# 3.2.1.5 PLÂNCTON

# 3.2.1.5.1 **Visão geral**

O plâncton é constituído por organismos 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); 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 na 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, sendo que em águas oligotróficas, a biomassa bacteriana pode se igualar ou superar a biomassa do fitoplâncton (CHO et. al., 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 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 recreacionais e ou consumo de organismos, os quais podem estar contaminados, estas representam importantes microrganismos bioindicadores (TOURON et. al., 2007). Neste caso, o monitoramento é feito através da 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 de 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 forçante 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 a 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 item referente ao plâncton, entretanto, as cianobactérias serão tratadas juntamente com o subitem 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, cocolitoforídeos 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.

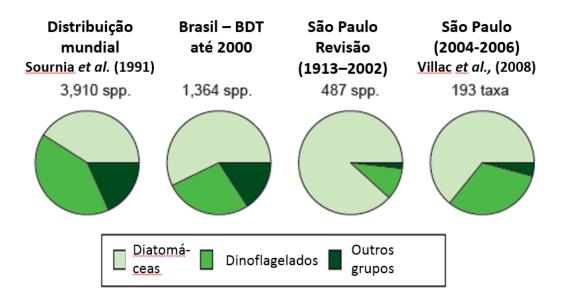
De acordo com Sournia *et. al.*, (1991), o fitoplâncton marinho é composto por 17 classes e foi estimada a existência de 498±15 gêneros e 3.910±465 espécies.

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 de análises 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, e a comparação em escala mundial, nacional e estadual mostram 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 no litoral de São Paulo, um quadro com frequência de ocorrência (**Quadro 3.2.1.5.1-1**) mostra que 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), foi destacada 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), e sua identificação costuma ser dificultada pela 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
Actinoptychus senarius	Asterionellopsis glacialis *
Bacteriastrum delicatulum	Guinardia striata
Cerataulina pelagica*	Leptocylindrus danicus
Chaetoceros curvisetus *	Paralia sulcata

Chaetoceros laevis *	Thalassionema nitzschioides
Chaetoceros lorenzianus *	
Corethron pennatum	
Coscinodiscus oculus-iridis	
Cyclotella stylorum	
Cylindrotheca closterium *	
Dactyliosolen fragilissimus	
Ditylum brightwellii	
Guinardia delicatula *	
Guinardia flaccida *	
Gyrosigma balticum	
Hemiaulus sinensis	
Odontella mobiliensis	
Phaeodactylum tricornutum	
Proboscia alata	
Pseudo-nitzschia "seriata"	
Rhizosolenia imbricata	
Rhizosolenia setigera	
Skeletonema costatum *	
Stephanopyxis turris	
* espécies formadora	s 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 serem bioacumulados ao longo da cadeia trófica podendo causar problemas de saúde pública (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)

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<sup>2</sup> células L-1 (GRANÉLI; TURNER, 2006; SELLNER *et. al.*, 2003).

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

Alteração das relações	- competição com espécies preferidas pelos herbívoros afeta a palatabilidade, faixa dimensional inadequada
tróficas e desnutrição	- 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
	- sombreamento
Físicos (indiretos)	- 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
Anoxia	- alta DBO devido à atividade bacteriana na decomposição da matéria orgânica
Toxicidade por NH4	- produção de excesso de amônia, tóxico para peixes e invertebrados
Ficotoxinas	<ul> <li>produção de metabólitos secundários que exercem efeitos negativos (até fatais) em organismos marinhos e/ou no Homem (citotóxico, hemotóxico, neurotóxico), aparentemente de maneira indiscriminada</li> </ul>
Alelopatia	<ul> <li>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</li> </ul>

Fonte: CETESB (2007).

### ■ Zooplâncton

A fração heterotrófica do plâncton superior a 2,0 µm constitui o zooplâncton que pode ser subdividido em diferentes categorias em função do tamanho (SIEBURTH & SMETACECK, 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 µm) é composta por protozoários heterótrofos unicelulares como ciliados (ex. os tintinídeos *Tintinnposis* spp., *Favella ehrenbergi, Leprotintinnus 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 µm, dentre os organismos holoplantônicos 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 (exemplo. *Euphausia recurva, E. tenera, E. americana, Thysanopoda tricuspidata*), misidáceos (exemplo *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 atlântica e Olindas sambaquiensis), ctenóforos (ex. Mnemiopsis leidyi), quetognatos (Sagitta friderici, S. híspida, S. enflata e S. tenuis), apendiculárias (ex. Oikopleura longicauda, O. fusiformis e Firitillaria pellucida), salpas (ex. Salpa fusiformis) e doliolídeos (ex. Doliolum nationalis) (BRANDINI et. al., 1997). Uma listagem detalhada das espécies pode ser encontrada em Rossi-Wongtschwoski & 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 meroplanctônicas 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 manejos e conservação de ambientes costeiros (FAIRWEATHER, 1991 apud. LÓPEZ & COUTINHO, 2008). O ictioplâncton, por sua especificidade, será tratado no item 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 apresenta tanto os grupos que respondem rapidamente às variações ambientais de curta e média 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 aspetos 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 *apud.* LIU *et. al.,* 2003). Neste ponto, o ictioplâncton, como predadores, tem um papel fundamental na estruturação e comportamento da comunidade zooplanctônica, 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 aspetos: 1) pelas relações tróficas, tanto como parte da dieta das larvas, juvenis e adultas de espécies de interesse econômico quanto como possível predador das larvas de espécies de interesse econômico; 2) pela presenca das próprias larvas dessas espécies formando parte do plâncton.

O zooplâncton, pela sua abundância, distribuição e composição, influência 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 meroplanctônicas, 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 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, mortandade 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 víbrio (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 seja complexa e deva ser melhor avaliada.

Na região estuarina da Baixada Santista e a região costeira, Souza (2007 apud. MARTINELLI-FILHO et. al., 2011) 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 favorecem 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<sup>5</sup> células bacterianas (MARTINELLI-FILHO et. al., 2011). 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-se 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, estudos sobre as 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 já que são os principais conectores entre a produção primária fitoplanctônica e os níveis tróficos superiores (RICHARDSON, 2008). Carcaças e pelotas fecais do zooplâncton também contribuem para a exportação de material detrítico rico em matéria orgânica, sendo colonizados 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 ciclos de vida curtos que se acoplam 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 meroplanctônicos tem sido associada a mudanças nas condições ambientais (FREIRE et. al., 2006). Um dos efeitos 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 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, afeta 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 e cujo surgimento em grande quantidade em regiões costeiras tem tanto consequências econômicas (ex. redução do turismo, danos nas redes de pesca, mortandade 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 estágios 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 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 Km²), 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 é responsável pela cólera, que, apesar de ser uma doença controlada no Brasil, demanda muito cuidado pelo fato desta se propagar rapidamente pela água, e a contaminação ocorrer 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 APAMLC 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, transforma

o carbono orgânico na zona eufótica em um processo conhecido como produtividade primária (LONGHURST; PAULY, 2007). A clorofila-a, presente no fitoplâncton, é um dos principais pigmentos fotossintetizantes encontrados na maioria das células vegetais. Junto a 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, Gaeta & Brandini (2006) mostram que na região do litoral norte (profundidade < 50m) a biomassa superficial varia de 1 a 2 mg m<sup>-3</sup>, e as concentrações integradas com a zona eufótica (mg m<sup>-2</sup>) variam de 10,0 a 53,3 no verão e 3,0 a 31,0 no inverno, enquanto na região compreendida pela APAMLC, onde a influência antrópica é mais acentuada e há maior influência dos emissários submarinos de esgotos domésticos sobre a eutrofização da água costeira, a biomassa integrada (mg m<sup>-2</sup>) apresenta os seguintes valores:

Guarujá: 5,9 a 37,2 (inverno) e 9,4 a 162,0 (verão);

Santos: 14,7 a 51,1 (inverno) e 1,3 a 62,5 (verão);

Praia Grande: 3,8 a 52,7 (inverno) e 3,0 a 34,8 (verão).

Na região do entorno da Laje de Santos foram registrados valores médios inferiores a 1 mg m<sup>-3</sup> durante os períodos de outubro/2013, janeiro/2014, julho/2014 e janeiro/2015 (PETROBRAS, 2016). Considerando áreas mais específicas como as AMEs (Áreas de Manejo Especial) da APAMLC, foram registrados para a Ilha da Moela e Laje da Conceição valores médios inferiores a 1,1 µg L<sup>-1</sup> para a Campanha de Fevereiro de 2014 (PETROBRAS, 2015a, 2015b).

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). ANCONA (2007) mostrou que os resultados de concentrações de nutrientes e biomassa fitoplanctônica, em termos de clorofila-a (0.85 a 28.08 mg m-3). indicam que a região da baía de Santos ainda mantém características altamente eutrofizadas, semelhantes às descritas para a região há mais de 30 anos, apesar de todos os esforços para reduzir a introdução de agentes eutrofizantes nos canais de Santos e São Vicente e na Baía de Santos. De forma geral, as regiões estuarinas são fortemente relacionadas com a maré e a sazonalidade. Nos estuários tropicais como o de Santos, a sazonalidade está dividida entre os períodos de maior pluviosidade e seca. Os índices de eutrofização mais elevados costumam ser registrados nos períodos de maior pluviosidade, junto com as maiores biomassas fitoplanctônicas e maiores concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos (ANCONA, 2007; MOSER, 2002; MOSER et. al., 2005), sendo os canais de Santos e São Vicente a principal fonte de eutrofização na Baía de Santos (valor máximo de clorofila-a 97,4 mg m<sup>-3</sup>) (MOSER, 2002; MOSER et. al., 2005), devido às diversas fontes de poluição no entorno dos rios que drenam a região, tais como indústrias químicas, petroquímicas e de fertilizantes, terminais de granéis líquidos, lixões e esgotos (CETESB, 2001; 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

MORTANDADE DA

FAUNA AQUÁTICA SAÚDE PÚBLICA

ECONOMIA

PESQUEIRA

TURISMO

entrada de nutrientes no sistema, a resposta do fitoplâncton e os potenciais impactos das FANs são descritas na **Figura 3.2.1.5.2-1**.

RESPOSTA DAS MICROALGAS IMPACTOS POTENCIAIS APORTE DE NUTRIENTES MANCHA NA SUPERFÍCIE PENETRAÇÃO DE LUZ AUMENTO NA AUMENTO DE ANOXIA DISPONIBILIDADE BIOMASSA TOTAL HUMANO DECLÍNIO DO BENTOS IUDANÇAS NO APORTE DE ALTERAÇÕES NA TEIA NUTRIENTES ALIMENTAR

AUTERAÇÃO NA

COMPOSICÃO

ALTERAÇÕES NA

COMPOSICÃO

FORMAÇÃO, MANUTENÇÃO

E DISPERSÃO DO FENÊMENO

ASSOCIADAS À CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

FAVORÁVEIS

Figura 3.2.1.5.2-1 – 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).

NATURAL

A frequência de florações fitoplanctônicas (FANs) vem aumentando mundialmente desde a década de 70. Apesar do aumento do aporte de nutrientes de origem antrópica ser apontado como uma das principais causas para o aumento da ocorrência de FANs, o aumento das florações 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 fase se preocupa em registrar eventos de florações algais desde o princípio do século XX até hoje. A segunda fase 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, Gianesella-Galvão (1978) observou a dominância da diatomácea *Skeletonema costatum* na Baía de Santos (SP). Apesar desta espécie não produzir toxina, esta é descrita como uma espécie 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 consequentemente 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; DOMINGOS; MOSER, *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 da APAMLC (**Quadro 3.2.1.5.2-1** e **Mapa de Florações Algais Nocivas na APAMLC**) com florações de *Trichodesmium erythraeum* e *Prorocentrum minimum* em Santos (CARVALHO et. al., 2008; MASUDA et. al., 2011) e *Anaulus* sp. em Praia Grande e Bertioga. Apesar dos poucos registros de florações algas nocivas, os dados para a comunidade fitoplanctônica na região costeira de São Paulo são alarmantes. Segundo a CETESB (2006, 2007), foi registrada, entre agosto de 2004 a julho de 2006, a presença de 15 espécies de microalgas nocivas, sendo quatro delas potencialmente tóxicas (**Quadro 3.2.1.5.2-2**), dando-se destaque para a espécie *Coscinodiscus wailesii* descrita como invasora (LOPES, 2009).

Quadro 3.2.1.5.2-1 – 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 apud Odebrecht 2002
Itanhaém	Abril de 1978	mancha marrom na praia	Asterionellopsis glacialis	Mortandade de peixes	Zavala-Camin & Yamanaka (1980)
Litoral de SP	1983	manchas marrom	Gymnodinium breve	Mortandade de peixes Resultados negativos em testes de toxicidade	Anónimo, 1983 apud Odebrecht (2002)
Ubatuba	1990	Aproximadamente	Trichodesmium		Gianesella-Galvão

				MEIO DIOLICO - AI	AIVI LILUIAI CEITLIU
		30 Km de largura extensão da mancha, por 17 dias	erythraeum		et al. (1995)
Santos	Março de 2006	manchas marrom (estimativa de 1100 m2)	Trichodesmium erythraeum		Carvalho et al. (2008)
Santos	Abril de 2006	·	Prorocentrum minimum		Masuda et al. (2011)
Itanhaém até São Sebastião	Fevereiro de 2000		Trichodesmium erythraeum	Potencialmente tóxica	Comunicação pessoal (CETESB,
Praia Grande	Novembro de 2000		Anaulus sp.		Setor de
Litoral norte	Fevereiro de 2001		Hemiaulus sp.	Não produz toxinas, nem registros de efeitos nocivos no ambiente.	Comunidades Aquáticas - ELHC)
Praia Grande	Junho de 2013		Anaulus sp.		
Bertioga	Junho de 2013		Anaulus sp.		
Ilha Bela	Janeiro de 2014		Myrionecta rubra (= Mesodinium rubrum)	Não produz toxinas, nem registros de efeitos nocivos no ambiente. Prejuízos para o turismo	
Praia Grande	Janeiro de 2014		Anaulus sp.		
Praia Grande e Bertioga	Junho de 2014		Anaulus sp.		

Quadro 3.2.1.5.2-2 – Espécies potencialmente nocivas registradas no período entre agosto de 2004 a julho de 2006 no litoral de São Paulo.

DIATOMÁCEAS	DINOFLAGELADOS			
Asterionellopsis glacialis	Ceratium fusus			
Anaulus australis	Prorocentrum micans			
Cerataulina pelagica	Peridinium quinquecorne			
Coscinodiscus wailesii**	Dinophysis caudata*			
Cylindrotheca closterium	Dinophysis tripos*			
Guinardia delicatula	Gymnodinium catenatum*			
Leptocylindrus minimus				
Pseudo-nitzschia spp. *				
SILICOFLAGELADO				
Dictyocha fibula	Dictyocha fibula			
* potencialmente produtoras de ficotoxinas				
** espécie invasora (LOPES 2009)				
onte: CETESR (2006, 2007)				

Fonte: CETESB (2006, 2007).

Com relação à composição da comunidade fitoplanctônica na região da APAMLC, um levantamento de dados secundários, através de critérios específicos de ocorrência (constante = registrados em mais de

70% do total de amostras) e densidade (abundante = densidade ≥ densidade média da amostra), identificou as espécies categorizadas como importantes (constantes e abundantes) na região, considerando áreas mais específicas como as AMEs (Áreas de Manejo Especial).

Na Ilha da Moela, as diatomáceas *Dactyliosolen fragilissimus* e *Cylindrotheca closterium* são mais abundantes e frequentes (PETROBRAS, 2015a). Já na Laje da Conceição são constantes e abundantes as diatomáceas *Hemiaulus sinensis*, *Chaetoceros* spp., *Thalassionema nitzschioides*, *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* complexo "*delicatissima*", *Pseudo-nitzschia* complexo "*seriata*" e *Hemiaulus sinensis* (PETROBRAS, 2015b). Apesar de não ser uma AME, a Laje de Santos é uma área de proteção ambiental e estudos nessa região, assim como nas AMEs são bastante escassos. Para essa região foi registrada a dominância de *Coscinodiscus* spp., *Chaetoceros* cf *didymus* e *Trichodesmium* spp. (PETROBRAS, 2016). Vale ressaltar que as espécies *Cylindtotheca closterium*, *Chaetoceros* spp. e *Pseudo-nitzschia* complexo "*delicatissima*" e *Trichodesmium* são formadoras de florações nocivas (FANs).

# ■ 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 Plataforma Continental Sudeste Brasileira (PCSB), que é um ecossistema marinho semi-fechado localizado entre Cabo Frio e Cabo de Santa Marta Grande, 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 descrição das principais massas de água na região, importantes fatores controladores do plâncton, estão descritos no **item Meio Físico** do presente documento.

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 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 (Figura 3.2.1.5.2-2), 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 (Água Central do Atlântico Sul), que logo que as águas da superfície vão se aquecendo os organismos 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 sambaguiensis (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 (RESGALLA; & 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 (Água Costeira). 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 doliolídeos 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 (Água Tropical), 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 guentes sob influência da Corrente do Brasil são freguentemente 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).





Fonte: http://cifonauta.cebimar.usp.br/photo/5098/.

Em relação a biomassa do zooplâncton, essa geralmente 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). A biomassa zooplanctônica 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 zooplanctônica na região média e externa da plataforma (LOPES et. al., 2006). Aumento da biomassa de crustáceos planctônicos e táxons gelatinosos, como as salpas, na PCSE seria resultado da persistência de águas com temperaturas entre 12 e 18°C, indicativo da ACAS (LOPES et. al., 2006 e referências). A título de comparação, na região norte do litoral de São Paulo, quando há intrusão de ACAS, a biomassa zooplanctônica pode superar 200 mg m-3, enquanto que em condições mais oligotróficas (verão) seria inferior a 50 mg m-3 (LOPES et. al., 2006).

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 têm mostrado 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-PEREZ, 1995). Outros competidores indiretos com as larvas de peixe estariam representados pelas salpas, que formam frequentemente grandes aglomerações na região costeira e às 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 os organismos bentônicos 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 na região costeira central do estado de São Paulo é influenciada tanto pela entrada de águas salobras dos sistemas estuarinos de Santos e São Vicente, como pelo complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape e pela intrusão sazonal da ACAS, quando são encontradas as maiores densidades de organismos e biomassa, enquanto que menores valores são registrados em condições de subsidência ou nas regiões mais distantes da influência dos sistemas costeiros (LOPES et. al., 2006). Carvalho et. al., (2014) também apontam a presença de águas do estuário de Santos São Vicente ao largo de Santos. Espacialmente, vórtices e frentes têm sido apontados como responsáveis na retenção e concentração de zooplâncton (LIMA; CASTELLO, 1995 apud. LOPES et. al., 2006). Não obstante, são necessários 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 interesses econômicos.

# • 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). 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 torna-se importante para o desenvolvimento e implantação de 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 desovaram 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 dessa espécie no litoral do Estado de São Paulo ocorre em águas oceânicas entre junho e fevereiro, com

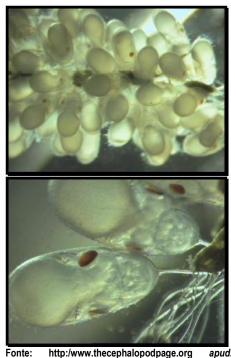
entrada de pós-larvas em novembro (GONÇALVES et. al., 2009). Pouco é conhecido sobre a dinâmica planctônicas na região oceânica/costeira entre a desova e o retorno das pós-larvas.

No Brasil existem três gêneros de lagostas, sendo que duas espécies de lagosta sapateira são encontradas no sudeste: *Scyllarides deceptor* e *S. brasiliensis* (DUARTE *et. al.*, 2015). A pesca desta tem grande importância econômica em todo o litoral sudeste do Brasil (DUARTE *et. al.*, 2015). Durante o ciclo de vida destas espécies as larvas são liberadas em setembro e apresentam um período de maturação de 8 meses (BOOTH *et. al.*, 2005), permitindo que as larvas se desenvolvam durante o período de maior produtividade primária (ROSSI-WONGTSCHOWSKI; MADUREIRA, 2006), não obstante ainda não existem estudos sobre os processos de dispersão e retenção dessas larvas que auxiliem no manejo dessas espécies, assim como não existe no Brasil uma regulação sobre a exploração destas espécies (DUARTE *et. al.*, 2015).

O camarão-santana (*Pleoticus muelleri*) ocorre no Atlântico Sudoeste, desde o 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). Está espécie 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 3.2.1.5.2-3**).

Figura 3.2.1.5.2-3 - Ovos do polvo Octopus vulgaris.



http:/www.thecephalopodpage.org 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 dessas 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 as 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, assim 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, 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 os 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, 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 têm 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 larvas de *Doryteuthis 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 úmido 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 consideradas como invasoras ou exóticas no Brasil têm sido registradas na região costeira do estado de São Paulo. 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.

## <u>Holoplâncton</u>

O cladócero *Pleopis schmackeri*, descrito originalmente no Oceano pacífico, o qual pode ter sido introduzido por água de lastro, tem sido registrado 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 espécie 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). *Pleopis schmackeri* pode afetar à estrutura da comunidade planctônica local, assim tem que ser monitorada sua presença e dispersão a 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 em 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 3.2.1.5.2-4**), é uma espécie exótica estabelecida que também pode ter sido introduzida através da água de lastro de navios na década de 1908, podendo 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). É uma espécie costeira que ocorre também em estuários, regiões externas da plataforma continental e áreas oceânicas, associada a águas quentes, seu principal efeito no ambiente é deslocar a espécie nativa *Temora stylifera* (VILLAC *et. al.*, 2009).

Figura 3.2.1.5.2-4 – Copépode *Temora turbinata*.

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

O copépode *Apocyclops borneoensis*, originário do Oceano Pacífico, foi 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 ainda são desconhecidos, embora possa competir com outros copépodes (VILLAC *et. al.,* 2009).

O copépode *Phyllopodopsyllus setouchiensis*, (**Figura 3.2.1.5.2-5**), originário do Oceano Pacífico, foi detectado em São Sebastião entre 2002 e 2003 (ROCHA *et. al.*, 2004 *apud.* VILLAC *et. al.*, 2009). Ocorre em ecossistemas costeiros estuarinos e está associada aos organismos bentônicos (VILLAC *et. al.*, 2009). Embora se desconheça seu efeito econômico e ecológico, esta espécie de distribuição costeira e estuarina apresenta dispersão por água de lastro, transporte marítimo e correntes marinhas, assim tem que ser monitorado em outras regiões do litoral do estado.



 $\label{linear conditions} \textbf{Figura 3.2.1.5.2-5} - \textbf{.} \ \textbf{Copépode} \ \textit{Phyllopodopsyllus setouchiensis}.$ 



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

O copépode *Paracyclopina 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.

O copépode *Pseudodiaptomus trihamatus* (**Figura 3.2.1.5.2-6**) 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 3.2.1.5.2-6 – Copépode Pseudodiaptomus trihamatus.



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

As espécies de copépode *Leptocaris gurneyi* e *L. trisetosus* têm sido detectadas em 2001 em 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 marinhas de camarão, a única cultivada no Brasil é *Litopenaeus vannamei*, espécie exótica introduzida intencionalmente (FERREIRA *et. al.*, 2008, 2004). 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), assim 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, anfípodas, mexilhões, esponjas, corais, anêmonas, poliquetas, etc). Neste sentido, o estudo dos fatores de suprimento larval de espécies de invertebrados bentônicos têm 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 famoso coral-sol (*Tubastraea tagusensis*) tem causado bastante preocupação nos últimos anos por ter colonizado rapidamente o litoral brasileiro e 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 levaram 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 (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 locais de comunidades assentadas ou quando da introdução de estruturas que possam estar já colonizadas.

Espécies de esponjas invasoras como *Paraleucilla magna* têm 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, esta* pode estar associada a aquacultura. Desenvolvem-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, assim 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 devido, entre outros fatores, à elevada duração (~44 dias) da sua fase larval planctônica (FERREIRA *et. al.,* 2009). No Brasil não é explorado comercialmente como no sudeste asiático e suas consequências ecológicas tem que ser melhor 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).

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 perlatus*, 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, assim 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 sua presença 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, como as disponibilidades alimentares e predação, que 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, agem 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, 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. Tal 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 zooplanctônicos 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 iniciarse 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, tintinídeos, ciliados, ovos de copépodes, larvas de moluscos). Os organismos fitoplanctônicos encontrados com frequência nos tubos digestivos dos primeiros estados larvais dos Clupeoidei são quase sempre ingeridos acidentalmente, sendo pouco comuns em estados subseguentes (RÉ, 1984).

Um estudo dos padrões de distribuição de ovos e larvas de peixes contribui para compreender as interrelações 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 ícticas 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 APAMLC. Podem ser relevantes também para a avaliação dos diferentes impactos que incidem sobre os 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. Esta região recebe menos influência das águas frias costeiras provenientes do estuário da Prata em comparação com a região Sul do país (Figura 3.2.1.5.2-7) (LOPES et. al., 2006). Como detalhado no item Meio Físico do presente documento, incorporando toda a área da APAMLC, 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 ao longo da PCSE. Variações na topografia, padrões de vento e regime hidrográfico fornecem oportunidades para movimentos ascendentes da ACAS 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 do Atlântico Sul Central, aumentando a biomassa fito e zooplanctônica 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, mas 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 APAMLC, caso seja necessária alguma ação preventiva para a proteção dos recursos bióticos, essas considerações são importantes para tomada de ações mais efetivas.

Recentemente, além dos trabalhos realizados 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* (sardinhacascuda), *Synodus foetens* (peixe-lagarto-costeiro), *Chloroscombrus chrysurus* (palombeta), *Oligoplites* spp. (guaivira), *Sphyraena 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* (anchoita), *Bregmaceros cantori*, *Trichiurus lepturus* (peixe-espada), *Auxis* sp., (bonitos), *Bothus ocellatus* (solha), e aquelas das famílias Ophidiidae (congros), 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* (sardinhaverdadeira) 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 na região sudeste, e verificaram que a composição taxonômica e a abundância ou frequência relativa dos grupos apresentam grandes variações relacionadas a muitos fatores. Os autores consideram três casos distintos: o primeiro refere-se a amostra de uma região costeira, restrita até a profundidade máxima de 70 m; o segundo refere-se uma região mais ampla da plataforma, até a isóbata de 100 m; e o terceiro refere-se a uma região que inclui a plataforma após a isóbata de 100 m até a região do talude continental, de aproximadamente 2500 m, 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 m, 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 freguentes 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 & MATSUURA, 1992) e alguns escombrídeos (sororocas, atuns, bonitos, etc; MATSUURA & 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).

Freitas & Muelbert (2004), que descreveram a região ao largo da Baía de Santos, como uma das regiões de maior abundância do ictioplâncton na costa sudeste. Nessa região, a plataforma da costa do estado apresenta sua largura máxima, cerca de 230 km (CASTRO FILHO & MIRANDA, 1998), a salinidade apresenta valores baixos próximo à costa, entre 33-34, e valores entre 35 e 36 em direção ao oceano. Este gradiente foi imputado por Castro *et. al.*, (1987 *apud.* Bakun & Parish, 1991) ao *runoff* costeiro da região estuarina de Santos-São Vicente, mas Carvalho *et. al.*, (2014) também identificaram a presença da pluma de águas menos salinas provenientes da região sul na zona próxima à costa.

Existem poucos estudos sobre o ictioplâncton nas regiões mais costeiras. Katsuragawa et. al., (2006) apontam para a tendência da concentração de larvas de peixes coincidindo com aumento de nutrientes e de concentração de plâncton. Dias et. al., (2015) sugerem que larvas de sardinha podem apresentar maior capacidade de sobrevivência em função de melhores condições nutricionais na região sudeste. Destacamse ainda os estudos de Pombo et. al., (2012), Del Fávero Dias (2015) e Pereira et. al., (2014), todos apontando para a importância de áreas de praias para o recrutamento de fases juvenis e para a sensibilidade das larvas às alterações antrópicas.

Com relação às regiões estuarinas, Peres-Rios (2001) apontam que são ambientes favoráveis para a alimentação e crescimento nas fases iniciais do ciclo de vida de peixes, e que os mesmos estão sujeitos a alterações físico-químicas de origem natural e antrópica. Apontam ainda para a importância do estuário para as espécies dominantes de peixes no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape.

Já a importância dos manguezais para o ciclo de vida dos peixes é detalhada por Chaves & Bouchereau (2000), que identificaram quatro tipos de ocupação no mangue, de acordo com o padrão reprodutivo de dezoito espécies na baía de Guaratuba, Paraná: Tipo I, desovantes; Tipo II, desovantes ocasionais; Tipo III, maduros no sistema e; Tipo IV, não amadurece no sistema.

Especificamente na região da APAMLC, Zanin & Katsuragawa (2008) realizaram levantamento do ictioplâncton em quatro cruzeiros realizados na região dos canais de Santos e Bertioga, entre 2004 e 2005, visando um levantamento quali-quantitativo da composição, distribuição e estimativa da densidade dos grupos de peixes que utilizam o sistema estuarino de Santos nas primeiras fases do ciclo de vida, avaliando ainda sua relação com os fatores abióticos e importância da região como área de reprodução e desenvolvimento inicial da ictiofauna. Os autores verificaram uma tendência de maior ocorrência de ovos e larvas de peixes nas estações mais profundas, com temperaturas mais baixas e estratificadas halinamente, apontando a importância do Canal de Santos, com ênfase na região do porto, para a manutenção dos estoques pesqueiros e da diversidade da ictiofauna na região, enfatizando a necessidade de sua conservação e adequado plano de manejo para a região.

Com base nos resultados do projeto ECOSAN, no qual duas áreas distintas foram amostradas; uma área interna, com amostragens na Baía de Santos, estuário de Santos (região do Porto) e canal de Bertioga, e outra área na região da plataforma continental adjacente, até a isóbata de 50 m, entre o sul da Ilha de São Sebastião e Peruíbe, Katsuragawa et. al., (2008a) observaram que, na região do estuário e baía, as famílias dominantes foram Engraulidae e Sciaenidae/Gobiidae, corroborando com sua observação

referente à grande dominância de alguns poucos grupos comumente observada na comunidade ictioplanctônica (KATSURAGAWA et. al., 1993). De acordo com o autor, as comunidades ictioplanctônicas nos estuários brasileiros aparecem fortemente estruturadas ao redor de Sciaenidae, Engraulidae ou Clupeidae e Gobiidae.

# ■ Ovos e larvas de espécies-chave (ou de interesse econômico) que ocorrem na APAMLC

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 APAMLC.

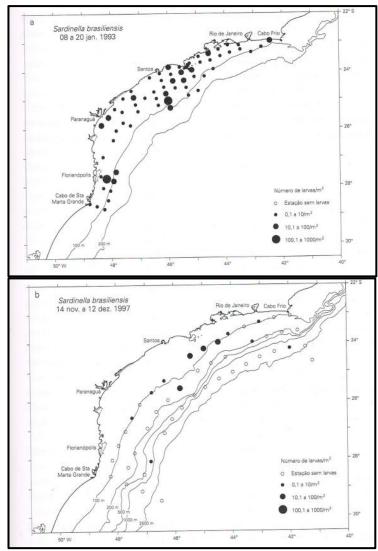
# • Clupeidae (Sardinhas, Savelha)

Uma família de peixes de interesse na APAMLC, 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), além das mudanças climáticas e anomalias oceanográficas que levaram a falhas no recrutamento da espécie (MATSUURA, 1999). A desova e o recrutamento também estão influenciados localmente pela advecção estacional de águas ricas em nutrientes, procedentes tanto de fontes costeiras como oceânicas (LOPES et. al., 2006).

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, 1971, a, 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 3.2.1.5.2-7** apresenta 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 APAMLC, em cruzeiros realizados em janeiro de 1993 e entre 14 de novembro e 12 de dezembro de 1997 (KATSURAGAWA *et. al.*, 2008a).

Figura 3.2.1.5.2-7 — 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 APAMLC 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), a *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 localizam-se dentro da faixa de profundidade entre 51 e 100 m. 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.

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 prevalecente 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 e localidades 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 m 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 em 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) avaliando as semelhanças entre a sardinha brasileira e a sardinha da Califórnia verificaram que a 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 da plataforma (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%).

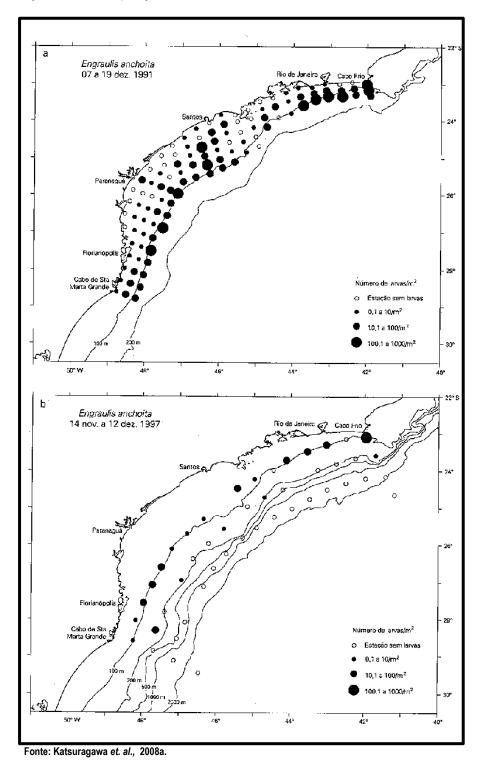
# Engraulidae/Engraulididae (Anchoítas e Manjubas)

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-lguape 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 explotação 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) sendo 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 3.2.1.5.2-8** 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 m (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*).

Figura 3.2.1.5.2-8 — 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 APAMLC em: a) Projeto Sardinha e b) Projeto PADCT.



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 e PARRISH, 1991). Asano *et. al.*, (1991 *apud*. KATSURAGAWA *et. al.*, 2006) estimaram a produção diária de ovos da anchoíta para a costa sudeste, em 8,87 x10<sup>11</sup> ovos. A distribuição vertical indica que larvas menores apresentam maior abundância acima da camada de mistura, mais empobrecida, enquanto as larvas maiores se concentram próximos 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 anchova (Engraulis anchoita) ao largo da costa do Brasil estão relacionados 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. anchoita, 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.

Zanin & Katsuragawa (2008), estudando a região do estuário de Santos e Canal de Bertioga, observaram a presença de ovos e larvas de *Anchoa* spp durante o ano todo e representando a família com maior abundância e frequência na região, principalmente associada à região mais profunda da área, o Canal do Porto. Nos cruzeiros do projeto ECOSAN, Katsuragawa *et. al.*, (2008b) verificaram que ovos de engraulideos ocorreram em 35,7% das amostras do cruzeiro de outubro de 2005 e 46% no cruzeiro de março de 2006, sendo que, no primeiro cruzeiro estiveram mais próximas da costa e no segundo, apenas nas regiões mais afastadas. Os resultados de ovos mais elevados no verão coincidem com os observados por Katsuragawa *et. al.*, (1993) na região de Ubatuba. Com relação às larvas de engraulídeos, estas representaram 19,5%, sendo das mais abundantes no cruzeiro de outubro de 2005, juntamente com Synodontidae (20,2%. Já no cruzeiro de março de 2006, os Clupeideos foram as mais abundantes (20,7%), seguidas por engraulideos que representaram 12,7%.

Na região do estuário e baía de Santos, Katsuragawa et. al., (2008b) verificaram que Anchoa sp ocorreram em todos os meses de coleta e estiveram no grupo dos taxa genéricos mais abundantes. Também observaram larvas de Anchoa spp, Pellona harroweri e Chirocentrus bleeckerianus na região da plataforma, onde compuseram a família das mais abundantes.

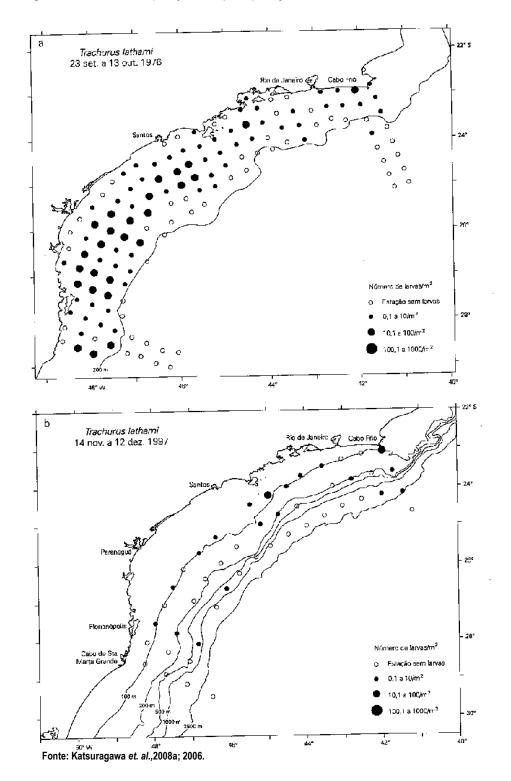
### • Carangidae (Guaivira, Galo, Palombeta, Carapau ou Chicharro, Pampo, Charéu e outros)

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 às marinhas de plataforma. Em termos de abundância, 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.

Na **Figura 3.2.1.5.2-9** 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; 2008a). 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 3.2.1.5.2-9 — 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 APAMLC em: a) Projeto Finep; e b) Projeto PADCT.



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 & 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 m respectivamente. A localização das principais áreas de ocorrência para ambas está ligada a estuários ou baías.

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.

Dados provenientes do 3,9% das larvas observadas no cruzeiro de primavera e 2,7% das larvas no cruzeiro de verão do projeto ECOSAN (KATSURAGAWA *et. al.,* 2008b) mostram que os Carangidae representaram as espécies mais identificadas na região.

# 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 jamaiscensis*), a betara (*Menticirrhus americanos*), a Maria-mole (*Cynoscion guatucuba*), a pescada-cambucu (*Cynoscion 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 cercadas por manguezais. Diversos estudos podem ser relacionados para a costa sudeste do Brasil como, por exemplo, os de Chaves & Corrêa (1998), Chaves & Bouchereau (2000), Pessanha *et. al.*, (2000), Araújo *et. al.*, (2002) e Spach *et. al.*, (2004). Em relação à área da APAMLC e suas proximidades, Paiva-Filho & Schmiegelow (1986) relataram Sciaenidae como uma família de alta biomassa e número de espécies, com base em coletas de arrasto de fundo na baía de Santos.

Em estudo realizado por Porcaro et. al., (2014) no estuário e Baía de Santos e Canal de Bertioga foram identificados os seguintes cienídeos: Bairdiella ronchus (cangauá), Cynoscion spp.(pescada), Isopisthus parvipinnis (goete), Macrodon atricauda (pescada real), Menticirrhus spp., Micropogonias furnieri punctatissimus Meek & Hildebrand (corvina), Nebris microps Cuvier, 1830 (pescada), Ophioscion, 1925, Paralonchurus brasiliensis (Steindachner, 1875) (coró), Stellifer rastrifer e Stellifer spp. (peixe-galo), sendo S. rastrifer o mais abundante e frequente. A espécie Micropogonias furnieri ocorreu em todos os meses de

coleta e esteve entre os taxa mais abundantes nas coletas do ECOSAN, (KATSURAGAWA et. al., 2008b), mesmo projeto descrito por Porcaro et. al., (2014).

Das espécies-alvo para a APAMLC, foram observadas as larvas das seguintes espécies de cienídeos no trabalho de Porcaro *et. al.*, (2014):

- Macrodon atricauda (pescada): Larvas desta espécie ocorreram no estuário e plataforma adjacente, e não foi detectada no canal de Bertioga. No sistema estuarino foram mais abundantes do que na plataforma, onde a espécie é rara. No estuário, o tamanho das larvas variou entre 4.18 mm e 13.41mm.
- Micropogonias furnieri (corvina): Esta espécie não esteve presente na plataforma continental, ocorrendo no Canal de Bertioga e estuário de Santos. O comprimento do corpo variou de 2.98 mm a 13.68 mm.
- Menticirrhus spp. (betara): Este gênero ocorreu tanto no sistema estuarino como na plataforma, onde foram mais abundantes, e contribuiu para 4.46% dos Sciaenideos amostrados no estuário e 3.47% da plataforma.
- S. rastrifer, I. parvipinnis, e M. atricauda: também foram relatadas como espécies adultos de cienídeos muito frequentes e abundantes na região de Santos (GIANNINI e PAIVA FILHO, 1990; SCHMIDT e DIAS, 2012). A presença considerável de estágios larvais iniciais sugere o uso efetivo do sistema estuarino de Santos como área de postura e berçário das espécies de cienídeos. Por outro lado, a plataforma foi pobre em termos de abundância e, entre as espécies de larvas identificadas, M. furnieri esteve mesmo ausente. M.furnieri é conhecida como espécie dependente de sistemas semifechados, como baías e estuários (GIANNINI e PAIVA FILHO, 1990; COSTA e ARAÚJO, 2003) uma vez que juvenis e pré-recrutas não são encontrados na área da plataforma (CASTELLO, 1986). Segundo Porcaro et. al., (2014), a maior abundância de larvas no sistema estuarino pode ser um indicador de atividade de postura nessas áreas. Ao menos para quatro espécies (Stellifer brasiliensis, S. rastrifer, I. parvapinnis and P. brasiliensis) se sabe que o ciclo reprodutivo se completa no interior da baía de Santos.

# Monacanthidae (Peixe-porco, Porquinho)

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

# 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.* (2008a).

# 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 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 na região tanto no inverno como no 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 m de profundidade (NAKAMURA & PARIN, 1993, apud. KATURAGAWA 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 m. Katsuragawa et. al., (2008b) também observaram larvas de *Trichiurus lepturus* na região da plataforma interna de Santos durante as coletas do projeto ECOSAN.

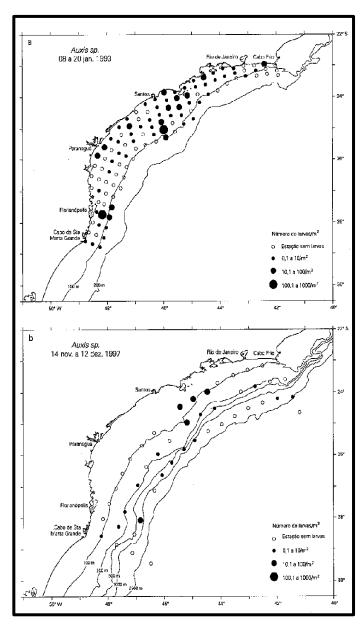
# Scombridae (Sororocas ou Cavalas, Cavalinhas, Gordinhos, Bonitos, Atuns)

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 2400m,

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 costaoceano na região Sudeste do Brasil (**Figura 3.2.1.5.2-10**), considerando-se que as estações mais abundantes se localizaram na área entre as isóbatas de 100 e 200 m.

Figura 3.2.1.5.2-10 – 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 APAMLC em: a) Projeto Finep; e b) Projeto PADCT.



Fonte: Katsuragawa et. al.,2008a; 2008.

# 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 ictioplâncton, 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 estas foram relativamente abundantes em outubro de 1997, principalmente a oeste e norte da Ilha de São Sebastião. Não há registro desta espécie na região da APAMLC.

### Triglidae (Cabrinha)

São peixes de pequeno a médio porte sendo os adultos típicos habitantes do fundo de lama ou areia até cerca de 200 m 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.

# Tetraodontidae (aiacu).

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., (2008a). As larvas foram observadas em estações rasas. Nos cruzeiros do projeto ECOSAN, na região do estário e baía de Santos Katsuragawa et. al., (2008b) observaram larvas de *Spheroides greeleyi* e *Spheroides* ssp apenas nas na campanha de novembro, com abundância média (0,33%). Larvas dessas mesmas espécies foram observadas na região da plataforma nos cruzeiros desse projeto.

### 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. Matsuura & Katsuragawa (1981; 1985) realizaram estudos sobre ontogenia dessa espécie, descrevendo as fases de desenvolvimento de larvas e juvenis, além da osteologia. Os resultados dos estudos com ictioplâncton indicam que essas larvas ocorrem quase exclusivamente no verão, e principalmente em locais mais afastados da costa.

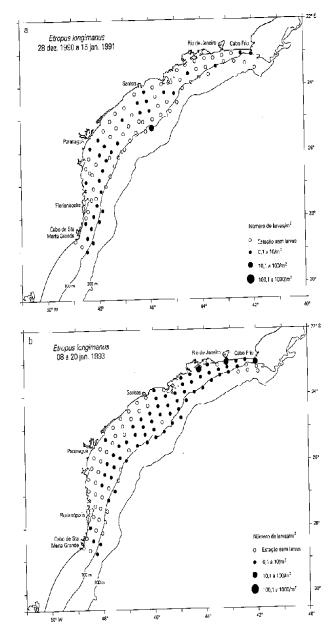
# Paralichthyidae (linguados)

Conforme Katsuragawa *et. al.*, (2006), os linguados apresentam relativa importância econômica na pesca. Apesar da vida adulta estar ligada ao 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., (2008b) observaram larvas de Syacium papillosum (linguado) na plataforma durante as coletas do projeto ECOSAN.

Figura 3.2.1.5.2-11 – Distribuição e abundância de larvas de *Etropus longimanus (linguado)* 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 APAMLC em: a) Projeto Mar 1; e b) Projeto Sardinha.



Fonte: KATSURAGAWA et. al.,2008a.

# Coryphaenidae (Dourado)

Apenas uma espécie dessa família é descrita na costa Sudeste, *Coryphaena hippurus*, o dourado (MENEZES & FIGUEIREDO & MENEZES, 1980) cujo adulto é pescado por corrico ou espinhel em alto mar. As larvas apresentam ocorrência e abundância baixa 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.* (2008b) ocorreram na região da plataforma de Santos, durante o projeto ECOSAN, larvas de outras famílias, tais como Syngnathidae, Bleniidae, Eleotridae, Gobiidae, Ephippidae, Achiridae. Segundo KATSURAGAWA *et. al.*, (2006), ocorreram na região Sudeste e Sul larvas de vários outros grupos, porém com frequência e abundância relativamente baixas. Estes grupos correspondem a 30-48% dos táxons identificados.

### 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 consequentemente 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, consequentemente redução no recrutamento com prejuízos econômicos. 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 a 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 et. al., 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, como:

- 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 "Paralitic 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 zooplanctônicos (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 registradas 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 APAMLC, 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 3.2.1.5.3-1). 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).

Apesar da falta de estudos sobre FANs no litoral de São Paulo, um levantamento realizado por meio de divulgação eletrônica de revistas e jornais locais, mostra que nos últimos dois anos foram sregistradas cinco ocorrências de FANs (**Quadro 3.2.1.5.3-1**), 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 3.2.1.5.3-1 – 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	Myrionecta rubra (= Mesodinium rubrum)	Maior proliferação com aumento de temperatura	Imagem de satélite mostram 800 km de mancha	Prejuízo no turismo
SP e RJ (2)	Janeiro 2014	Tetraselmis 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	Noctiluca scintillans	Possivelmente eutrofização	Espécie bioluminescente, não é considerada tóxica, mas pode causar irritações na pele de banhistas.	Possivelmente anóxia e consequentemente mortandades de peixes
São Sebastião, Santos e	Julho 2016	Dinophysis acuminata	Possivelmente por eventos climáticos e	Manchas avermelhadas e marrons	Potencialmente tóxicas, afetam ostras e

Peruíbe (4)			trazidas por correntes		mexilhões. Prejuízos no
			marinhas		turismo e na venda de
					ostras e mexilhões
Caraguatatuba (5)	Junho/ Julho 2016	Dinophysis acuminata	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-acentuam-com-proliferacao-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.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalhe/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 zooplanctônicas, 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. Como fonte direta de recursos, o conhecimento da dinâmica de retenção e dispersão das larvas é fundamental para os estudos de manejo e conservação dessas espécies. Muitas dessas espécies são alvo tanto de pesca industrial quanto artesanal, além de poder ser afetadas pela contaminação.

# Ictioplâncton

Ovos e larvas de peixes representam o recrutamento de novas gerações, portanto, qualquer impacto que ocorra em uma das fases do desenvolvimento larval desse grupo de organismos poderá representar impactos sobre a pesca, seja ela artesanal ou industrial, com efeitos sobre a economia local ou regional. Eventualmente, tais impactos poderão também ter efeitos sobre o turismo de pesca.

Existem poucos estudos sobre o ictioplâncton nas regiões mais costeiras, onde as fontes de impactos são mais significativas, tais como lançamento de efluentes, e no caso da APAMLC, descarte de material dragado e a própria operação do Porto de Santos. Apesar de identificado apenas um estudo do ictioplâncton na região do estuário e baía de Santos, este inclui a região do Porto como fonte potencial de impactos sobre esta comunidade.

Neste sentido as atividades de exploração de petróleo do Pré-Sal apresentam-se também como fontes potenciais de impactos na pesca, já que o ictioplâncton é vulnerável a impactos oriundos de possíveis acidentes com vazamento de óleo advindos da região *off-shore*, ou de embarcações nas regiões mais próximas das áreas da APAMLC, os quais podem afetar as fases planctônicas e principalmente neustônicas dos ovos e larvas de peixes, implicando em redução no recrutamento de estoques pesqueiros com consequentes impactos na economia local.

Eventuais vazamentos também podem ocasionar impacto na biodiversidade, já que as plataformas de petróleo atuam como atrativos de peixes e podem afetar também áreas de refúgio, mesmo que fora da região da APAMLC.

Outra potencial fonte de impacto é a pesca industrial em grande escala, a qual 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 podendo afetar a postura de ovos de espécies que naturalmente apresentam baixas densidades de ovos e larvas.

Relatos de captura de espécimes com alterações morfológicas e desaparecimento de camarões e mariscos nas praias Sangava, Guaiuba, Pernambuco e Perequê no Guarujá, ilhas da Moela e das Palmas, Praia Grande, Peruíbe e Bertioga demonstram que tais impactos são efetivos e são observados em espécimes adultos.

# 3.2.1.5.4 Ameaças diretas e indiretas, fragilidades e 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 3.2.1.5.4-1** lista os principais microrganismos patogênicos encontrados na água e na areia das praias, e as principais doenças associadas a eles.

Quadro 3.2.1.5.4-1 – Principais microrganismos patogênicos e oportunistas relacionados à contaminação de praia (areia e água) e doenças associadas.

Microrganismos patogênicos			
Bactérias	Doenças	Sintomas	
Campylobacter jejuni	Gastroenterite	Diarreia	
Chlamydia psittaci	Ornitose (doença infecciosa aguda)	Febre, cefaleia, mialgia, calafrios, tosse	

		IVICIO DIOLICO 711 711VI EILOTAI OCTILIO		
Gastroenterite, Enterite  Clostridium perfrigens necrotizante ou doença de Pigbel		Cólica abdominal, diarreia, náusea, vômitos e peritonite, com 40% de letalidade		
Escherichia coli (sorotipos patogênicos)	Gastroenterite	Vômito, diarreia, morte*		
Enterococcus	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		
Pseudomonas aeruginosa	Infecções*	Infecções nos olhos e ouvido, infecções urinárias, infecções no sistema respiratório e dermatites		
Salmonella typhimurium	Salmonelose (doença infecciosa aguda)	Diarreia, vômitos, dor abdominal, desidratação		
Salmonella typhi	Febre tifoide	Febre alta, diarreia, ulceração no intestino delgado		
Shigella spp.	Shiguelose	Disenteria bacilar, diarreia		
Staphylococus aureus	Síndrome de choque tóxico, Gastroenterite, Endocardite, Osteomielite, Pneumonia	Hipotensão, febre, eritemas difusos, vômitos, diarreia aquosa, dores abdominais; infecção da pele		
Vibrio cholerae	Cólera	Diarreia grave e desidratação		
Vibrio parahaemolyticus	Gastroenterite	Diarreia, náusea, vômitos e dor abdominal		
Vibrio harveyi	Vibriose luminosa	Doença que afeta comercialmente os cultivos de camarões		
Vibrio vulnificus	Gastroenterite, Celulite, Septicemia	Vômitos, diarreia, dor abdominal, e dermatite com bolhas e infecção generalizada		
Fungos				
Aspergillus candidus, A. ochraceus e A. fumigates	Aspergiloses	Tosse, catarro, fraqueza, dor torácica, chiado no peito, febre, perda de peso		
Candida albicans	Candidíase	Pontos vermelhos na pele, coceira nos órgãos genitais e em mucosas		
Histoplasma capsulatum	Histoplasmose (micose profunda)	Infecção assintomática, febre, tosse, dor torácica, malestar geral, debilidade e anemia		
	Vírus			
Adenovírus	Doenças respiratórias	Infecção ocular, diarreia		
Calicivíirus	Gastroenterites	Vômito, diarreia		
Coxsackievírus	Encefalite e meningite	Meningite asséptica, diabetes, herpangina, conjuntivite		
Echovírus	Meningite asséptica	Erupções, doenças respiratórias e febre		
Enteroirus	Gastroenterites	Diarreia, anomalias cardíacas		
Poliovíirus	Poliomielite	Fraqueza muscular. Podem ocorrer diferentes tipos de paralisia		
Rotavírus	Gastroenterite	Vômito, diarreia		
		•		

Virus da Hepatite (A e E)	Hepatites infecciosas	Icterícia, febre
* Em populações suscetíveis (imunodeprimidas, crianças, idosos, mulheres em período gestacional)		

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

O cenário atual referente às mudanças climáticas tem ganhado crescente preocupação, como detalhado no **item Meio Físico** deste 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 víbrios, 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 víbrios, 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 víbrios planctônicos como relatado por Gregoracci et. al., (2012) na Baía de Guanabara – RJ, e, como fator adicional, os víbrios 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 víbrios (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 considerada 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, sendo as correntes marinhas e a água de lastro seus principais vetores de dispersão (LOPES, 2009). Por todos estes aspectos, o fato deste patógeno ter sido registrado na região do Porto de Santos, pode-se dizer que a região da APAMLC se encontra vulnerável à presença da cólera, já que o transporte marítimo, assim como as massas de água e as correntes marinhas, são meios de conexão dessas áreas.

# ■ Fitoplâncton

Como anteriormente citado, um dos principais vetores antropogênicos de dispersão de espécies potencialmente tóxicas é a água de lastro dos navios, assim como a introdução de espécies exóticas invasoras. Esta é, portanto, uma das principais ameaças à integridade do plâncton na APAMLC. 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 são classificadas como criptogênicas, pois se encaixaram em 4 a 6 critérios, sendo elas: a rafidofícea Heterosigma akashiwo, e os dinoflagelados Scrippsiella spinifera, Fragilidium subglobosum e Protoperidinium compressum (LOPES, 2009). Por definição, uma espécie é classificada como criptogênica quando sua origem biogeográfica é desconhecida ou incerta, entretanto, 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: Coscinodiscus C. wailesii, Alexandrium (Figura 3.2.1.5.4-1), A. tamarense (Figura 3.2.1.5.4-2) e Gymnodinium catenatum, (Figura 3.2.1.5.4-3), 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 et. al., 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 consequentemente a saúde pública (HALLEGRAEFF et. al., 2003).

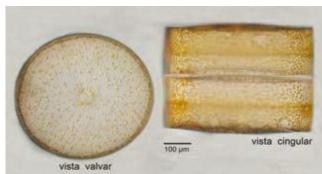


Figura 3.2.1.5.4-1 – Diatomácea Coscinodiscus wailesii.

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

Figura 3.2.1.5.4-2 – Dinoflagelado *Alexandrium tamarense*.

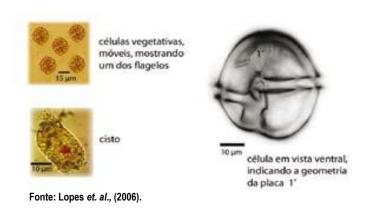


Figura 3.2.1.5.4-3 – Dinoflagelado *Gymnodinium catenatum*.



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

As quatro espécies criptogênicas: *Heterosigma akashiwo, Scrippsiella spinifera, Fragilidium subglobosum* e *Protoperidinium compressum* possuem a capacidade de formar cistos de resistência (MATSUOKA; FUKUYO, 2003) e são potenciais formadoras de FANs, registradas em vários locais no mundo (GRANÉLI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF *et. al.*, 2003), entretanto no Brasil apenas houve registro de floração de *H. akashiwo* na Baia 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 (GRANÉLI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF; BOLCH, 1992; HALLEGRAEFF; ANDERSON; CEMBELLA, 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 *Gymnodinium 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 consequentemente eventos de ressurgência, e maiores taxas de evaporação e precipitação, intensificando a entrada de nutrientes e MO alóctone em regiões costeiras, assim como eventos climatológicos como El Niño (GRANÉLI; TURNER, 2006; HALLEGRAEFF et. al., 2003; 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).

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 espécies potencialmente tóxicas dependem de uma série 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 et. al. (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, uma espécie potencialmente tóxica, foi evidenciado o aumento na toxicidade com o aumento do pH de 6.5 para 8. 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; GRANÉLI 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 qualquer mudança nas condições ambientais pode 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 bioinvadidas 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 , aquários domésticos, entre outros. As espécies exóticas podem ser classificadas em contida (detectadas apenas em ambientes artificiais controlados, isolados total ou parcialmente do ambiente natural), detectada em ambiente natural (detectada, mas sem aumento da abundância e/ou dispersão), estabelecida (detectada de forma recorrente e com aumento populacional) e invasora (a abundância e dispersão da espécie estabelecida interfere na sobrevivência de espécies nativas já, seja por competição, predação, parasitismo/doenças ou toxinas) (LOPES, 2009).

Com relação ao zooplâncton, na região do estuário e Baía de Santos, 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). O primeiro registro de introdução de espécies exóticas através de água de lastro pelo Porto de Santos é provavelmente o registro do caranguejo *Cancer pagurus* no início do século XX (TAVARES & MENDOÇA, 2004 *apud*. CAMPOS, 2010). Desde então, diversas espécies têm sido introduzidas. Outra forma de introdução é o estabelecimento de cultivos para aquacultura, 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 a espécies de interesse econômico (ver itens 3.2.1.5.4.2 e 3.2.1.5.2.2). Por exemplo, na região estuarina da Baixada Santista e a região costeira, Souza (2007) detectou a presença de cepas tóxicas de *V. cholerae* associadas ao 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, sendo encontrado o vírus em 88% das amostras da região estuarina de Santos-Bertioga e em 67% das amostras da plataforma continental, e demostraram uma associação positiva tanto com espécies do holo quanto do meroplâncton. Sendo que o zooplâncton pode ser ingerido acidentalmente pelo ser humano e que o zooplâncton pode ser um 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). Outro exemplo é a espécie de camarão *Litopenaeus vannamei*, que pode ser infectada pelo vírus da Síndrome da Mancha Branca (White Spot Syndrome Virus - WSSV), e está sendo objeto de preocupação na região de Cananéia-Iguape (BARBIERI *et. al.*, 2016).

Deste modo, entende-se que a região estuarina e costeira da APAMLC está submetida a impactos antropogênicos por ser uma região densamente populada, com a presença de inúmeros emissários submarinos, efluentes domésticos irregulares, portos, dragagem de canais de navegação, atividades industriais, e outros (MOREIRA & ABESSA, 2014). A atividade industrial como fonte de impactos é responsável pela introdução no ambiente marinho de diversos poluentes e toxinas que podem afetar o desenvolvimento das larvas meroplanctônicas de diversas espécies de importância ecológica e econômica. As condições climáticas, como a passagem de frentes frias, podem contribuir para a dispersão desses poluentes, mas diversos estudos têm mostrado que devido à contínua entrada de poluentes a região apresenta elevadas concentrações de substâncias com efeitos tóxicos (MOREIRA & ABESSA, 2014). A maior parte dos estudos de efeitos letais e sub-letais de poluentes marinhos são realizados com larvas e adultos de invertebrados bentônicos, o que permitiria inferir os efeitos dessas substâncias sobre o recrutamento e manutenção dos estoques de espécies de interesse econômico que apresentam uma fase larval meroplanctônica.

# ■ Ictioplâncton

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 APAMLC está submetida a fim de se identificar corretamente as principais ameaças e vulnerabilidades.

A região apresenta inúmeros outros problemas que impõem uma condição de vulnerabilidade ao ictioplâncton, como falta de saneamento básico, degradação dos manguezais, contaminação de espécies por poluentes oriundos da ressuspensão de material dragado, assim como das atividades industriais. Até mesmo a região de Bertioga, em especial o estuário do Rio Itapanhaú, considerada até pouco tempo como preservada, apresenta-se atualmente já com degradação muito acentuada, comparáveis a Cubatão e São Vicente, como verificado por Duarte et. al., (2016) através de estudos de toxicidade subletal em *Ucides cordatus (caranguejo-uçá)*. A região dos canais de Santos e Bertioga está submetida a inúmeras fontes de efluentes domésticos não tratados e é vulnerável a vazamentos de óleo na região onde ocorre a presença de marinas. Nesses ambientes foram observadas larvas de linguado de água-doce, para cuja captura há relatos de redução, o que pode estar relacionado a tais interferências. O Rio Itapanhaú é descrito por Duarte et. al., (2016) e Eichler et. al., (2006) como região submetida aos impactos de esgotos domésticos e de um depósito público de lixo, além de ser utilizado para pesca esportiva e ecoturismo. Os estuários, de modo geral, surgem como importantes áreas berçários, como os Rio Guaratuba e Itaguaré.

Recentemente, Gimiliani et. al., (2016) estimaram a dispersão de xenoestrogênio (estrogênio sintético de contraceptivos, responsável por crescimento e reprodução) na região do estuário e baía de Santos. Estes compostos são lançados no sistema estuarino por serem persistentes nos tratamentos convencionais de esgotos e, consequentemente, atingem os ambientes e os organismos aquáticos não alvos. Os dados das vazões de estações de tratamento de esgotos e de concentrações médias de estrogênios naturais e sintéticos lançadas nos ambientes aquáticos, obtidos da literatura, mostraram concentrações mais elevadas de estrogênios nas águas estuarinas da região do Largo da Pompeba, Canal de São Vicente, e na Baía de Santos, sendo estas as regiões que recebem maior aporte de esgotos domésticos. Os resultados da modelagem sugerem ainda que maiores concentrações dos compostos estrogênicos são esperadas nos locais com níveis mais elevados de salinidade. Esta é uma situação crítica uma vez que Porcaro et. al., (2014) apresenta essas áreas como regiões onde foram encontradas larvas e juvenis de inúmeras espécies de peixes, inclusive de espécies-alvo para a região da APAMLC.

Além da sobrepesca, as mudanças climáticas já foram apontadas por Matsuura (1999) há quase vinte anos como responsáveis por impacto nas desovas de *Sardinella brasiliensis* (sardinha verdadeira) e *Harengula jaguana* (sardinha-cascuda) através das modificações na estrutura termohalina, levando à redução de estoques. Além disso, pouco se sabe a respeito do ictioplâncton das regiões estuarinas, consideradas berçários de espécies de peixes por Zanin & Katsuragawa (2008) que estudaram a região da baía de Santos, dos canais do Porto e Bertioga. Tais regiões poderão sofrer com as alterações do nível do mar em função de eventuais impactos sobre a vegetação do manguezal que circunda a região (SCHMIEGELOW *et. al.*, 2008). Aqueles autores relatam que, especificamente, o Canal do Porto abriga a maior diversidade e abundância do ictioplâncton, representando uma área crítica uma vez que a região sofre inúmeros impactos. A espécie-alvo *Micropogonias furnier (corvina)*, por exemplo, apresentou grande quantidade de larvas na região da Baía e estuário de Santos ao longo de quatro cruzeiros de amostragem.

Outro fator que representa ameaça a estabilidade das comunidades de ictioplâncton está relacionada à qualidade da água. As águas da região sofrem com eutrofização e apresentam níveis de toxicidade crônica (GIANESELLA et. al., 2008) em função da poluição proveniente de diferentes fontes de despejos, bem como pelas atividades de dragagem que ocorrem exatamente nessa região, expondo as espécies que ali passam parte de seu ciclo de vida a uma condição de vulnerabilidade. Como os sedimentos da área apresentam toxicidade (SOUZA et. al., 2008), as atividades que promovem a ressuspensão de sedimentos, como as dragagens, que ocorrem na região do Porto e Canal do Piaçaguera podem agravar o nível de estresse desses organismos que se encontram nas fases iniciais e mais sensíveis de seu ciclo de

vida. A área da Baía de Santos recebe os efluentes do emissário submarino e o ictioplâncton dessa região certamente já está sofrendo com os impactos inerentes a este.

A região sofre ainda a influência do Porto de Santos, o qual representa uma área crítica para a introdução acidental de espécies invasoras. 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), podem também afetar o recrutamento de peixes sem que se tenha ainda feito avaliações sobre esse tipo de impacto no ictioplâncton.

# 3.2.1.5.5 Estado de Conservação

Com relação ao plâncton de modo geral, a APAMLC 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 APAMLC**).

# ■ Bacterioplâncton e fitoplâncton

Considerando as condições de balneabilidade avaliadas pela CETESB (2016) em 2015, como indicadoras de poluição fecal do Litoral Paulista, os resultados mostram que 32% das praias foram classificadas como Próprias, englobando as categorias: Ótima e Boa; 41% das praias foram classificadas como Regular, 17% e 10% foram as praias Ruins e Péssimas, respectivamente. Comparando os índices de qualidade das praias dos anos de 2014 e 2015 por região CETESB (2016), a título de comparação (**Figura 3.2.1.5.5-1**) os resultados mostram que na Baixada Santista, região equivalente a APAMLC, a qualidade das praias piorou no período avaliado. Não houve registro de praias Ótimas em 2015 e as praias péssimas aumentaram de 10% para 19%.

Litoral Norte Baixada Santista Litoral Sul Litoral Paulista 100% 90% 70% 60% 40% 20% 22 10% 2014 2015 2015 2014 2014 2015 ÓTIMA BOA REGULAR RUIM PÉSSIMA

Figura 3.2.1.5.5-1 – Evolução das condições de balneabilidade da CETESB entre 2014 e 2015. Os números no interior das barras representam a quantidade de pontos monitorados.

Fonte: 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 São Paulo (CETESB, 2007). A principal forma de mitigação seria evitar a entrada desses organismos pela água de lastro, e consequentemente diminuição 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 São Paulo (**Quadro 3.2.1.5.2-1**) nesses últimos anos. Planos de monitoramento contínuo representam 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 (GRANÉLI; TURNER, 2006), como, por exemplo, o uso de controles biológicos, físicos e químicos (**Quadro 3.2.1.5.5-1**). Esses autores mostraram diversos casos de sucesso na utilização desses tipos de controle, a partir de dados secundários, mas para isso é necessários uma série de estudos e medidas pré-estabelecidas anteriormente com os estudos de monitoramento da região em que ocorrer a FAN.

Quadro 3.2.1.5.5-1 – Principais tipos de controle de FANs (Florações algais nocivas).

Controle	Mecanismo	Agente	
	Forrageamento (top-down)	Copépodes, ciliados e bivalves	
Diológico	Algicidas	Bactérias e vírus	
Biológico	Parasitas	Amoebophyra, Parvilucifera	
	Enzimas	Mannosidase	
	Destruição	Ultrassom	
Físico	Eletrólise	NaOCI	
	Remoção	Filtros	
	Floculantes	Argila e polímeros	
Ouímina	Surfactantes	Saponina	
Químico	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

A região da APAMLC apresenta algumas áreas em seu entorno que se encontram em mau estado de conservação, tais como a região do sistema estuarino de Santos, que compreende a região da baía de Santos, canal de São Vicente, região de canais de Cubatão, canal do Porto, canal de Bertioga e Rio

Itapanhaú. Na baía de Santos a principal causa da degradação da qualidade ambiental são as fontes difusas de poluição, oriundas principalmente de efluentes domésticos e industriais (MOSER et. al., 2004, 2005; GIANESELLA et. al., 2008), o qual é demonstrado através de estudos de modelos hidrodinâmicos de dispersão de coliformes fecais. Além disso, devem-se apontar as áreas de descarte dos resíduos da dragagem do porto e canal do porto como fonte potencial da degradação do estado de conservação da região. A região é propensa também a frequentes vazamentos de petróleo, de pequeno a médio porte, podendo afetar as fases planctônicas e principalmente neustônicas dos ovos e larvas de peixes.

# 3.2.1.5.6 Áreas Críticas e Prioritárias

As principais áreas críticas para a APAMLC estão relacionadas às regiões com maiores densidades populacionais e consequentemente maiores concentrações de efluentes de esgoto, principalmente em termos de saúde pública e contaminação por bactérias de origem fecal. Conforme levantamento realizado pela CETESB (2016) nos últimos 10 anos para determinação da qualidade das praias, os resultados são preocupantes principalmente para a região da Baixada Santista, no qual todas as praias monitoradas nas cidades de Santos, São Vicente, Praia Grande e Mongaguá foram classificadas como Impróprias em pelo menos 50% do tempo (**Figura 3.2.1.5.6-1** e **Figura 3.2.1.5.6-2**). Dessa forma, podemos considerar as praias da região impróprias para banho como áreas críticas, principalmente em termos de riscos à saúde pública.

Ainda com relação às áreas críticas, uma das maiores preocupações com relação à saúde pública deve estar relacionada com a ocorrência das FANs. 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).

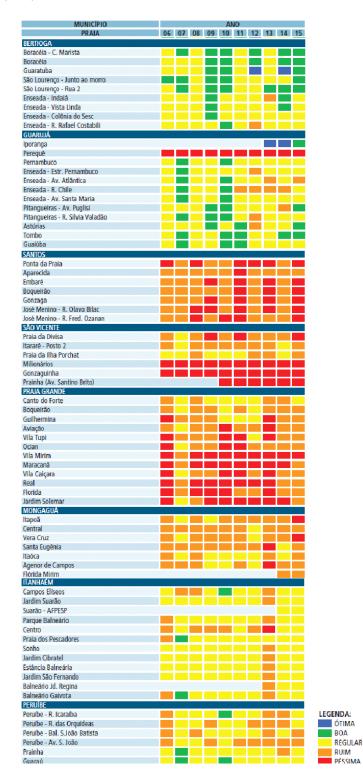
Como a dinâmica das FANs e a produção de toxinas pelas espécies potencialmente tóxicas ainda vêm sendo estudadas para melhor entendimento de sua dinâmica, e, como visto anteriormente, as mudanças ambientais ocasionadas por fatores antrópicos e/ou naturais podem desencadear uma floração ou uma maior produção de determinada toxina, devemos sugerir cuidado no consumo de mexilhões e pescados, assim como o banho nas praias no período de mudanças na coloração da água. Definir áreas críticas baseado nas FAN ainda é um desafio para o Estado de São Paulo, devido à dinâmica do plâncton e sua influência por correntes e massas de água, assim como a falta de um monitoramento adequado para verificar as áreas e os períodos mais afetados pelas FANs e as potenciais toxinas.

As principais áreas críticas para o plâncton, de forma geral, são áreas costeiras antropizadas, principalmente praias e estuários, região do porto 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.

Figura 3.2.1.5.6-1 – Critérios de classificação anual que expressa a qualidade da praia monitorada pela CETESB (CETESB, 2016).

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

Figura 3.2.1.5.6-2 – Evolução da qualificação anual das praias da Baixada Santista e região equivalente a APAMLC, nos últimos dez anos (2006-2015) realizado pela CETESB (2016).



#### 3.2.1.5.7 Cenários Futuros

Sem a implementação de ações como, por exemplo, a ampliação e melhoria do tratamento de efluentes domésticos, monitoramento de microrganismos patogênicos por contaminação fecal e não fecal, o cenário futuro se projeta como um quadro crítico para a saúde pública, no qual a contaminação por patógenos será cada vez mais grave. Como observado anteriormente, a qualidade das praias, de forma geral para a APAMLC, não vem melhorando nesses últimos 10 anos.

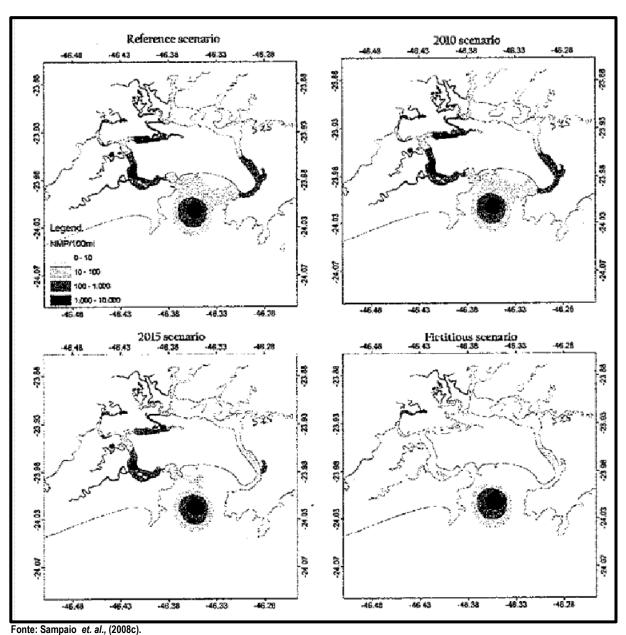
Algumas espécies de microrganismos patogênicos encontrados na areia e água do litoral do estado de SP, além de serem prejudiciais à saúde pública diretamente, através da ingestão dos patógenos, podem ocasionar problemas indiretos, pois algumas espécies podem ocasionar morte e doenças em filtradores como, por exemplo, mexilhões e, consequentemente, desequilíbrio ambiental na teia trófica marinha.

O aumento da dispersão de espécies potencialmente tóxicas introduzidas pela água de lastro e dispersão das mesmas por ventos, correntes e marés, 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 que seriam consideradas exóticas (LOPES, 2009). Em relação ao zooplâncton, numa região como a APAMLC na qual se encontra o maior porto do Brasil, é fundamental a implementação de programas de monitoramento de espécies invasoras, tanto através da água de lastro quanto como consequência de bioincrustação. Segundo Lopes (2009) as medidas de prevenção e controle de espécies invasoras no ambiente marinho geralmente são difíceis implementadas por estarem associadas a atividades de interesse econômico como o transporte marítimo e de serem a carcinicultura, assim as ações têm que avaliar a relação custo/benefício em relação aos efeitos ambientais, sociais, econômicos, culturais e ecológicos.

Com relação a qualidade das praias, Sampaio *et. al.*, (2008a, c) apresentam quatro cenários de poluição de origem fecal para a região do estuário e Baía de Santos. Tais cenários foram produzidos através de modelos matemáticos e considerando diferentes situações, desde "*business as usual*", isto é, situação em que a condição sanitária atual permaneça, ou seja, que não ocorram ações políticas de manejo para melhorar a coleta, tratamento e disposição de efluentes (cenário de referência), até uma condição denominada "ótima" de manejo dos efluentes. (**Figura 3.2.1.5.7-1**).

Figura 3.2.1.5.7-1 – Resultado de modelos para poluição fecal por *E. coli* (MPN/100ml) para cada cenário (mesmas condições de maré).



Dois cenários intermediários foram produzidos baseados em ações reais programadas para a região, tais como melhorias no sistema de drenagem em alguns bairros já urbanizados, construção e ampliação do atual sistema de coleta de efluentes domésticos em outras áreas e o tratamento de efluentes antes do lançamento no estuário. Tais cenários foram produzidos com base em um grupo de componentes socioeconômicos relacionados às características sanitárias de moradias, descritas por Sampaio & Ferreira (2008) com base em dados de censo demográfico do IBGE (2000) e de dados internos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP. Cruzando-se tais informações, foi possível estimar mais acuradamente o volume drenado para o estuário sem tratamento a partir de moradias não conectadas à rede de coletas de esgoto, a carga de efluentes domésticos do sistema de tratamento de

esgotos e do emissário submarino (Sampaio et. al., 2008c). O estudo mostrou que mesmo pequenas melhorias nas condições sanitárias (cenário 2), podem melhorar sobremaneira a qualidade dos critérios de balneabilidade das águas do estuário e baía de Santos. O cenário 3 se aplica às condições sanitárias que os autores projetaram para 2015, quando as obras da SABESP supostamente deveriam estar concluídas. 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 APAMLC (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 3.2.1.5.4-1**, 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, além de possuírem várias espécies nocivas à saúde humana, seja de forma direta ou indireta (através da contaminação de moluscos), podem ser consideradas fortes indicadores 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, mortandade 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 as 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), já que 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), 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 relacionadosrelacionadas 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 em PORTO NETO, 2003). Neste sentido, podem ser identificados dois tipos de bioindicadores: os tracadores, espécies restritas a uma massa de água, mas que podem sobreviver temporariamente em outros ambientes, e cuja presença indica transporte por movimento de massas de água; e os sensores, espécies restritas a uma massa de água e que não são tolerantes a mudanças nas condições ambientais (BOLTOVSKOY, 1986 apud. PORTO NETO, 2003). Muitos estudos ao longo dos últimos 50 anos têm usado tanto micro quanto macroinvertebrados marinhos como bioindicadores da qualidade da água e de modificações naturais ou induzidas de ambientes costeiros, embora a definição de espécies indicadoras ou chaves é complexo uma vez que elas podem depender de uma combinação de fatores a não da variabilidade de um único fator de interesse (PORTO NETO, 2003). Não obstante, 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).

Assim, na APAMLC, seria indicado o monitoramento da variação temporal da abundância, distribuição espacial, potencial de dispersão e áreas de retenção das 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. Estudos são realizados pelas instituições de pesquisa. Entretanto, considerando que ao menos uma das espécies-alvo, *Micropogonia furnieri*, já foi observada ao longo de todas as estações do ano na região do estuário e baía de Santos, isso indica que a região pode ser importante para o ciclo de vida da espécie. Nesse sentido, o impacto da cloração utilizada no tratamento de efluentes deveria ser melhor estudado e, eventualmente, as condições das larvas dessa espécie monitoradas nessa importante área de entorno, em função da conectividade existente entre a região estuarina e a APAMLC.

O monitoramento da biodiversidade do ictioplâncton deve ser considerado entre as ações de gestão da APAMLC, 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 ameacadas.

O monitoramento da água de lastro e lavagem de porões de navios que representam risco de contaminação por espécies invasoras ou patogênicas e afetam o equilíbrio ecológico é imprescindível. Também é de interesse uma atenção no 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).

Nesse sentido, a integração de informações entre as diferentes UCs também é importante, principalmente a fim de se entender a dinâmica de dispersão de organismos marinhos.

### 3.2.1.5.9 Lacunas de conhecimento

O reconhecimento de que os impactos antropogênicos, amplamente descritos e discutidos neste documento, causam efeitos deletérios nas comunidades planctônicas não diminui a possibilidade de outros fatores, como naturais também promovê-los. Aprofundar o conhecimento a respeito da complexidade e interação entre estes fatores, principalmente com relação as alterações climáticas, representa um grande desafio para a gestão de ambientes costeiros.

Para a avaliação dos microrganismos patogênicos, a grande maioria dos dados secundários está voltada para os índices de balneabilidade, sendo que o monitoramento da CETESB é a principal fonte de dados para análise 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 avaliação de patógenos não associados à contaminação fecal.

Para o fitoplâncton são necessários 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 esta é produzida, sendo esse tema ainda alvo de muita discussão entre os especialistas da área. Além disso, há carência de estudos básicos sobre as FANs como indicadoras no monitoramento, visando um melhor entendimento da dinâmica desses organismos, de modo a organizar e planejar melhores planos de ação, controle e mitigação.

As alterações climáticas como fator importante para a expansão das FANs nos oceanos são também pouco conhecidas, apesar de já notadas, conforme estudo de Hallegraeff (2010), no Atlântico Norte. No Brasil, tais estudos são ainda absolutamente escassos.

Com relação ao zooplâncton, são necessários mais esforços voltados aos estudos tanto da distribuição quanto da produtividade e atividade metabólica, integrados com estudos do fitoplâncton, assim como a influência das mudanças climáticas no plâncton 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 influência das mudanças climáticas na 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 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).

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 APAMLC está submetida. A influência de processos oceanográficos sobre o desenvolvimento larval, distribuição, abundância, composição da dieta e períodos preferenciais de desova de espécies de peixes tem sido razoavelmente bem investigada no caso de espécies pelágicas, como sardinhas e anchoitas, escombrídeos e carangídeos. No entanto, estudos semelhantes com outras espécies precisam ser encorajados, assim como estudos sobre o impacto das mudanças climáticas nas larvas de peixes, visto que já foram

apontados os impactos negativos nas desovas de sardinha verdadeira e sardinha-cascuda há quase vinte anos através, devido às modificações na estrutura termohalina (MATSUURA, 1999). Dificuldades ocorrem em função da alta diversidade presente na região e do baixo número de indivíduos por espécie, típico de ambientes tropicais (KATSURAGAWA et. al., 2006). Tal afirmação ainda hoje é válida pois as dificuldades para a realização desses estudos permitiram poucos avanços nesse setor. No caso particular dos ovos de teleósteos, Katsuragawa et. al., (2006) observam que, além de alguns clupeídeos, cienídeos e da anchoíta, estão reconhecidos e identificados apenas os ovos de Achirus garmani, Prinotus punctatus, Trichiurus lepturus, Maurolicus stehmanni, Chaetodipterus faber, Mugil platanus. Dessa forma, apesar da grande quantidade de ovos coletados, os trabalhos acabam por se restringir à distribuição, abundância ou densidade. Portanto, estudos relacionados a período, local e intensidade de desova, índices de agregação e deslocamentos de núcleos de massa não são produzidos, pois não há identificação dos ovos.

Problemas de identificação semelhantes são observados para as larvas, porém em menor grau. Segundo Katsuragawa et. al., (2006), o percentual de larvas não identificadas em qualquer nível taxonômico varia entre 16% e 21%, na região costeira e de plataforma até os 100 m. Esses autores afirmam ainda que existem dificuldades na identificação de larvas de algumas famílias em níveis taxonômicos inferiores, as quais 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 Scianidae (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 possam compreender adequadamente os ciclos de produção marinha é fundamental que estudos sobre crescimento, condição larval e mortalidade passem a ser realizados com maior frequência, determinados 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 APAMLC, 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), Monochantidae (porquinho), Merlucidae (merluza), Lobotidae (prejerebas), Lophidae (peixe-sapo), Lutjanidae (vermelho), Pomatomidae (anchova), Serranidae, Scaridae, (peixe-papagaio), Sparidae (pargo), Stromateidae (gordinho), entre outros. No caso de Lobotidae, por exemplo, apesar de os adultos serem importantes recursos na região da APAMLC, não foram observados ovos e larvas na região (KATSURAGAWA et. al., 2006).

Dentre os Pomotomidae, Muelbert & Sinque (1996) realizaram estudos mostrando a importância no ictioplâncton de *Pomatomus saltatrix* na região sul, apontando que essa espécie tende a se deslocar para a região sudeste no inverno. 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 larvas de seus representantes no plâncton.

De maneira geral, existem ainda poucos estudos sobre o ictioplâncton nas regiões mais costeiras.

### 3.2.1.5.10 Potencialidades e oportunidades

Estudos de cenários para a região de Santos (SAMPAIO et. al., 2008) mostram que pequenas melhorias nas condições sanitárias podem melhorar a balneabilidade das águas do estuário e baía. Assim, a ampliação da coleta e tratamento de efluentes nas regiões costeiras do litoral se reveste de importância para o manejo da APAMLC, 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 APAMLC.

# 3.2.1.5.11 Contribuição para Planejamento das UCs

Os problemas das regiões de praias impactadas foram discutidos anteriormente como sendo 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 APAMLC, é importante lembrar também a importância da conectividade pelas águas que provêm não só do entorno da Baixada Santista, mas também de regiões mais remotas, tanto dos estados ao sul quanto de regiões ao norte, podendo trazer consigo espécies capazes de 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 influência do porto de Santos 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).

A área de despejo do material dragado do porto de Santos ainda não tem estudos que reflitam impactos diretos sobre o plâncton, mas considera-se essencial que o desenvolvimento da região, em decorrência da exploração de petróleo do Pré-sal, entre outras atividades econômicas, também implique em melhorias nas condições sanitárias e ambientais.

Também é relevante para o planejamento das UCs a parceria com instituições de ensino e pesquisa a fim de cobrir as lacunas de conhecimento apontadas.

# 3.2.1.5.12 Bibliografia

AIDAR, E.; GAETA, S.A.; GIANESELLA-GALVÃO, S.; KUTNER, M.B.B.; TEIXEIRA, C. Ecossistema 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. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. Revista de Saúde Pública, v. 37, nº 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 no 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.

ARA, K. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. Scientia Marina, v. 66, nº 4: p. 399-406. 2002.

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.; PARRISH, R.H Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats:the anchovy (*Engraulis anchoita*) of the southwestern Atlantic ICES J. mar. Sci.. v.48: p. 343-361.1991

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

BENDAZOLI, A., ROSSI-WONGTSCHOUWSKI, C.L.D.B (coords) A manjuba (Anchoviella 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.

BONECKER, A.C.T.; BONECKER, S.L.C.; NOGUEIRA, C.R.; KRAUS, L.A. Studies on Zooplankton and ichthyoplankton in the estuarine system of Ilha Grande Bay (RJ-Brazil). Arquives of Biology and technology, v.38 n.2: p. 593-604, 1985.

BONILLA, T. D. . Species assemblages of Enterococcus indicate potencial sources of fecal bacteria at a south Florida recreational beach. Marine Pollution Bulletin, v. 52, no 7, p. 807–810, 2006.

BOOTH, J. D.; WEBBER, W. R.; SEKIGUCHI, H.; COUTURES, E. Review: diverse larval recruitment strategies within the Scyllaridae. N.Z.J. Mar. Freshw. Res. V.39: p. 581–592., 2005

BOTELHO, L. F. *et. al.*, Isolation of Salmonella and Pseudomonas aeruginosa from seawater with differents 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, M.A.G. As Appendicularia (Chordata: Tunicata) da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. 2000.

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. & M. HAIMOVICI. Simpósio da FURG sobre pesquisa pesqueira: comentários e recomendações. Atlântica, Rio Grande, v.13: p.5-9, 1991.

CASTELLO, J.P.; HABIAGA, R.P.; AMARAL J.C.; e LIMA JR. I.D. Prospecção hidroacústica e avaliação da biomassa de sardinha e anchoíta, na região sudeste do Brasil (outubro/novembro de 1988). Publção esp. Inst. oceanogr., S Paulo, 8: p. 15-29, 1991.

CASTELO.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 (4oW). *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 explotação, Série Documentos REVIZEE – Score Sul, pp. 145-150. Instituto Oceanográfico – USP, São Paulo, 2005.

CERGOLE, M.C. Stock assessment of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, of the southeastern coast of Brazil. Sci. Mar., 59: p. 597-610, 1995.

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

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: <a href="http://www.cetesb.sp.gov.br">http://www.cetesb.sp.gov.br</a>. Acesso em: agosto de 2016.

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: <a href="https://www.cetesb.sp.gov.br">www.cetesb.sp.gov.br</a>>. Acesso em: agosto de 2016.

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: <a href="http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id\_not=18842">http://www.pesca.sp.gov.br/noticia.php?id\_not=18842</a>>. Acesso em: 10 de agosto de 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, nº 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, nº 1: p. 195-202, 1998.
- CHAVES, P. T. C.; VENDEL, A. L. Reprodução de *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Rev. Bras. Zool., v.14, nº 1: p. 81–89, 1997.
- 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 (Salvados, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Brasília: Editora Ideal gráfica, 2007. p. 61–72.
- CLEMMESEN, 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: <a href="https://portogente.com.br/portopedia/80510-agua-de-lastro-bioinvasao-e-resposta-internacional">https://portogente.com.br/portopedia/80510-agua-de-lastro-bioinvasao-e-resposta-internacional</a>>. Acesso 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, M. R.; ARAÚJO, F. G. Use of a tropical bay in Southeastern Brazil by juvenile and subadult *Micropogonias furnieri* (Perciformes, Sciaenidae). ICES J. Mar. Sci., v.60, nº 2: p. 268–277, 2003
- 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, P.A.S.; MINCARONE, M.M.; BRAGA, A.C.; MARTINS, A.S.; LAVRADO, H.P.; HAIMOVICI, M.; FALCÃO, A.P.C. Megafaunal communities along a depth gradient on the tropical Brazilian continental margin. Marine Biology Research, DOI: 10.1080/17451000.2015.1062521, 2015
- 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 FÁVERODEL 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., CLEMMESEN, 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.

DUARTE, L.F.A.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; PINHEIRO, M.A.A.; GASALLA, M.A. Slipper lobsters (Scyllaridae) off the southeastern coast of Brazil: relative growth, population structure, and reproductive biology. Fish. Bull. V.113: p. 55–68, 2015

DUARTE, L.F.A.; SOUZA, C.A.; NOBRE, C.R.; PEREIRA, C.D.S.; PINHEIRO, M.A.A. Multi-level biological response in Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Brachiura, Ucididae) as indicators of conservation satus in mangrove áreas from the western Atlantic. Ecotoxicology and Environmental Safety v.133: p.176-187. 2016.

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, v. 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.

EICHLER, P.P.B.; EICHLER, B. B.; DAVID, C.J.; MIRANDA, L.B.; SOUZA, E.C.M.P. The estuary ecosystem of Bertioga, São Paulo, Brazil. J.Coast.Res. (Spec.Issue 39), p. 1110-1113, 2006.

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: <a href="https://www.epa.gov">www.epa.gov</a>>. Acesso em: agosto de 2016.

FAO. FAO yearbook. Fishery statistics: capture production. Vol. 92/1. FAO, Rome, 2003.

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

FERREIRA, C.E.L.; JUNQUEIRA, A.O.R.; VILLAC, M.C.; LOPES, R.M.. Marine Bioinvasions in the Brazilian Coast: Brief Report on History of Events, Vectors, Ecology, Impacts and Management of Non-indigenous Species. Em: G.In: RILOV; J.A., G.; CROOKS (eds.), J. A. (Eds.). Biological Invasions in Marine Ecosystems, Ecological Studies 204,. [s.l.] Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008, pp.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.

FORTUNATO, JANAINA M.; HYPOLITO, RAPHAEL; MOURA, CLAUDIA L.; NASCIMENTO, SILVIA C. Caracterização da contaminação por metais pesados em área de mangüezal, Município de Santos (SP) Rev. Inst. Geol. 33 n.1: p. 57-69. 2012.

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.

FREITAS, D.M.; MUELBERT, J.H. Ichthyoplankton Distribution and Abundance of Southeastern and Southern Brazil Brazilian Archives of Biology and Technology V.47, n° 4: p. 601-612, 2004

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.

FURLAN, M.; CASTILHO, A. L.; FERNANDES-GÓES, L. C.; FRANSOZO, 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 ofOceanography, 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.

GIANNINI, R.; PAIVA FILHO, A. M. Os Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) da baía de Santos (SP), Brasil. Bolm. Inst. Oceanogr., 38, nº 1: p. 69-86, 1990

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.

GIMILIANI, GIOVANA T.; FONTES, ROBERTO F.C.; ABESSA, DENIS M. DE S. Modeling the dispersion of endocrine disruptors in the Santos Estuarine System (Sao Paulo State, Brazil) Brazilian Journal of Oceanography, 64 n.1: p.1-8. 2016

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.; WEBERG, 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.

GRIOCHE, A., KOUBBI, P.; HARLAY, X. Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages along the eastern English Channel, French coast, during spring 1995. Est. Coast. Shelf Sci., 49: p.141-152, 1999.

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.

HEATH, M.R. Field investigations of the early life stages of marine fish. Adv. Mar. Biol., v.28: p. 1-174, 1992.

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.AA.; 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 <a href="http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/2818-expedicao-remove-coral-invasor-em-tupinambas">http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/2818-expedicao-remove-coral-invasor-em-tupinambas</a>. Acesso em: 05 de agosto de 2016.

ILES, T. D.; SINCLAIR, M. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, v. 215: p.627-633, 1982.

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, nº 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 Bahía, 2002. 110p.

JUNQUEIRA, A.; JULIO, L.M.; FERREIRA-SILVA, M.A.G.; CAMPOS, S.H.C.; FERNANDES, F. C; LOPES R.M. Bioinvasão no ambiente marinho. In: Rosana M Rocha; Walter A P Boeger. (Org.). Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil. Curitiba: Editora UFPR, 2009, p. 271-284.

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 Carangideos da costa sudeste do Brasil. Tese de Dooutorado, 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 ichtyoneuston in the Southern Brazilian Byght. Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, v.38(2):p.133-146, 1990.

KATSURAGAWA, M. and Y. MATSUURA. Distribution and abundance of carangid larvae in the Southeastern Brazilian Bight, during 1975-1981. Boletim do Instituto Oceanográfico,, S Paulo, v.40: p. 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.; DIAS, 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: p. 85-121, 1993.

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

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, R. M. 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, nº 4), 2008b. 643 p.

KITAHARA, E.M. & MATSUURA, Y. Growth and mortality estimate of the soutwest 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, no 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.

LEITE, C.B.B., TOPOROVSKI, C.Z; MANCUSO, A. A. Contaminant Transport in the sedimentar aquifer of Alemoa. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America. IST Press, Lisboa, pp 389-392, 2008.

LIANG, T.H.; VEGA-PEREZ, L.A. Studies on Chaetognaths off Ubatuba Region, Brazil. II. Feeding habitats. Bolm Inst. oceanogr., S. Paulo, 43 no 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. I-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.

LIMA, I.D.; CASTELLO, J.P. Distribuition and abundance of South-west Atlantic anchovy spawners (Engraulis anchoita) in relation to oceanographic processes in the southern Brazilian shelf. Fish. Oceanogr. 4:p. 1-16, 1995

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.

LIU, S.H.; SUN, S.; HAN, B.P. Diel vertical migration of zooplankton following optimal food intake under predation. J. Plankton Res., v.25 n° 9: p. 1069-1077, 2003.

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, nº 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* (Poppe) (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, nº 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.

MARTINS, T.L.; VARGAS, V.M.F. Riscos à biota aquática pelo uso de tintas anti-incrustantesnos cascos de embarcações. Ecotoxicol. Environ. Contam., 8, nº 1: p.01-11, 2013.

MASUDA, L. S. M.; MOSER, G. A. O.; BARRERA-ALBA, J. J. Variação Temporal Do Fitoplâncton No Canal Estuarino Detemporal do microfitoplâncton no canal estuarino de Santos. Brazilian Journal of Aquatic Science and TechnologyTechnology, v. 15, nº 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 brazilinaBrazilian sardines, Sardinella aurita. I 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, 1971. 1971a.

MATSUURA, Y.; KATSURAGAWA, M. Larvae and juveniles of Grey Triggerfish, Balistes capriscus (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.

MIANZAN, H.W.; GUERREIRO, R.A. Environmental patterns and biomass distribution of gelatinous macrozooplankton. Three study cases in the south-western Atlantic Ocean. Sciencia Marina, v.64 (suppl. 1): p. 215-224, 2000.

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, nº 1, p. 21–35, 2011.

MIYASHITA, L.K.; GAETA, S.A.; LOPES, R.M. Life cycle and reproductive traits of marine podonids (Cladocera, Onychopoda) in a coastal subtropical area. Journal of Plankton Research v. 33 nº 5: p. 779-792, 2011. 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 microssatélites. Tese de Doutorado, Instituto de Ciências Biomédicas/Instituto Butantan, Universidade de São Paulo. 2008. 181p.

MOREIRA, G.S. Sobre a migração vertical diária do plâncton ao largo de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. Bolm Inst. oceanogr., S. Paulo, 25: p. 55-76, 1976.

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. e.; SINQUE, C. Processos oceanográficos e a distribuição de larvas de peixes na plataformaDistribution of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) larvae in the southern Brazilian continental sul brasileira. 6o. Congresso Latino Americano de Ciencias delshelf. Mar. Resumo.Freshwater Res., 47: p. 140, 1995311-314, 1996.

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.

NAKATA, H. Transport and distribution of fish eggs and larvae in the vicinity of coastal fronts. *Rapp. proverb. Réu. Cons. internation. Explor. Mer*, 191: p.153-159, 1979.

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.

Diagnóstico Técnico - Produto 2 Meio Biótico - APAM Litoral Centro

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.

OLIVEIRA, M.R. Zooplâncton da plataforma continental sudeste do Brasil, entre Mongaguá-SP (24° 05'S) e o Cabo de Santa Marta Grande-SC (28° 40'S), com especial referência aos copépodos Eucalanidae. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. 147p.

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.

PAIVA FILHO, A. M.; GIANNINI, R.; RIBEIRO NETO, F. B.; SCHMIEGELOW, J. M. M. Ictiofauna do complexo baía-estuário de Santos e São Vicente, SP, Brasil. São Paulo: Instituto Oceanográfico/Universidade de São Paulo, p.1–10. (Relatório Interno, v. 17), 1987.

PAIVA FILHO, A. M.; SCHMIEGELOW, J. M. M. Estudo sobre a ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*) nas proximidades da Baía de Santos, SP. Bolm. Inst. Oceanogr., 34: p. 79–85, 1986.

PARRISH, H.; NELSON, C.S.;BAKUN. A transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California Current. Biolog.Oceanog. v.112, p.175-203, 1981.

PASSOS, A. D. C. Epidemia de cólera no Sul do Brasil (Cholera epidemiology in Southern Brazil.). Cad. Saúde Pública, v. 15, nº 2, p. 426–427, 1999.

PEREIRA, HAMILTONHAMILTON 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. Marine Ecology, v.36, p.16-27, 2015.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, Instituto Oceanográfico, São Paulo.1981, 128p.,2001

PESSANHA, A.L.M. et. al., Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baia de Sepetiba, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v.17 n.1, p.251-261

PETROBRAS. Avaliação Ecológica Rápida (AER) da Laje da Conceição e da Ilha da Moela. Relatório Técnico Final da Laje da Moela. 2015a.

PETROBRAS. Avaliação Ecológica Rápida (AER) da Laje da Conceição e da Ilha da Moela. Relatório Técnico Executivo da Laje da Conceição. 2015b.

PETROBRAS. Monitoramento Ambiental do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos. 2016.

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, nº 2: p. 58-65, jul-dez, 2014

PIRES-VANIN, A. M. S.; CASTRO, B. M.; MIRANDA, L.B.; DIAS, J. F.; BICEGO, M. C.; KATSURAGAWA, M.; LOPES, R.; GIANESELLA, S. M. F.; CORBISIER, T. N. Síntese dos resultados e conclusões. 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, nº 4), 2008.

PIRES-VANIN, A.M.S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, B,C.L.D.; AIDAR, E.; MESQUITA, H.S.L.; SOARES, L.S.H.; KATSURAGAWA, M. Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental do atlântico sul brasileiro: Síntese dos resultados. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo, v.10: p. 217-2311993.

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: occurence, 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. Evidence of daily and hourly growth in pilchard larvae based on otholit growth increments, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Cybium, v.8, n.1, p.33-38, 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 planctónicos. Lisboa: Editora da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 114p., 1999.

RESGALLA Jr, C.; MONTÚ, M.A. Distribuição espacial e temporal de Pteropoda Euthecosomata (Mollusca, Gasteropoda) na plataforma do Sul do Brasil. Atlântica, v. 16: p.99-123, 1994.

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, .p205. 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, 2008b2008.
- SAMPAIO, A.F.P.; MATEUS, M.; RIBEIRO, R.B.; BERZIN, G. A modelling approach to study of faecal pollution in the Santos Estuary. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America. IST Press, Lisboa, pp 425-434, 2008a.
- SANTOS, L.C.M.; CUNHA-LIGNON, M.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y Impacto de petróleo no manguezal do Rio Iriri (Baixada Santista, São Paulo): diagnóstico da cobertura vegetal com base em fotografias aéreas digitais (1962 2003) Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu MG, p1-3. http://www.seb-ecologia.org.br/viiiceb/pdf/446.pdf Acesso em 08/08/2016.
- 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, no 2: p. 235-245, 2012.
- SCHMIEGELOW, J.M.M., GIANESELLA, S.M.F; SIMONETTI, C; SALDANHA-CORRÊA, F.M.P.; FEOLI, E.; SANTOS, J.A.P.; SANTOS, M.P.; RIBEIRO, R.B.; SAMPAIO, A.F.P. Primary producers in Santos Estuarine System. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America. IST Press, Lisboa, pp 161-174, 2008.
- SELLNER, K. G.; DOUCETTE, G. J.; KIRKPATRICK, G. J. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, v. 30, no 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.; CARTER, E.K. Review of the crevalle jacks, Caranx hipposncomplex (Teleostei: Carangidae), with a description of a new species from West Africa Fishery Bulletin v.105, no 2, p.207-233, 2007

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.

SOLÉ, 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, no 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, E.C.M.P.; CESAR, A.; GASPARRO, M.R.; ARGENTINO-SANTOS, R.C., ZARONI, L.P.; PEREIRA, C.D.A.; BERGMANN FILHO, T.U.; OLIVEIRA, L.F.J. Sediment quality of the Santos estuarine system. In: NEVES, R.; BARETTA, J; MATEUS, M. (eds) Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America. IST Press, Lisboa, pp 195-204, 2008.

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, no 1, p. 47-58, 2004.

SPACH, H.L. Estudo comparativo da distribuição espaçotemporal 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.; WĘSŁAWSKIB, 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 Ns.(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, no (Suppl 2), p. S3, 2008.

TANAKA, S., Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. FAO Fishery Techinical 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 anchoita* 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.

VEGA-PEREZ, L. A.; SCHINKE, K. P. Checklist do filo Chaetognatha do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica 11, p. 541-550, 2011.

VEGA-PEREZ, L.A. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. Publ. esp. Inst. oceanogr. S. Paulo 10: p. 65-84, 1993.

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.

Diagnóstico Técnico - Produto 2 Meio Biótico - APAM Litoral Centro

VILLAC, M. C.; CABRAL-NORONHA, V. A. P.; PINTO, T. O. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil 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.

WEISS, G., HUBOLD, G.; BONECKER, A.C.T. Eggs and larvae of *Maurolicus muelleri* (Cymelin, 1789) (Teleostei, Sternoptychidae) in the southwest Atlantic. Meeresforsch., v.32: p. 53-60, 1988.

WHEELER-ALM, E.; BURKE, J.; SPAIN, A. Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches. Water Research, v. 37, no 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 Clupeoideei). An annoted 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.

ZANIN, G, R.; KATSURAGAWA, M. Variação Sazonal do Ictioplâncton na região da Baía de Santos e Canal de Bertioga, SP, XV SIICUSP, Universidade de São Paulo, Disponível em: <a href="https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=3316&numeroEdicao=15">https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=3316&numeroEdicao=15</a>. Acesso em: 05 de agosto de 2016.

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, nº 2, p. 337, 1980.