncton

Para as FANs é essencial primeiramente o monitoramento através de informações básicas, como dados de biomassa (clorofila-*a*), composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica e suas relações com as características físico-químicas do ecossistema. Muitos programas de monitoramento utilizados em vários locais do mundo seguem as seguintes etapas (HALLEGRAEFF *et al.*, 2003):

- I. Amostragem do plâncton, mexilhões, peixes e água.
- II. Análise das amostras (identificação e quantificação de algas nocivas, medidas de toxicidade na água, nos mexilhões e nos peixes).
- III. Observações ambientais como mudanças na coloração da água, mortalidade de peixes e outros comportamentos animais.
- IV. Avaliação dos resultados (banco de dados integrados).
- V. Divulgação das informações e implementação de ações regulatórias.
- VI. Planos de controle e ações para os responsáveis da pesca e aquicultura, assim como autoridades públicas.

Uma importante ferramenta que vem sendo bastante utilizada em monitoramento de áreas de interesse econômico é o uso do sensoriamento remoto (FROLOV *et al.*, 2013; KUREKIN *et al.*, 2014), as imagens de satélite proporcionam uma visão mais ampla da região, podendo dessa forma indicar as FANs se aproximando de áreas de cultivos e pontos importantes de recreação e turismo. Uma alternativa rápida e

prática, porém com um alcance mais limitado, seria a utilização de um aplicativo de celular denominado Hydrocolor ([https://play.google.com/store/apps/details?id=com.h2optics.hydrocolor&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.h2optics.hydrocolor&hl=pt_BR)), que, através do sensor da câmera, mede a intensidade luminosa em diferentes espectros de luz visível, sendo muito útil para visualizar mudanças na coloração da água possivelmente relacionadas ao aumento da biomassa fitoplanctônica. A desvantagem é que esse aplicativo é pago, mas um monitoramento que possa ser feito através de um aplicativo de celular poderá facilitar muito o registro de ocorrência de florações com mais eficiência e rapidez.

## ■ Zooplâncton

O uso de indicadores biológicos para monitorar a qualidade dos ambientes aquáticos vem ganhando força nas últimas décadas (PORTO NETO, 2003). O zooplâncton responde rapidamente às alterações no ambiente devido ao seu curto ciclo de vida, o que faz desse grupo um bom indicador de mudanças ambientais (ARORA, 1966; DAY Jr. et al., 1989; BOLTOVOSKOY, 1981, 1999 *apud* PORTO NETO, 2003). Alguns organismos como os gêneros de rotíferos *Brachionus* e *Lecane* têm sido utilizados como bioindicadores da presença de poluição orgânica (como descarga de efluentes) (DOOHAN, 1975 *apud* PORTO NETO, 2003; PORTO NETO, 2003). Outros membros do meroplâncton que são utilizados como indicadores de poluição são as larvas de poliquetas (RODRIGUES et al., 1997 *apud* PORTO NETO, 2003) e nemátodas, que embora sejam da meiofauna são frequentemente encontrados no plâncton (ticoplâncton), sendo que a razão Nematoda/Copepoda em amostras planctônicas tem sido apontada como um indicador de poluição (ex. PLATT et al., 1984 *apud* PORTO NETO, 2003).

Na APAMLN, seria indicado o monitoramento da variação temporal da abundância, distribuição espacial, potencial de dispersão e áreas de retenção sobretudo de larvas de espécies de interesse econômico, como o camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*), o camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), o camarão-legítimo (*Litopenaeus schimitti*), o camarão-santana (*Pleoticus muelleri*), o polvo comum (*Octopus vulgaris*) e as lulas (*Doryteuthis pleii* e *D. sanpaulensis*).

## ■ Ictioplâncton

O monitoramento do ictioplâncton não é solicitado como rotina pelos órgãos ambientais em geral. Estudos desta natureza são basicamente realizados pelas instituições de pesquisa. O monitoramento da biodiversidade do ictioplâncton deve ser considerado entre as ações de gestão da APAMLN, de forma complementar ao monitoramento da pesca, a fim de se entender melhor os ciclos de desova e evitar a sobrepesca de espécies que apresentam redução de estoques abaixo de níveis críticos, como as ameaçadas.

O monitoramento dos possíveis efeitos do descarte da água de lastro e lavagem de porões de navios que representam risco de contaminação por espécies invasoras ou patogênicas sobre a composição das comunidades planctônicas é imprescindível. Também é de interesse para a conservação o monitoramento de ovos e larvas de espécies exóticas nos estudos do ictioplâncton, uma vez que ao menos uma espécie de peixe exótico (*Omobranchus punctatus*, Bleniidae) já pode ser considerada como estabelecida (LOPES et al., 2009).

O monitoramento dos efeitos de vazamentos de óleo no ambiente sobre as comunidades planctônicas também seria importante.

### 3.2.1.5.9 Lacunas de conhecimento

Para a avaliação dos microrganismos patogênicos, a grande maioria dos dados secundários está voltada para os índices de balneabilidade, sendo a CETESB a principal fonte de dados de contaminação fecal a partir da análise de bactérias termotolerantes, *E. coli* e enterococos. O problema é que nem todo patógeno está associado à poluição fecal, dessa forma, torna-se necessário desenvolver metodologias rápidas e de baixo custo para o monitoramento de patógenos não associados à contaminação fecal.

São necessários para o fitoplâncton estudos principalmente com relação às biotoxinas de microalgas potencialmente tóxicas no estado de SP, na revisão dos dados secundários não foi encontrado nenhum estudo específico. Não existe um padrão para uma espécie potencialmente tóxica produzir toxina, assim como não há nenhum padrão sobre as características quali e quantitativas dessa toxina, quando produzida, sendo esse tema ainda alvo de muita discussão entre os especialistas na área. Além disso, estudos básicos sobre as FANs como indicadoras no monitoramento, para um melhor entendimento da dinâmica desses organismos e dessa forma organizar melhores planos de ação, controle e mitigação.

São necessários mais esforços voltados aos estudos tanto da distribuição quanto da produtividade e atividade metabólica do zooplâncton integrados com estudos do fitoplâncton, e que permitam um melhor conhecimento das espécies direta ou indiretamente vinculadas a recursos econômicos.

Existe uma lacuna de estudos experimentais sobre o papel do zooplâncton como parte da dieta de espécies de interesse econômico e também de grupos como salpas e quetognatos que podem concorrer pelo alimento com as fases larvais dessas espécies, afetando o sucesso do recrutamento.

Não obstante, o grupo do meroplâncton, para estimar o potencial econômico de uma região e/ou para gerenciar os estoques de espécies de interesse econômico, tem sido pouco estudado. Neste sentido, são necessários mais estudos sobre o ciclo de vida dessas espécies e sobre a distribuição das diferentes fases desse ciclo nos ambientes aquáticos, em especial, estudos sobre distribuição e sobre a dinâmica de retenção/dispersão das larvas planctônicas. A limitação na dispersão das larvas do polvo poderia, por exemplo, explicar a diferenciação interpopulacional nas diferentes regiões do Brasil. Informações sobre esse tema seriam de vital importância para criar formas de manejo desses organismos.

Considerando que o zooplâncton pode ser ingerido acidentalmente pelo ser humano e constituir-se num reservatório para diversas bactérias patogênicas, mais estudos das interações ecológicas entre vibrios e zooplâncton e sua relação com a degradação dos ecossistemas costeiros são fundamentais do ponto de vista da saúde pública (MARTINELLI-FILHO *et al.*, 2011).

Com relação ao ictioplâncton, os aspectos que mais preocupam são a carência de informações básicas sobre inúmeras espécies e famílias frente aos inúmeros impactos a que a APAMLN está submetida. A influência de processos oceanográficos sobre desenvolvimento larval, distribuição, abundância, composição da dieta e períodos preferenciais de desova de espécies de peixes têm sido razoavelmente bem investigados no caso de espécies pelágicas, como sardinhas e anchoítas, escombrídeos e carangídeos. No entanto, estudos semelhantes com outras espécies precisam ser encorajados. Dificuldades ocorrem em função da alta diversidade presente na região e ao baixo número de indivíduos por espécie, típico de ambientes tropicais (KATSURAGAWA *et al.*, 2006). Segundo estes autores, o percentual de larvas não identificadas em qualquer nível taxonômico varia entre 16% e 21%, entre a região costeira e a da plataforma até os 100 m. Afirmam ainda que existem dificuldades na identificação de larvas de algumas famílias em níveis taxonômicos inferiores, que são importantes do ponto de vista de sua

abundância e relevância na estruturação de comunidades ícticas, como Gerreidae (carapebas), Serranidae (garoupas, badejos, chernes) e alguns cienídeos (pescada, corvina, etc.).

Lopes *et al.* (2006) mencionam que a ausência de informações no pareamento físico-biológico ainda ocorre de um modo geral, em função das estratégias de amostragem do zoo e ictioplâncton não cobrirem as escalas espaciais e temporais relevantes para a compreensão dos processos hidrodinâmicos (explicados no **item Meio Físico** deste documento), o que implica em pouco conhecimento sobre os processos de transporte ao longo da plataforma. Finalmente, Katsuragawa *et al.* (2006) apontam que, para que se possa compreender adequadamente os ciclos de produção marinha é fundamental que estudos sobre crescimento, condição larval e mortalidade passem a ser realizados com maior frequência, determinada de acordo com o objetivo do trabalho. A compreensão desses mecanismos e do grau de trocas entre domínios neríticos e oceânicos pode auxiliar a tornar claros a dinâmica das comunidades planctônicas e o recrutamento dos estoques pesqueiros de espécies pelágicas.

Especificamente em relação à APAMLN, destaca-se uma ampla carência de informações sobre o ictioplâncton de algumas famílias que englobam espécies-alvo como Balistidae (peixe-porco), Centropomidae (robalo), Eleotridae, Gobiidae (emborés), Mugilidae (tainha), Merlucidae (merluza), Lobotidae (prejerebas), Lophidae (peixe-sapo), Lutjanidae (vermelho), Pomatomidae (anchova), Scaridae (peixe-papagaio), Sparidae (pargo), Stromateidae (gordinho), Scianidae (castanha), Syngnathidae (cavalos-marinhos), entre outros. Dentre os Pomatomidae, Muelbert & Sinque (1996) realizaram estudos mostrando a importância do ictioplâncton de *Pomatomus saltatrix* na região sul, apontando que essa espécie tende a se deslocar para a região sudeste no inverno, mas sem detalhar a região sudeste, especificamente a região da APAMLN. Larvas de mero também não foram descritas na região, provavelmente em função de sua baixa densidade, dificultando seus estudos. No caso de Ariidae, entretanto, a família apresenta os ovócitos em menor número e bem maiores que os de outras famílias e os adultos carregam os embriões ou jovens dentro da boca, por isso é muito raro encontrar as larvas no plâncton.

Existem poucos estudos sobre o ictioplâncton nas regiões mais costeiras. Para a região da APAMLN, pode-se considerar o estudo de Pombo *et al.* (2012), na região costeira de Caraguatatuba, demonstrando a importância de áreas de praias para o recrutamento de fases juvenis. Com relação às regiões estuarinas, que são ambientes favoráveis para a alimentação e crescimento nas fases iniciais do ciclo de vida de peixes e estão sujeitos a alterações físico-químicas de origem natural e antrópica, poucos estudos foram realizados na região da APAMLN, em função dos estuários dessa região serem ambientes significativamente mais restritos do que aqueles do Litoral Centro ou Litoral Sul do estado.

#### 3.2.1.5.10 Potencialidades/oportunidades

Estudos em outras regiões (SAMPAIO *et al.*, 2008) mostram que pequenas melhorias nas condições sanitárias podem melhorar a balneabilidade das águas. Isto certamente se aplica à região costeira do litoral norte do estado, em termos qualitativos. Assim a coleta e tratamento de efluentes nas regiões costeiras do litoral norte se reveste de importância para o manejo da APAMLN, sendo necessário um esforço dos órgãos competentes no sentido de implementar essas melhorias.

A falta de estudos que subsidiem a análise de monitoramentos tanto para os microrganismos patogênicos de origem não fecal como para as microalgas formadoras de FANs pode ser uma oportunidade para incentivo a pesquisas em parceria com universidades, a fim de tornar mais viável e prático, futuramente, o monitoramento dos riscos para a saúde pública.

A necessidade de aumentar o conhecimento na área de estudos ecológicos do meroplâncton e ictioplâncton também é uma oportunidade para incentivo à pesquisa em universidades e centros de pesquisas. Um maior conhecimento na área ecológica configura-se assim como uma potencialidade, aumentando as chances de preservação e aperfeiçoamento do manejo de espécies de interesse econômico.

De uma forma geral, esforços de parcerias entre órgãos de fiscalização e instituições de pesquisa para aumentar o conhecimento necessário na área, realizar programas de educação ambiental e levar o conhecimento para a população local são medidas que podem ajudar na melhoria da qualidade ambiental e socioeconômica na APAMLN.

#### **3.2.1.5.11 Contribuição para planejamento das UCs**

Os problemas das regiões de praias impactadas foram discutidos anteriormente como deletérios para o desenvolvimento do ictioplâncton e de formas juvenis de peixes que se utilizam dessas regiões. Nesse sentido, deve-se atentar para a importância da balneabilidade não apenas como indicador para a saúde pública, mas também como indicador de impacto para o ictioplâncton.

Na APAMLN é importante lembrar também a importância da conectividade pelas águas que provêm de regiões mais remotas, tanto do entorno da Baixada Santista como dos estados ao sul, que podem trazer consigo espécies que podem provocar florações tóxicas, por exemplo. Nesse sentido, a integração de ações poderia ser realizada pelo órgão ambiental federal ou por interações entre órgãos ambientais dos estados envolvidos.

O problema da introdução de espécies exóticas é bastante relevante nessa APAM dada a proximidade do porto de São Sebastião e por conta das atividades de exploração petrolífera no Pré-sal, que mobilizam embarcações de diversas regiões do mundo. Dentre as ações recomendadas para o controle de espécies de bioinvasão podem ser citados: sistemas de informação integrados, programas de prevenção e controle em escala local e regional, campanhas de sensibilização e educação ambiental, sistemas de quarentena e controle de fronteiras, e treinamento de agentes locais (LOPES, 2009).

O litoral norte paulista apresenta importante área de retenção de plâncton, com espécies de ictioplâncton que foram descritas exclusivamente nesta área, além das outras que ocorrem ao longo de todo o litoral sudeste, indicando a relevância de sua preservação. A APAMLN não está próxima de zonas estuarinas importantes, mas justamente por essas representarem áreas-berçário e a região estar mais distante de estuários maiores, é importante a preservação daquelas existentes na região.

O entorno da Ilha de São Sebastião, principalmente em sua região oeste e sudoeste, representa áreas de retenção de larvas de peixes pela disponibilidade de alimentos. A área a sudeste se apresenta como região de dispersão dessas larvas. Nesse sentido, a região de entorno da Ilha revela-se como central para a existência de espécies-chave de peixes, crustáceos e moluscos. Também se verifica que nessa região foram encontradas larvas de diversas espécies de peixes cujos adultos são encontrados na plataforma sul e sudeste, mas cujas larvas foram detectadas apenas nessa região, demonstrando sua importância no equilíbrio ecológico de toda a área costeira sudeste.

Neste sentido, Rodrigues & Gasalla (2008) sugerem algum tipo de gestão para a proteção de áreas relevantes para a reprodução de lulas, já que estas terminam sendo capturadas acidentalmente nos arrastos de camarão, através da criação de mais áreas protegidas. Considera-se essencial que o

desenvolvimento da região, em decorrência da exploração de petróleo do Pré-sal, obras de ampliação do porto de São Sebastião, entre outras atividades econômicas, também implique em melhorias nas condições sanitárias e ambientais.

### 3.2.1.5.12 Bibliografia

AIDAR, E.; GAETA, S.A.; GIANESELLA-GALVÃO, S.; KUTNER, M.B.B.; TEIXEIRA, C. Ecosistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publ. espec. Inst. Oceanogr.**, v. 10, p. 9–43, 1993.

ALBERTONI, E.F.; PALMA-SILVA, C.; ESTEVES, F.A. Crescimento e fator de condição na fase juvenil de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em uma lagoa costeira tropical do Rio de Janeiro, Brasil, **Revista Brasileira de Zoologia** v.20 n.3: p. 409–418, 2003.

AMARAL, L. A. D.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510–514, 2003.

ANCONA, C. M. **Aspectos da variação espacial e temporal da biomassa e produção fitoplanctônica e parâmetros correlatos no estuário e baía de Santos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

ANDERSON, D. M.; GLIBERT, P. M.; BURKHOLDER, J. M. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, compositions, and consequences. **Estuaries**, v. 25, n. 4, p. 704–726, 2002.

ANGER, K.; MOREIRA, G.S. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18 n. 4: p.823-838, 1998

ANVISA. **Brasil – Água de Lastro**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.

AQUINO, N.A., LOPES, R.M.; MEDEIROS, G.F. Spatial and temporal variation of the exotic copepod *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 in Bahia coast, Eastern Brazil. In: Plankton Symposium, 4., João Pessoa (Paraíba). **BDUA Journal of Biology**, v. 2: p. 250. , 2007.

ARAUJO, D.B.; MARTINS, S.C.S.; ALBURQUERQUE, L.M.B.; HOFER, E. Influence of the copepod *Mesocyclops longisetus* (Crustacea: Cyclopidae) on the survival of *Vibrio cholerae* O1 in fresh water. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 12 n.4: p.551-554, 1996;

ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C.; SILVA, M. A.; PESSANHA, A. L. M., GOMES, I. D.; CRUZ-FILHO, A. G. Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. **Estuaries**, 25, n. 3: p. 441–450, 2002.

ARAÚJO, M. A.; GUIMARÃES, V.F.; MENDONÇA-HAGLER, L.C.; HAGLER, A.N. *Staphylococcus aureus* and fecal streptococci in fresh and marine surface waters of Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Microbiologia**, v. 21, n. 2, p. 141–147, 1990.

ARAUJO, C. C. **Oceanografia pesqueira dos estágios iniciais de Loliginidae (Cephalopoda: Myopsida): paralarvas ao longo da plataforma continental entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia**

- (SP) (22°–25°S). Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo: 140 pp., 2013.
- ATKINSON, A.; SIEGEL, V.; PAKHOMOV, E.; ROTHERY, P. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. **Nature**, 432: p. 100–103, 2004.
- AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J.G.; GRAY, J.S.; MEYER-REIL, L.A.; THINGSTAD, F. The Ecological Role of Water-Column Microbes in the Sea. **Marine Ecology Progress Series**, 10: p. 257–263, 1983.
- BAKER-AUSTIN, C.; TRINANES, J. A.; TAYLOR, N. G.; HARTNELL, R.; SIITONEN, A.; MARTINEZ-URTAZA, J. Emerging Vibrio risk at high latitudes in response to ocean warming. **Nature Climate Change**, v. 3, p. 73–77, 2013.
- BAKUN, A.; PARRISH, R.H. Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: The Brazilian sardine (*Sardinella aurita*). **J. Cons. Int. Explor. Mer.**, 46: p. 269-283, 1990.
- BAKUN, A. **Patterns in the Ocean. Ocean processes and marine population dynamics**. California Sea Grant College System/NOAA/Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, La Paz, Mexico. 1996, 323 pp
- BALLABIO, T.A. **Larvas de crustáceos decápodes na plataforma interna sudeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2011. 65 p.
- BARBIERI, E.; COA, F.; REZENDE, K.F.O. the exotic species *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) occurrence in Cananeia, Iguape and Ilha Comprida Lagoon Estuary Complex. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v.42 n.2: p. 479-485, 2016.
- BAYLY, I. A. E. Aspects of diel vertical migration and its enigma variations. In: de Decker, P. and Williams, W. D. (eds), *Limnology in Australia*. **Monogr. Biol.**, 61, Dr W. Junk, Amsterdam, p. 349–368, 1986
- BENAZOLI, A., ROSSI-WONGTSCHOUSKI, C.L.D.B (coords) **A manjuba (Anchoiella lepidentostole) no Rio Ribeira de Iguape: biologia, comportamento e avaliação de estoque**. São Paulo, Ibama/IOUSP/IP-AS/Sema, 116p +figs.1990.
- BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton Marinho In: Pereira, R. C and Soares-Gomes, A. (Eds.). **Biologia Marinha**. Interciência. p. 103-125, 2002.
- BONILLA, T. D. *et al.* Species assemblages of Enterococcus indicate potencial sources of fecal bacteria at a south Florida recreational beach. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, n. 7, p. 807–810, 2006.
- BOTELHO, L. F. *et al.* Isolation of Salmonella and Pseudomonas aeruginosa from seawater with diferents levels of pollution in Rio de Janeiro. *Annals of Microbiology*, v. 25, p. 45–54, 1980.
- BRADFORD-GRIEVE J. M.; MARKHASEVA E. L.; ROCHA C. E. F.; ABIAHY, B. Copepoda. In: BOLTOVSKOY D., editor. **South Atlantic Zooplankton**. Vol. 2. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers; 1999. p. 869-1098.,

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L.; SASSI, R. **Planctonologia na plataforma continental brasileira**. Diagnose e revisão bibliográfica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal –IBAMA, 1997. 196 p.

Brasil, 2012. Regra Normativa No. 07 de 08 de maio de 2012. **Programa Nacional de controle higiênico e sanitário de bivalves moluscos (PNCMB)**. Gazeta Oficial do Brasil, Brasília, pp. 55-59.

CAMPOS, V.P. **Distribuição geográfica de bioinvasores em portos brasileiros como subsídios à gestão ambiental no Porto de Suape (Ipojuca, Pernambuco, Brasil)**. Dissertação de Mestrado, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, 2010. 101p.

CARVALHO, M.; CIOTTI, A.M.; GIANESELLA, S.M.F.; SALDANHA CORRÊA, F.M.P.; PERINOTTO R.R.C. Bio-optical properties of the inner continental shelf off Santos estuarine system, southeastern Brazil, and their implications for ocean color algorithm performance. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.62 n. 2: p. 71-87, 2014.

CARVALHO, M.; GIANESELLA, S. M. F.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P. Trichodesmium Erythraeum bloom on the continental shelf off Santos, Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 56, n. 4, p. 307–311, 2008.

CASTELLO, J.P. **A anchoita (Engraulis anchoíta, Engraulididae, Pisces) no Sul do Brasil**. Tese de Doutorado, Fundação Universidade do Rio Grande, 1997, 2 vol.

CASTRO FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S coastal segment (40W). In: A.R. Robinson and K.H. Brink (eds.), **The sea**, p. 209-251. John Wiley and Sons, New York, 1998.

CASTRO, N. O.; DOMINGOS, P.; MOSER, G. A. O. National and international public policies for the management of harmful algal bloom events. A case study on the Brazilian coastal zone. **Ocean & Coastal Management**, v. 128, p. 40–51, 2016.

CAVALCANTI, E. A. H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia** v.21 n.3: p. 467-475, 2004.

CERGOLE, M. C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879). In: M.C. CERGOLE, A.O. ÁVILA-DA-SILVA AND C.L.D.B ROSSI-WONGTSCHOWSKI (eds.), **Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: Dinâmica populacional das espécies em exploração, Série Documentos REVIZEE – Score Sul**, pp. 145-150. Instituto Oceanográfico – USP, São Paulo, 2005.

CETESB. **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2015**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado do São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://praias.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas litorâneas do estado de São Paulo : balneabilidade das praias 2005**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

- CETESB. **Relatório de qualidade das águas litorâneas no estado de São Paulo balneabilidade das praias 2006**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2007. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)>.
- CETESB. **Sistema estuarino de Santos e São Vicente**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2001.
- CHAGAS, L. Instituto de Pesca, **APTA e CDA monitoram qualidade de moluscos na costa paulista**. Disponível em: <[http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id\\_not=18842](http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id_not=18842)>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- CHATWIN, A.C. **Estimativa da abundância do Bonito Pintado, *Euthynnus alleteratus*, e do Bonito Cachorro, *Auxis spp.* (Teleostei, Scombridae) na costa Sudeste brasileira**. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 240p, 1997.
- CHAVES, P. T. C. Atividade reprodutiva de *Bairdiella ronchus* (Cuvier) (Pisces, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v. 12, n. 4: p. 759–766, 1995.
- CHAVES, P. T. C.; CÔRREA, M. F. M. Composição ictiofaunística da área de manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v.15, n. 1: p. 195-202, 1998.
- CHAVES, P.; BOUCHEREAU, J. L. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. **Oceanol. Acta**, v.23, n. 3: p. 273-280, 2000.
- CHO, B. C.; AZAM, F. Biogeochemical significance of bacterial biomass in the ocean's euphotic zone. **Marine Ecology Progress Series**, v. 63, p. 253–259, 1990.
- CIOTTI, A. M. *et al.* Clorofila a, medidas bio-ópticas e produtividade primária. In: VALENTIN, J. L. (Ed.). **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira** (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Brasília: Editora Ideal gráfica, 2007. p. 61–72.
- CLEMMESSEN, C., R. SANCHEZ AND C.L.D.B. ROSSI-WONGTSCHOWSKI. A regional comparison of the nutritional condition of SW Atlantic anchovy larvae, *Engraulis anchoita*, based on RNA/DNA ratios. **Archive of Fisheries and Marine Research**, v.45: p. 17-43, 1997.
- CODEX. **Standard for live and raw bivalve molluscus**. [s.l.] Codex Standard 292-2008, 2008.
- COLLYER, W. Água de lastro, bioinvasão e resposta internacional. Disponível em <https://portogente.com.br/portopedia/80510-agua-de-lastro-bioinvasao-e-resposta-internacional>. 2016. Acessado em 11 de agosto de 2016.
- COLWELL, R. R. Global climate change and infectious diseases: the cholera paradigm. **Science**, v. 274, p. 2025–2031, 1996.
- COSTA, P.A.S.; FERNANDES, F.C. Seasonal and spatial changes of cephalopods caught in the Cabo Frio (Brazil) upwelling ecosystem. **Bulletin of Marine Science**, 52(2):751-9, 1993.
- COSTA, P.A.S.; HAIMOVICI, M. A pesca de polvos e lulas no litoral do Rio de Janeiro. **Ciência e Cultura** v.42: p. 1124-1130 , 1990.

COSTA, S.W.; FRAGA, A.P.M.; ZAMPARETTI, A.S.; MARQUES, M.R.F.; ANDREATTA, E.R. Presença do vírus da síndrome da mancha branca em crustáceos decápodes silvestres em lagoas costeiras no Sul do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 64(1), 209-216. 2012.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; Van Den BELT, M.V. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387: p. 253–260. 1997.

CREED, J.C.; DE PAULA, A.F. Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores. **Mar Ecol Prog Ser**, 330: p.101-11. 2007.

DE OLIVEIRA, A. J.; PINHATA, J. M. Antimicrobial resistance and species composition of *Enterococcus* spp. isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil. **Water Research**, v. 42, n. 8-9, p. 2242–2250, 2008.

DEL FAVERO, JANA M.; DIAS, JUNE F. Juvenile fish use of the shallow zone of beaches of the Cananéia-Iguape coastal system, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.63 n.2 : p.103-114, 2015.

DIAS, J.F. **Avaliação da condição nutricional das larvas de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis* Steindachner, 1879) Clupeidae e da anchoíta (*Engraulis anchoita* Hubbs and Marini, 1935) Engraulididae, da costa sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.1995. 64p +tabs e figs

DIAS, J.F., CLEMMESSEN, C.; UEBERSCHÄR, B.; ROSSIWONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; KATSURAGAWA, M. Condition of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) larvae in the São Sebastião inner and middle continental shelf (São Paulo, Brazil). **Brazil. J. Oceanogr.**, v.52: p. 81-87. 2004.

DURBIN E.; TEEGARDEN, G.; CAMPBELL, R.; CEMBELLA, A.; BAUMGARTNER, M.F.; MATE, B.R. North Atlantic right whales, *Eubalaena glacialis*, exposed to paralytic shellfish poisoning (PSP) toxins via a zooplankton vector, *Calanus finmarchicus*. **Harmful Algae** 1: p.243–251, 2002

EFSA. **Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment**. EFSA Journal, v. 9, n. 3, p. 2097, 2011.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the north- east and east Brazilian shelf. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2-3: p. 113-132, 1999.

ENGSTRÖM-ÖST, J. *et al.* Does cyanobacterial toxin accumulate in mysid shrimps and fish via copepods? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 276, p. 95–107, 2002.

EPA. **EPA's BEACH Report: 2008 Swimming season**. [s.l.] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009. Disponível em: <www.epa.gov>.

FERNANDES, F. L.; ZEHNDER-ALVES, L.; BASSFELD, J. C. The recently established diatom *Coscinodiscus wailiesii* (Coscinodiscales, Bacillariophyta) in Brazilian waters. I: Remarks on morphology and distribution. **Phycological Research**, v. 49, p. 89–96, 2001.

- FERREIRA, C. E. L. *et al.* Marine Bioinvasions in the Brazilian Coast: Brief Report on History of Events, Vectors, Ecology, Impacts and Management of Non-indigenous Species. In: RILOV, G.; CROOKS, J. A. (Eds.). **Biological Invasions in Marine Ecosystems**. [s.l.] Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. p. 459–477.
- FERREIRA, C.E.L.; GONÇALVES, J.E.A.; COUTINHO, R. Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas. Pp. 143-156. In: J.S.V. Silva & R.C.C.L. Souza (orgs.). **Água de lastro e bioinvasão**, Interciência, Rio de Janeiro. 2004. 224p.
- FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleostei (2)**. São Paulo, Museu de Zoologia. 1980. 90p.
- FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleostei (5)**. São Paulo, Museu de Zoologia. v.4, 2000. 116p.
- FLYNN, K. J. Attack is not the best form of defense: lessons from harmful algal bloom dynamics. **Harmful Algae**, v. 8, p. 129–139, 2008.
- FRANGÓPULOS, M. *et al.* Short-term and long-term effects of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* on the copepod *Acartia clausi*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 203, p. 161–169, 2000.
- FRANZOSO, V.N. **Morfologia dos caracteres sexuais secundários e caracterização gonadal masculina em *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Dendrobranchiata, Penaeoidea)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, 2008. 73p.
- FREIRE, A. S.; ABSHER, T. M.; CRUZ – KALED, A. C.; KERN, Y.; ELBERS, K. L. Seasonal Variation of Pelagic Invertebrate Larvae in the Shallow Antarctic Waters of Admiralty Bay (King George Island). **Polar Biology**, 29: p. 294-302, 2006.
- FREIRE, K. M. F.; CASTELLO, J.P. – Feeding habits of *Engraulis anchoita* larvae off southern **Brazil**. **Bolm Inst.Pesca**, S. Paulo, 26: p. 189-201, 2000
- FROLOV, S.; KUDELA, R. M.; BELLINGHAM, J. G. Monitoring of harmful algal blooms in the era of diminishing resources: a case study of the U.S. West Coast. **Harmful Algae**, v. 21-22, p. 1–12, 2013.
- FUHRMAN, J. A.; AZAM, F. Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters. **Marine Biology**, v. 66, p. 109–120, 1982.
- FUKUI, Y.; SAITOH, S.; SAWABE, T. Environmental determinants correlated to *Vibrio harveyi*-mediated death of marine gastropods. **Environmental Microbiology**, v. 12, n. 1, p. 124–133, 2010.
- FUNDESPA. **Programa de monitoramento da qualidade ambiental do Porto Público de São Sebastião São Paulo**: Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas. 2013.
- FURLAN, M.; CASTILHO, A. L.; FERNANDES-GÓES, L. C.; FRANZOZO, V.; BERTINI, G.; COSTA, R. C. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences** v.85: p. 1345–1356, 2013.

FURTADO, V.; RODRIGUES, M.; CONTI, L. A.; BARCELLOS, R. L. História evolutiva da região de São Sebastião. In: PIRES-VANIN, A.M. (Org) **Oceanografia de um Ecossistema Subtropical. Plataforma de São Sebastião, São Paulo**, pp.41-58, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

GAETA, S.A.; BRANDINI, F.P. Produção primária do fitoplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski and L.S. Madureira (coord.), **O Ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil**, pp. 219-264. Editora da USP, São Paulo, 2006.

GARBINI, CAMILLA N.; ZANI-TEIXEIRA, MARIA DE LOURDES; OHKAWARA, MÁRCIO HIDEKAZU; KATSURAGAWA, MARIO Distribution and abundance of pleuronectiformes larvae off southeastern brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 62 n.1: p.23-34. 2014

GASALLA, M. A. Women on the water? The participation of women in seagoing fishing off southeastern Brazil. **ACP EU Fisheries Research Report Number**, V. 16, 2004.

GASALLA, M. A.; RODRIGUES, A.R.; POSTUMA, F.A. The trophic role of the squid *Loligo plei* as a keystone species in the South Brazil Bight ecosystem. **ICES Journal of Marine Science** 67: 1413–1424, 2010.

GIANESELLA, S.M.F.; SALDANHA-CORRÊA, F.M.P., SOUZA, E.C.M.P. E GASPARRO, M.R. Ecological status of the Santos estuarine water column. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) **Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America**. IST Press, Lisboa, pp 183-194, 2008.

GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F. **Produção primária da Baía de Santos, Estado de São Paulo. Aspectos sobre a eficiência fotossintética num ambiente marinho poluído**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978.

GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; AIDAR, E.; VEGA-PÉREZ, L.A.; SALDANHA-CORRÊA, F.M.P. Distribuição do plâncton na região costeira de São Sebastião. **Publção esp. Inst. oceanogr.**, S Paulo, 41: p.5-14. 1997.

GIANESELLA-GALVÃO, S. M. F.; COSTA, M. P. F.; KUTNER, M. B. B. Bloom of *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) *erythraeum* (Her.) Kutz. in coastal waters of the Southwest Atlantic. **Publ. espec. Inst. Oceanogr.**, v. 11, p. 133–140, 1995.

GIGLIOTTI, E. S.; GHERARDI, D. F. M.; PAES, E. T.; SOUZA, R. B.; KATSURAGAWA, M. Spatial analysis of egg distribution and geographic changes in the spawning habitat of the Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis*. **Journal of Fish Biology**, v. 77 n.10: p. 2248-67, 2010.

GLIBERT, P. M.; PITCHER, G. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms **Journal of Chemical Information and Modeling**. Baltimore and Paris: SCOR and IOC, 2001.

GONÇALVES, J. **Octopus vulgaris Cuvier, 1787 (polvo comum): Sinopse da Biologia e Exploração**. "APCC" Thesis. University of the Azores. 1993.

GONÇALVES, E.G.R.; LOPES, M.J.S.; OLIVEIRA, E.G.; HOFER, H. Associação de *Vibrio cholerae* com o zooplâncton de águas estuárias da Baía de São Marcos/São Luis – MA, Brasil, **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, V. 37(4), p.318-323, 2004

GONÇALVES, S.M.; SANTOS, J.L.; RODRIGUES, E.S. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), capturadas na região marinha da baixada santista, São Paulo, **Revista Ceciliana** v. 1 n.2 pp. 96-100, 2009.

GRANÉLI, E.; TURNER, J. T. **Ecology of Harmful Algae**. [s.l.] Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.

GRANÉLI, E.; WEBER, M.; SALOMON, P. S. Harmful algal blooms of allelopathic microalgal species: The role of eutrophication. **Harmful Algae**, v. 8, p. 94–102, 2008.

GREGORACCI, G. B.; NASCIMENTO, J. R.; CABRAL, A. S.; PARANHOS, R.; VALENTIN, J. L.; THOMPSON, C. C.; THOMPSON, F. L. Structuring of bacterioplankton diversity in a large tropical bay. **PLoS ONE**, v. 7, n. 2, p. e31408, 2012.

GUERRA, A. Mollusca, Cephalopoda. In: **Fauna Ibérica**, vol. 1. Ramos, M. A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 1992. 327p.

GUISANDE, C.; FRANGÓPULOS, M.; CAROTENUTO, Y.; MANEIRO, I.; RIVEIRO, I.; VERGARA, A. R. Fate of paralytic shellfish poisoning toxins ingested by the copepod *Acartia clausi*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 240, p. 105–115, 2002.

HALLEGRAEFF, G. M.; BOLCH, C. J. Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: Implications for plankton biogeography and aquaculture. **Journal of Plankton Research**, v. 14, p. 1067–84, 1992.

HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. **Manual on Harmful Marine Microalgae**. Second ed. Paris: UNESCO, 2003.

HECKLER, G.S. **Distribuição ecológica e dinâmica populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda) no complexo Baía/Estuário de Santos e São Vicente, SP**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista, 2010. 113p.

HUQ, A.; SACK, R.B.; NIZAM, A.; LONGINI, I.M.; NAIR, G.B.; ALI, A.; MORRIS Jr, J.G.; KHAN, M.N.H.; SIDDIQUE, A.K.; YUNUS, M.; ALBERT, M.J.; SACK, D.A.A.; COLWELL, R.R. Critical factors influencing the occurrence of *Vibrio cholerae* in the environment of Bangladesh. **Applied and Environmental Microbiology**. V.71: p. 4645–4654., 2005.

HUQ, A.; SMALL, E. B.; WEST, P. A.; HUQ, M. I.; REZAUR, R.; COLWELL, R. R. Ecological relationships between *Vibrio cholerae* and planktonic crustacean copepods. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 45: p.275-283., 1983.

ICMBio, 2012 -Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/porta/ultimas-noticias/20-geral/2818-expedicao-remove-coral-invasor-em-tupinambas>. Acessado em 05 de agosto de 2016.

ISAAC-NAHUM, V. J.; VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Sciaenidae). 2. Relação gonadossomática, comprimento e peso dos ovários como indicadores do período de desova. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, v.35, n. 2, p. 123–134, 1987.

ITAGAKI, M.K. **Composição, abundância e distribuição horizontal de larvas de peixes marinhos e sua relação com os fatores hidrográficos na costa sudeste do Brasil.** Dissertação de mestrado, Instituto oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1999.

JAMBEIRO, A.F. **Biologia Quantitativa da população de Octopus vulgaris Cuvier, 1797 no ecossistema recifal de Guarapuá, Cairu – Bahia.** Monografia, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Bahia, 2002. 110p.

JUNQUEIRA, A.O.R.; TAVARES, M.D.S.; RADASHEVSKY, V.I.; CIRELLI, J.O.; JULIO, L.M.; ROMAGNOLI, F.C.; SANTOS, K.C.; FERREIRA-SILVA, M.A. Zoobentos. In: LOPES R.M. **Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Série Biodiversidade 33, 2009b. 439p.

KATSURAGAWA, M. **Estudo sobre o desenvolvimento, a distribuição e a abundância de larvas de Carangídeos da costa sudeste do Brasil.** Tese de Doutorado, São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 155p. 1990

KATSURAGAWA, M. & MATSUURA, Y. Comparison of the diel and spatial distribution patterns of ichthyoplankton and ichthyoneuston in the Southern Brazilian Byght. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, 38(2):133-146, 1990.

KATSURAGAWA, M. and Y. MATSUURA. Distribution and abundance of carangid larvae in the Southeastern Brazilian Bight, during 1975-1981. **Bolm Inst. oceanogr.**, S Paulo, 40: 55-78, 1992.

KATSURAGAWA, M. **Estudos sobre variabilidade de amostragem, distribuição e abundância de larvas de peixes na região sudeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 107p+27tabs + 30 figs., 1985

KATSURAGAWA, M., MUELBERT, J.H. e DIAS, J.F. O ictioplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski and L.S. Madureira (coord.), **O Ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil**, pp. 359-446. Editora da USP, São Paulo, 2006.

KATSURAGAWA, M., Y. MATSUURA, K. SUZUKI, J.F. and H.L. SPACH. O ictioplâncton ao largo de Ubatuba, SP: composição, distribuição e ocorrência sazonal (1985-1988). **Publ. esp. Inst. oceanogr.**, S. Paulo, 10: 85-121, 1993.

KATSURAGAWA, M.; DIAS, J.F., LOPES, C.L.; SUZUKI, K. Comunidade ictioplanctônica na Plataforma. In: Pires-Vanin, A.M. (coord.) **7º Relatório do Projeto Oceanografia da Plataforma Interna de São Sebastião-OPISS**, 48p. 1999.

KATSURAGAWA, M.; DIAS, J.F.; LOPES, C.L. Ictioplâncton. In: Pires-Vanin, A.M.S. (Org.). **Oceanografia de um Ecossistema Subtropical-Plataforma de São Sebastião.** 1 ed. São Paulo: EDUSP, v. 1, p. 273-310, 2008a.

- KATSURAGAWA, M.; MATSUURA, Y.; SUZUKI, K.; DIAS, J.F.; SPACH, H.L. O ictioplâncton ao largo de Ubatuba, SP: composição, distribuição e ocorrência sazonal (1985 – 1988). **Publ. esp. Inst. oceanogr.**, S. Paulo. 10: 85-121, 1993.
- KATSURAGAWA, M.; DIAS, JUNE FERRAZ; LOPES, RUBENS MENDES, 6. Dinâmica do Zooplâncton e do ictioplâncton no sistema costeiro e estuarino de Santos. In: PIRESVANIN, A. M. S. (Coord.). **A influência do complexo estuarino da Baixada Santista sobre o ecossistema da plataforma adjacente (ECOSAN)**. São Paulo: ECOSAN, 643 p. (Technical report, n. 4), 2008b.
- KITAHARA, E.M. & MATSUURA, Y. Growth and mortality estimate of the southwest Atlantic anchovy *Engraulis anchoita* larvae from Cape Santa Marta Grande in Southern Brazil. **Archives of Fisheries and Marine Research**, v. 42 n.3: p. 251-262, 1995.
- KORMAS, K. A. *et al.* Quantitative relationships between phytoplankton, bacteria and protists in Aegean semi-enclosed embayment (Maliakos Gulf, Greece). **Aquatic Microbial Ecology**, v. 15, p. 255–264, 1998.
- KOZLOWSKY-SUZUKI, B. *et al.* Food selectivity and grazing impact on toxic *Dinophysis* spp. by copepods feeding on natural plankton assemblages. **Harmful Algae**, v. 5, n. 1, p. 57–68, 2006.
- KUREKIN, A. A.; MILLER, P. I.; VAN DER WOERD, H. J. Satellite discrimination of *Karenia mikimotoi* and *Phaeocystis* harmful algal blooms in European coastal waters: Merged classification of ocean colour data. **Harmful Algae**, v. 31, p. 163–176, 2014.
- KURTZ, F.W. **Dinâmica larval de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 19879) (Teleostei Clupeidae) na região sudeste do Brasil e implicações no recrutamento**. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 169p., 1999
- LAMPARELLI, C. C. *et al.* Are fecal indicator bacteria appropriate measures of recreational water risks in the tropics: A cohort study of beach goers in Brazil? **Water Research**, v. 87, p. 59–68, 2015.
- LANSAC-TÔHA, F.A. Chaves de identificação e diagnose das espécies de Euphausiacea (Crustacea) encontradas ao largo da costa sul do Brasil (Lat. 22°S-29°S). **Rev. brasil. Biol.**, 51: p. 623-638, 1981.
- LEEMING, R.; NICHOLS, P. D. Concentrations of coprostanol that correspond to existing bacterial indicator guideline limits. **Water Research**, v. 30, n. 12, p. 2997–3006, 1996.
- LEHTINIEMI, M. *et al.* Fate of cyanobacterial toxins in the pelagic food web: transfer to copepods or to faecal pellets? **Marine Ecology Progress Series**, v. 241, p. 13–21, 2002.
- LIANG, T.H.; VEGA-PEREZ, L.A. Studies on Chaetognaths off Ubatuba Region, Brazil. II. Feeding habitats. **Bolm Inst. oceanogr.**, S. Paulo, 43 n. 1: p. 35-48, 1995.
- LIANG, T-H; VEJA-PEREZ, L.A. Distribution, abundance and biomass of Chaetognaths off São Sebastião region, Brazil in February 1994. **Rev. bras, oceanogr.**, v. 50, p. 1-12, 2002
- LIMA, A.R.A; COSTA, M.F.; BARLETTA, M. Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary. **Environmental Research** 132: p.146-155, 2014.
- LINDAHL, O.; LUNDVE, B.; JOHANSEN, M. Toxicity of *Dinophysis* spp. in relation to population density and environmental conditions on the Swedish west coast. **Harmful Algae**, v. 6, p. 218–231, 2007.

LIZÁRRAGA-PARTIDA, M.L.; MENDEZ-GOMES, E.; RIVAS-MONTAÑO, A.M.; VARGAS-HERNANDEZ, E.; PORTILLO-LOPEZ, A.; GONZALEZ-RAMIREZ, A.R.; HUQ, A.; COLWELL, R.R. Association of *Vibrio cholerae* with plankton in coastal areas of Mexico, **Environmental Microbiology**, 11 n. 1: p. 201–208, 2009.

LONGHURST, A. PAULY, D. **Ecologia dos Oceanos Tropicais** – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007. – (Coleção base; 5) 415p, 2007.

LOPES R.M. (ed.). **Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Série Biodiversidade 33, 2009. 439p.

LOPES R.M.; MONTÚ, M.A.; GORRI, C.; MUXAGATA, E.; MIYASHITA, L.K.; OLIVEIRA, L. P. Diagnóstico do conhecimento atual sobre o zooplâncton marinho na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Carmen L.D.B. Rossi-Wongtschowski; Lauro Madureira. (Org.). **O ambiente oceanográfico de plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: EDUSP, v. único, p. 265-358, 2006b.

LOPES, R.M.; BRANDINI, F.; GAETA, S.A. Distribution patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro (SE Brazil) in summer 1991-1992 and winter 1992. **Hydrobiologia**, 411: p. 161-174. 1999.

LOPES, R.M.; KATSURAGAWA, M, DIAS, J.F.; MONTÚ, M.A.; MUELBERT, J.H.; GORRI, C.; BRANDINI, F.P. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. **Sciencia Marina**, 70:p.189-202, 2006.

LOPES, M.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C. Diel Variation in Abundance and Size of the South American Red Shrimp *Pleoticus Muelleri* (Spence Bate, 1888) (Decapoda, Solenoceridae) in the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, vol.62, n.3, pp.225-234, 2014.

LÓPEZ, M.S.; COUTINHO, R. Acoplamento plâncton-bentos: o papel do suprimento larval na estrutura das comunidades bentônicas de costões rochosos. **Oecologia Brasiliensis**, 2 n.4: p. 575-601, 2008.

LOUREIRO, S. T. A. *et al.* Yeasts isolated from sand and sea water in beaches of Olinda, Pernambuco State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 36, p. 333–337, 2005.

MACLEAN, J. L. Indo-Pacific Red Tides, 1985–1988. **Marine Pollution Bulletin**, v. 20, p. 304–310, 1989.

MAFALDA JÚNIOR, P.; RUBÍN, J. P. Interannual variation of larval fish assemblages in the Gulf of Cádiz (SW Iberian Peninsula) in relation to summer oceanographic conditions. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, 49, n. 2: p. 287-296, 2006.

MANEIRO, I. *et al.* Zooplankton as a potential vector of diarrhetic shellfish poisoning toxins through the food web. **Marine Ecology Progress Series**, v. 201, p. 155–163, 2000.

MARAZZO, A. Record of *Pleopis schmackeri* (Pope) (Branchiopoda, Onychopoda) in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19: p. 335-336, 2002.

MARTINELLI FILHO, J.E.; LOPES R.M.; RIVERA, I.; COLWELL, R.R. *Vibrio cholerae* O1 detection in estuarine and coastal zooplankton. **Journal of Plankton Research**, v.33: p. 51-62, 2011.

- MARTINS, C. D. C. *et al.* Marcadores orgânicos de contaminação por esgotos sanitários em sedimentos superficiais da Baía de Santos, São Paulo. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1008–1014, 2008.
- MARTINS, R.S.; PEREZ, J.A.A. The ecology of loliginid squid in shallow-waters around Santa Catarina Island, southern Brazil. **Bulletin of Marine Science** v.80: p.125–146, 2007.
- MARTINS, R.S.; CAMARGO, R.; GASALLA, M.A. The São Paulo shelf (SE Brazil) as a nursery ground for *Doryteuthis plei* (Blainville, 1823) (Cephalopoda, Loliginidae) paralarvae: a Lagrangian particle-tracking Individual-Based Model approach, **Hydrobiologia**, 725: 57–68, 2014.
- MASUDA, L. S. M.; MOSER, G. A. O.; BARRERA-ALBA, J. J. Variação temporal do microfitoplâncton no canal estuarino de Santos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 1, p. 79–93, 2011.
- MATSUOKA, K.; FUKUYO, Y. Taxonomy of cysts. In: HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. (Eds.). **Manual on harmful marine microalgae**. Paris: UNESCO, 2003. p. 563–592.
- MATSUURA Y; KITAHARA, E.M. Horizontal and vertical distribution of Anchovy *Engraulis anchoita* eggs and larvae of /cape Santa Marta Grande in Southern Brazil. **Archiv. Fish. Mar. Res.** v.42 n 3 p. 239-250, 1995
- MATSUURA Y. & NAKATANI, K. Ocorrência de larvas e jovens de peixes na Ilha Anchieta (SP) com algumas anotações sobre a morfologia da castanha, *Umbrina coroides*. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, 28: p.165-183, 1979.
- MATSUURA, Y. Distribution and abundance of eggs and larvae of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, during 1969-75 and 1975-76 seasons. **Bulletin of Japanese Society of Fisheries and Oceanography**, v.34: p. 1- 12, 1979
- MATSUURA, Y. **Estudo comparativo das fases iniciais do ciclo de vida da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* e da sardinha-cascuda, *Harengula jaguana*, (Pisces: Clupeidae) e nota sobre a dinâmica da população da sardinha-verdadeira na região sudeste do Brasil.** Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1983.
- MATSUURA, Y. A probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine, *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawning seasons. **South African Journal of Marine Science**, v. 17: p.29-35, 1996.
- MATSUURA, Y. A study of the life history of Brazilian sardines, *Sardinella aurita*. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, S Paulo, 20 (1): p.1-16, 1971a.
- MATSUURA, Y.; KATSURAGAWA, M. Larvae and juveniles of Grey Triggerfish, *Balistes capricus* (Pisces:Balistidae) from Southern Brazil. **Jap. J. ichthyol.**, v.28, n.3, p.267-275, 1981.
- MATSUURA, Y. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. **Rev. brasil. oceanogr.**, 46: p.33-43, 1998a.

MATSUURA, Y. **Relatório do Subprojeto Biologia da pesca-Projeto Finep: exploração e avaliação de estoques de peixes pelágicos no Sudeste do Brasil.** Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 68p., 1998b.

MATSUURA, Y., SPACH, H.L.; KATSURAGAWA, M. Comparison of spawning patterns of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) and anchoíta (*Engraulis anchoita*) in Ubatuba region, southern Brazil during 1985 through **Boletim do Instituto Oceanográfico.**, S Paulo, 1998, 40: p.101-115, 1992.

MATSUURA, Y.; OLIVAR, M.P. Fish larvae. In: D. Boltovskoy, (ed) **South Atlantic zooplankton**, p. 1445–1496. Buckhuys Publ., Leiden, 1999.

MATSUURA, Y.; SATO. G. Distribution and abundance of scombrid larvae in southern Brazilian waters. **Bulletin of Marine Science**, 31: p.824-832, 1981.

MATSUURA, Y.O Ciclo de vida da sardinha verdadeira (Introdução à oceanografia pesqueira) **Publicação especial do Instituto Oceanográfico.**, São Paulo, 4: p.1-146, 1971b.

MELO Jr, M. **Produção secundária e aspectos reprodutivos de copépodes pelágicos ao largo de Ubatuba (SP, Brasil)**, Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 186p., 2009.

MELO, M. T. *et al.* Coliforms and Salmonella in seawater near to domestic sewage sources in Fortaleza (Ceará, Brazil). **Microbiologia**, v. 13, n. 4, p. 463–470, 1997.

MENDONÇA, J.T. **Gestão dos recursos pesqueiros do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, Brasil.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 2007, 383 pp.

MENDONÇA-HAGLER, L. C.; VIEIRA, R. H. S. F.; HAGLER, A. N. Microbial Quality of Water, Sediment, Fish and Shellfish in Some Brazilian Coastal Regions. In: FARIA, B. M.; FARJALLA, V. F.; ESTEVES, F. A. (Eds.). **Aquatic Microbial Ecology in Brazil.** Rio de Janeiro: Series Oecologia Brasiliensis, 2001. p. 197–216.

MIQUELANTE, F. A.; KOLM, H. E. Indicadores microbiológicos de poluição fecal na desembocadura da Gamboa Olho d'Água, Paraná: subsídio para o monitoramento da balneabilidade do Brasil. **Biology Health Science**, v. 17, n. 1, p. 21–35, 2011.

MIYASHITA, L.K. **Dinâmica populacional de Appendicularia e Cladorera na plataforma interna de Ubatuba (SP): um estudo sazonal e multianual.** Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 67p., 2010.

MONTEIRO, D. T. L. **Comparação da qualidade bacteriológica da água marinha e da areia seca e molhada de duas praias do litoral leste do Ceará.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2013.

MOREIRA, A.A. **Caracterização filogenética e populacional do polvo comum (*Octopus cf. vulgaris*) da costa brasileira: Análise do DNA mitocondrial e microsatélites.** Tese de Doutorado, Instituto de Ciências Biomédicas/Instituto Butantan, Universidade de São Paulo. 2008. 181p.

- MOSER, G. A. O. **Aspectos da eutrofização no sistema estuarino de Santos: distribuição espaço-temporal da biomassa e produtividade primária fitoplanctônica e transporte instantâneo de sal, clorofila-a, material em suspensão e nutrientes**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
- MOSER, G. A. O. *et al.* Algal growth potential as an indicator of eutrophication degree in coastal areas under sewage disposal influence. **Aquatic Ecosystem Health and Management Society**, v. 7, p. 115–126, 2004.
- MOSER, G. A. O. *et al.* Instantaneous transport of salt, nutrients, suspended matter and chlorophyll-a in the tropical estuarine system of Santos. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, n. 3/4, p. 115–127, 2005.
- MOSER, G.H.; SMITH, P.E. Larval fish assemblages and oceanic boundaries. **Bulletin of Marine Science**, 53(2): p. 283-289, 1993.
- MOSER, H. G. Morphological and Functional Aspects of Marine Fish Larvae. In: REABEN LASKER, Editor **Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology, and Relation to Fisheries**. Publisher Washington Sea Grant Program. 131p., 1994.
- MOSSOLIN, E.C.; PILEGGI, L.G.; MANTELATTO, F.L. **Crustacea, Decapoda, Palaemonidae, Macrobrachium Bate, 1868, São Sebastião Island, state of São Paulo, southeastern Brazil**, CheckList, 6 n.4 p. 605-613. 2010.
- MUELBERT, J. H.; SINQUE, C. Distribution of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) larvae in the southern Brazilian continental shelf. **Mar. Freshwater Res.**, 47: p. 311-314, 1996.
- NAKATANI, K. **Estudos sobre ovos e larvas de Engraulis anchoita (Hubbs and Marini, 1935) (Teleostei, Engraulidae), coletados na região entre Cabo Frio (23oS) e Cabo de Santa Marta Grande (29oS)**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1982.
- NUNES, R.D. **O zooplâncton da plataforma continental de Santa Catarina. Ênfase em Copepoda e Cladocera e suas relações com os processos físicos costeiros**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí. 2010. 71p.
- ODEBRECHT, C. *et al.* Floraciones de microalgas nocivas en Brasil: estado del arte y proyectos en curso. In: SAR, E. A.; FERRARIO, M. E.; REGUERA, B. (Eds.). **Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano**. Madrid: Instituto Español de Oceanografía, 2002. p. 217–233.
- PAES, E.T.; MORAES, L.E.S. A new hypothesis on the influence of the El Niño/La Niña upon the biological productivity, ecology and fisheries of the Southern Brazilian Bight. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2 n.2: p. 94-102, 2007.
- PASSOS, A. D. C. Epidemia de cólera no Sul do Brasil (Cholera epidemiology in Southern Brazil). **Cad. Saúde Pública**, v. 15, n. 2, p. 426–427, 1999.
- PEREIRA, HAMILTON H.; NEVES, LEONARDO M.; DA COSTA MARCUS R.; ARAUJO, FRANCISCO G. Fish assemblage structure on sandy beaches with different, anthropogenic influences and proximity of spawning grounds. **Mar. Ecol.** 1-12, 2014

- PERES-RIOS, E. **Papel do estuário no ciclo de vida das espécies dominantes da ictiofauna do Complexo Estuarino. Lagunar de Cananéia, Iguape.** Tese de Doutorado – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 128p.,2001
- PINHEIRO, MARIA DO SOCORRO S.; GOITEIN, R. Estrutura de uma população e aspectos biológicos de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces, Mugilidae), em um manguezal da Raposa, Brasil. **Rev. Ciênc. Saúde** 16, n. 2: p. 58-65, jul-dez, 2014
- POMBO, MAÍRA; DENADAI, MARCIA R. e TURRA, ALEXANDER Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in Caraguatatuba Bay, northern coast of São Paulo, Brazil **Brazilian Journal of Oceanography**, 60(3): p.271-282, 2012
- PORCARO, RENATA.; ZANI-TEIXEIRA, MARIA DE LOURDES; KATSURAGAWA, MARIO; NAMIKI, CLÁUDIA; OHKAWARA MÁRCIO HIDEKAZU; DEL FÁVERO, JANA MENEGASSI; Spatial and temporal distribution patterns of larval sciaenids in the estuarine system and adjacent continental shelf off Santos, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** v.62(2): p.149-164, 2014
- PORTO NETO, F.F. **Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandaré Reef System (Pernambuco – Brazil): Anthropogenic influences and interaction with mangroves,** Tese de Doutorado, Universidade de Bremen (Alemanha), 2003. 131p.
- PROENÇA, L. A. O. *et al.* Just a diarrhea? Evidences of diarrhetic shellfish poisoning in Santa Catarina – Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 50, n. 6, p. 458–62, 1998.
- PROENÇA, L. A. O. *et al.* Occurrence of paralytic shellfish poisoning – PSP in Southern Brazilian Waters. **Ciência e Cultura**, v. 51, p. 16–21, 1999.
- PROENÇA, L. A. O.; FERNANDES, F. L. Introdução de microalgas no ambiente marinho: impactos negativos e fatores controladores. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. (Eds.). **Água de lastro e bioinvasão.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 77–97.
- PROENÇA, L. A. O.; RÖRIG, L. Mussel production and toxic algal blooms in Santa Catarina State, Southern Brazil. **IOC/UNESCO Harmful Algal News**, v. 12/13, p. 5, 1995.
- PROENÇA, L. A. O.; TAMANAHA, M. S.; FONSECA, R. S. Screening the toxicity and toxin content of blooms of the cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* (Ehrenberg) in northeast Brasil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 15, n. 2, p. 204–215, 2009.
- PROENÇA, L. A. O.; TAMANAHA, M. S.; SOUZA, N. P. The toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* Graham in Southern Brazilian waters: occurrence, pigments and toxins. **Atlântica**, v. 23, p. 59–65, 2001.
- PURCELL, J.E. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, 85: p. 461 –476, 2005.
- RÉ, P. (1984). **Ictioplâncton da região central da costa Portuguesa e do estuário do Tejo. Ecologia da postura e da fase planctónica de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) e de *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758).** Tese, Universidade de Lisboa: 425pp.

- RÉ, P. M.A.B. **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos**. Lisboa: Editora da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 114p., 1999.
- RÉ, P.; AZEITEIRO, U. M. M. & MORGADO F.. **Ecologia do plâncton marinho e estuarino**. Editora Afrontamento, Porto, 14-39 p., 2005.
- RIBEIRO, M.R **Estudo sobre o desenvolvimento larval, abundância e distribuição de ovos e larvas de *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1789) (Teleostei: Sternoptychidae), e possíveis potencialidades ao largo da costa sudeste brasileira entre 23oS (Cabo Frio-RJ) e 29oS (Cabo de Santa Marta Grande-SC)**. Dissertação de Mestrado Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.1996.
- RICHARDSON, A.J. In hot water: zooplankton and climate change. – ICES Journal of Marine **Science**, v.65: p.279–295, 2008.
- RIVERA, I. N. G. *et al.* Free-living and plankton-associated vibrios: assessment in ballast water, harbor areas, and coastal ecosystems in Brazil. **Frontiers of Microbiology**, v. 3, p. 1–8, 2013.
- RODRIGUES, A.R. & GASALLA, M.A. Spatial and temporal patterns in size and maturation of *Loligo plei* and *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda: Loliginidae) in southeastern Brazilian waters, between 23°S and 27°S. **Scientia Marina**, V.72(4), pp 631-643, 2008.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; MADUREIRA, L.S. (coord.). **O Ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil**. Editora da USP, São Paulo, 2006. pp. 219-264.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B; SOARES, L.S; MUTO. E. Ictiofauna. In: PIRES-VANIN, A.M. (Org) **Oceanografia de um Ecossistema Subtropical. Plataforma de São Sebastião, São Paulo, São Paulo**, Editora da Universidade de São Paulo, 2008, pp.381-404.
- SABATÉS, A.; OLIVAR.M.-P. Variation of larval fish distribution associated with variability in the location of a shelf slope front. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 135: p.11-20, 1996.
- SACCARDO, SUZANA A.; KATSURAGAWA, M. Biology of the rough scad *Trachurus lathami*, on the Southeastern Coast of Brasil. **Sci. mar.**, 59 (3-4):265-277, 1995.
- SAMPAIO, A.F.P.; FERREIRA, J.M.S. Socio-economic issues in the Santos estuary. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) **Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America**. IST Press, Lisboa. p. 205-218, 2008.
- SAMPAIO, A.F.P.; MATEUS, M.; RIBEIRO, R.B. Assessing the impact of several development scenarios on the water quality in Santos Estuary. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) **Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America**. IST Press, Lisboa, pp 435-444, 2008.
- SARTORI, L.P.; LOPES, R.M. Seasonal variability of pelagic copepod assemblages on the inner shelf off Paraná, Brazil. *Nauplius*: p 79-88, 2000.
- SATÔ, S. S.; PARANAGUÁ, M. N.; ESKINAZI, E. On the mechanism of red tide of *Trichodesmium* in Recife, Northeastern Brazil, with some consideration of the relation to the human disease, "Tamadaré Fever". **Trab. do Instit. Oceanogr. da Univ. Fed. de Pernambuco**, v. 5-6, p. 7–49, 1963.

- SCHMIDT, L. E.; HANSEN, P. J. Allelopathy in the prymnesiophyte *Chrysochromulina polylepis*: effect of cell concentration, growth phase and pH. **Marine Ecology Progress Series**, v. 216, p. 67–81, 2001.
- SCHMIDT, T. C. S.; DIAS, J. F. Pattern of distribution and environmental influences on the Sciaenidae community of the Southeastern Brazilian Coast. **Braz. J. Oceanogr.**, 60, n. 2: p. 235-245, 2012.
- SELLNER, K. G.; DOUCETTE, G. J.; KIRKPATRICK, G. J. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v. 30, n. 7, p. 383–406, 2003.
- SETÄLÄ, O.; FLEMING-LEHTINIEN, V.; LEHTINIEN, M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. **Environmental Pollution** 2 (185): p.77–83, 2014
- SHANKS, A. L., GRANTHAM, B. A.; CARR, M. H. Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. **Ecological Applications**, 13: p. 159–169, 2003.
- SIEBURTH, J. McN.; SMETACECK, V. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. **Limnol. Oceanogr.**, 23(6): p. 1256-1263, 1978.
- SILVA, M.H. **Gerreidae da Laguna de Itaipu, Niterói, RJ. Atividade alimentar, dieta e consumo diário.** Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 152p., 2001
- SILVEIRA, I.C.A.; SCHMIDT, A.C.K.; CAMPOS, E.J.D.; GODOI S.S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. **Rev. bras. oceanogr.**, v.48: p.171-183, 2000.
- SMITH-VANIZ, W.F. Carangidae relationships. In: Moser, H.G., RICHARD, W.J.; COHEN, D.M. FAHAY, M.P.; KENDALL JR, A.W. &RICHARDSON, S.L. (orgs). **Ontogeny and Systematics of Fishes.** American Society of Ichthyology and Herpetology, Special Public. No.1, pp522-530, 1984.
- SOARES, D. N. E. D. S. **Bases microbiológicas e químicas da qualidade ambiental da água e areia da orla de Manguinhos – Serra, Espírito Santo, Brasil.** Vila Velha: Centro Universitário Vila Velha, 2009.
- SOARES, LUCY S.H.; MUTO, ELISABETI; GAPARRO, MARCIA R.; ROSSI-WONGTSCOWSKI, CARMEN L. D.B. Organização trófica de peixes. In: PIRES-VANIN, A.M. (Org) **Oceanografia de um Ecossistema Subtropical. Plataforma de São Sebastião, São Paulo**, pp.405-428, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- SOLE, J.; GARCÍA-LADONA, E.; RUARDIJ, P.; ESTRADA, M. Modelling allelopathy among marine algae. **Ecological Modelling**, v. 183, p. 373–384, 2005.
- SOMARAKIS, S.; DRAKOPOULOS, P. AND FILIPPOU, V., Distribution and abundance of larval fish in the northern Aegean Sea – eastern Mediterranean – in relation to early summer oceanographic conditions. **Journal of Plankton Research**, 24: (4): p. 339-357, 2002.
- SOURNIA, A.; CHRETIENNOT-DINET, M. J.; RICARD, M. Marine phytoplankton: how many species in the world? **Journal of Plankton Research**, v. 13, n. 5, p. 1093–1099, 1991.
- SOUZA, A.; NOVAES, A. L. T.; DOS SANTOS, A. A.; RUPP, G. S.; SILVA, F. M. Controle higiênico sanitário de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina. **Panorama Aquicultura**, v. 116, p. 55–59, 2009.

SOUZA, K.M.C., **Qualidade microbiológica de água de lastro de navios, água e bivalves de região portuária brasileira, com ênfase na detecção, pesquisa de fatores associados à virulência e epidemiologia molecular de *Vibrio cholerae* O1**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Departamento de Microbiologia Ambiental. 2007. 223 pp.

SPACH, H. L.; GODEFROID, R. S.; SCHWARZ Jr., C. S.R.; QUEIROZ, G. M. L. Temporal variation in fish assemblage composition on a tidal flat. **Braz. J. Oceanogr.**, 52, n. 1, p. 47-58, 2004.

SPACH, H.L. **Estudo comparativo da distribuição espaço-temporal e de padrões de agregação de ovos e larvas de *Harengula jaguana*, *Sardinella brasiliensis* (Clupeidae, Osteichthyes) e *Engraulis anchoíta* (Engraulidae: Osteichthyes) na costa sudeste do Brasil**. Ph.D. thesis, Universidade de São Paulo, 1990.

STEMPNIEWICZ, L.; BŁACHOWIAK-SAMOŁYKB, K.; WEŚLAWSKIB, J.M. Impact of climate change on zooplankton communities, seabird populations and arctic terrestrial ecosystem—A scenario. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 54 (23–26): p. 2934–2945, 2007.

STEWART, J. R. *et al.* The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. **Environmental Health**, v. 7, n. (Suppl 2), p. S3, 2008.

TANAKA, S., Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. **FAO Fishery Technical Papers v.122**: p. 33-51, 1973.

TEEGARDEN, G. J. *et al.* Phycotoxin accumulation in zooplankton feeding on *Alexandrium fundyense* – vector or sink? **Journal of Plankton Research**, v. 25, p. 429–443, 2003.

TESTER, P. A.; TURNER, J. T.; SHEA, D. Vectorial transport of toxins from the dinoflagellate *Gymnodinium breve* through copepods to fish. **Journal of Plankton Research**, v. 22, n. 1, p. 47–61, 2000.

TONON, L. A. C. *et al.* Diversity and ecological structure of vibrios in benthic and pelagic habitats along a latitudinal gradient in the Southwest Atlantic Ocean. **PeerJ**, v. 3, p. e741, 2015.

TOURON, A. *et al.* Assessment of faecal contamination and the relationship between pathogens and faecal bacterial indicators in an estuarine environment (Seine, France). **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, n. 9, p. 1441–1450, 2007.

TRUJILLO, A. P.; THURMAN, H. V. **Essentials of Oceanography**. 10th. ed. [s.l.] Pearson, 2011.

TURNER, J.W.; GOOD, B.; COLE, D.; LIPP, E.K. Plankton composition and environmental factors contribute to *Vibrio* seasonality. **ISME Journal**, v.3: p. 1082–1092, 2009.

VALIELA, I. Spatial structure: Patchiness. In: **Marine Ecological Processes**. 2 Ed. New York: Springer-Verlag, 1995. p. 325-347.

VAN RIJSSEL, M. *et al.* Haemolytic activity of live *Phaeocystis pouchetii* during mesocosm blooms. **Biogeochemistry**, v. 83, n. 1-3, p. 189–200, 2007.

VAZ, A.C., C.E. PARADA, E.D. PALMA, J.H. MUELBERT e E.L.D. CAMPOS. Modeling transport and retention of *Engraulis anchoíta* Hubbs e Marini, 1935 (Clupeiformes, Engraulidae) early life stages along

the Central Southwestern Atlantic Continental Shelf. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2(2): p.179-190, 2007.

VEZZULLI, L. *et al.* Long-term effects of ocean warming on the prokaryotic community: evidence from the vibrios. **The ISME Journal: Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology**, v. 6, n. 1, p. 21–30, 2012.

VILLAC, M. C.; CABRAL-NORONHA, V. A. P.; PINTO, T. O. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 151–173, 2008.

VILLAC, M.C.; LOPES, R.M.; RIVERA, I.N.; BASSANELLO, R.T.; CUNHA, D.R.; MARTINELLI-FILHO, J.E.; SANTOS, D.B. Plâncton. Em: LOPES R.M. **Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Série Biodiversidade 33, 2009. 439p.

WHEELER-ALM, E.; BURKE, J.; SPAIN, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. **Water Research**, v. 37, n. 16, p. 3978–3982, 2003.

WHITEHEAD, P.J.P.; NELSON, G.J.; WONGRATANA, T. FAO species catalogue. Vol 7 Clupeoid fishes of the World (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and Word-herrings. Part 2 Engraulidae. **FAO Fisheries Synopsis**, 7 (125): parte 2: p.1-99, 1988.

YONEDA, N.T **Criação em laboratório de larvas de sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* e estudo dos incrementos diários nos otólitos**. Dissertação de Mestrado, Instituto oceanográfico da Universidade de São Paulo, 92p, 1987.

ZAVALA-CAMIN, L. A.; YAMANAKA, N. Notas sobre um caso de mortandade de peixes, ocorrida em Itanhaém, São Paulo, Brasil. **Bolm Inst. Oceanogr.**, v. 29, n. 2, p. 337, 1980.