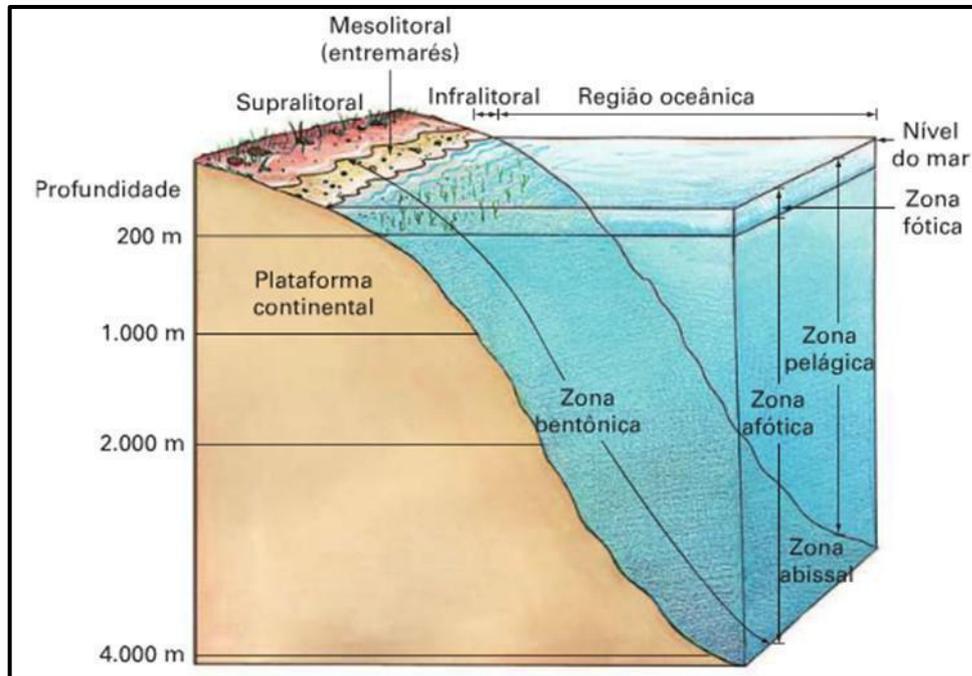


## Sistema Bentônico

### 3.2.6.3.1 Introdução

O sistema bentônico dos ambientes litorâneos corresponde às áreas de sedimentação, não consolidado (fundos arenosos/lamosos) ou consolidado (fundos rochosos), na qual se desenvolve uma alta biodiversidade de organismos, com variadas formas de vida e de alimentação (CASTRO & HUBER, 2012). Os organismos que habitam esse ambiente são conjuntamente chamados de bentos e vivem em íntima associação com o fundo oceânico (PIRES-VANIN, 2008). Os organismos bentônicos são amplamente distribuídos e estão presentes em grande abundância e frequência desde o início da região do mesolitoral, passando pela plataforma continental, talude continental até chegar à fauna encontrada em grandes profundidades (zonas abissais) ( **Figura 3.2.6.3.1-1** ). A composição e riqueza das comunidades bentônicas, no entanto, tendem a sofrer grandes mudanças com o aumento da profundidade como resposta às variações ambientais. De fato, muitas espécies bentônicas possuem capacidade de locomoção reduzida ou vivem fixas ao substrato (WEISBERG et al., 1997), o que faz com que sofram forte influência das condições ambientais, principalmente das características sedimentares (SNELGROVE & BUTMAN, 1994; THRUSH et al. 2003). Salinidade, matéria orgânica, hidrodinâmica e disponibilidade de oxigênio são outros exemplos de variáveis capazes de influenciar a estrutura das comunidades bentônicas (PEARSON & ROSENBERG, 1978; MCLUSKY et al., 1993; MCLACHLAN & BROWN, 2006)

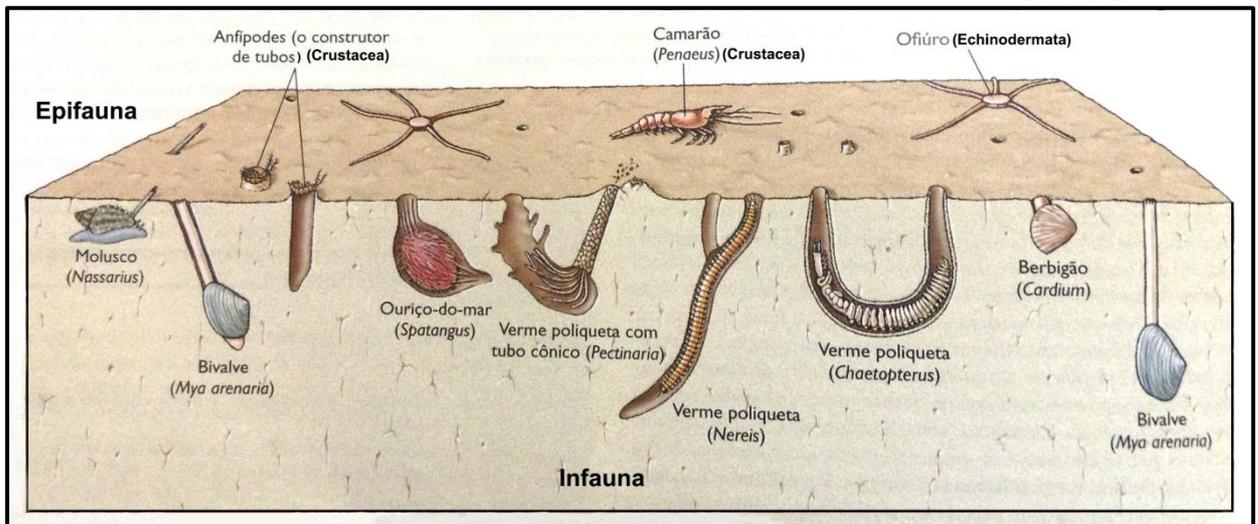
Figura 3.2.6.3.1-1 – Esquemática dos diferentes compartimentos biológicos marinhos, evidenciando a área de ocorrência de organismos bentônicos (Zona bentônica).



Fonte: [www.slideplayer.com.br](http://www.slideplayer.com.br).

O bento marinho é usualmente dividido em relação a posição na cadeia trófica, modo de vida, tamanho e especialmente tipo de substrato ao qual está associado. Produtores primários, como algas ou gramas marinhas, são classificados como fitobentos, enquanto organismos consumidores são denominados zoobentos. A classificação de acordo com o modo de vida considera a posição no sedimento que as espécies ocupam. Os organismos que vivem, se locomovem e alimentam na superfície do sedimento são considerados epifaunais; já aqueles que vivem enterrados ou em galerias no sedimento são considerados infaunais (Fig. 3.2.6.3.1 2). Por fim, o bento também é dividido em função de seu tamanho: organismos menores que 32  $\mu\text{m}$  pertencem ao microbentos, organismos com tamanho entre 32  $\mu\text{m}$  e 0,5 mm são classificados de meiobentos, e organismos maiores que 0,5 mm são denominados macrobentos e são os componentes da fauna bentônica mais comumente estudados (MCLACHLAN & BROWN, 2006; GIENE, 2009). Há ainda o megabentos, organismos maiores que 10,0 mm. Esses diferentes compartimentos da fauna bentônica tem características distintas na sua relação com o sedimento, o que faz com que cada um tenha uma dinâmica particular e seja influenciado de forma diferente por variáveis ambientais no sistema bentônico (VANAVERBEKE et al., 2011; SEMPRUCCI et al., 2003).

Figura. 3.2.6.3.1-2. Representantes da epifauna e infauna de fundos não consolidados do sublitoral de diferentes partes do mundo.



Fonte: Modificado de Castro & Huber (2012).

Uma grande diversidade de espécies habita a zona bentônica e praticamente todos os grupos de invertebrados, e muitos grupos de vertebrados, fazem parte do bentos. A macrofauna é composta em sua maior parte por espécies dos grupos Polychaeta, Crustacea e Mollusca, havendo maior contribuição de Echinodermata com o aumento da profundidade. Apesar de esses grupos dominarem em termos de abundância, outros grupos taxonômicos são frequentemente encontrados, como Sipuncula, Cnidaria e Nemertea (SNELGROVE, 1998; MCLACHLAN & BROWN, 2006). Quanto à meiofauna marinha, Nematoda e Copepoda são usualmente os grupos mais dominantes, mais uma grande variedade de táxons pode ser encontrada, em especial Polychaeta, Turbellaria, Tardigrada e Ostracoda (KOTWICKI et al., 2005). Devido a essa diversificação de habitats, os modos de vida e alimentação também são variados. Embora a maioria seja consumidor da cadeia de detritos depositados ou em suspensão (micrófagos: depositívoros, suspensívoros e filtradores), carnívoros, herbívoros, onívoros e consumidores de carniça são comuns.

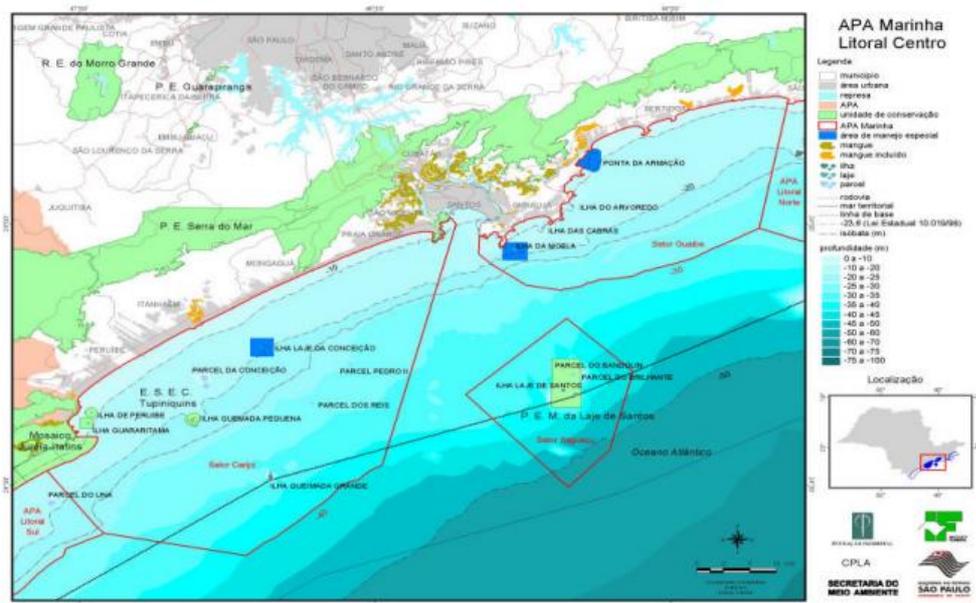
Os bentos desempenham papel vital no funcionamento dos ecossistemas marinhos e fornece bens e serviços ecossistêmicos essenciais. A importância da fauna bentônica para a estabilidade de seu habitat é reconhecida na literatura. Esses organismos desempenham papel na decomposição de microalgas, mineralização da matéria orgânica e no fluxo marinho de compostos químicos (LOMSTEIN et al., 1989; ANDERSEN & KRISTENSEN, 1992; HELISKOV & HOLMER, 2001). O hábito tubícola de algumas espécies pode facilitar o recrutamento de outras, exercendo papel na sucessão da comunidade (GALLAGHER et al., 1983). Os organismos bentônicos são importantes elos da teia alimentar, servindo como alimento para outros organismos, especialmente peixes, incluindo aqueles de importância econômica (AMARAL & MIGOTTO, 1980; WAKABARA et al., 1993; AMARAL et al., 2016), também são utilizadas na alimentação humana (como, por exemplo, espécies de moluscos e crustáceos) e fornecem substâncias utilizadas pela indústria farmacêutica (LAVRADO & IGNACIO, 2007).

Dada a ampla distribuição desses organismos, a estreita relação com as características ambientais e a relação com outros elementos na cadeia alimentar, o conhecimento da fauna bentônica se faz importante para compreender a biodiversidade dos ecossistemas costeiros. Os organismos bentônicos são ainda

considerados importantes indicadores da qualidade do ambiente, devido à sua baixa mobilidade e relação com o ambiente, e ambientes contaminados tendem a sofrer uma dinâmica de sucessão bentônica, com abundância de oportunistas e diminuição da riqueza (PEARSON & ROSENBERG, 1978; GRALL & GLEMAREC, 1997; BORJA et al., 2000). Dessa maneira, são extremamente valiosos em diagnósticos e monitoramentos ambientais.

Neste trabalho, foi considerado o sistema bentônico do infralitoral e plataforma interna da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro (APAMLC) do Estado de São Paulo. O infralitoral dessa região abrange profundidades entre 5 e 15 metros, enquanto a plataforma interna tem seu limite nas isóbatas de 30 metros no setor Guaíbe, de 40 metros no setor Carijó e 50 metros no setor Itaguaçu (Fig. 3.2.6.3.1-3).

Figura 3.2.6.3.1-3 – Mapa do Decreto nº 53.526, de 8 de outubro de 2008 de criação da APAMLC, com as delimitações dos três setores, Guaíbe, Itaguaçu e Carijó.



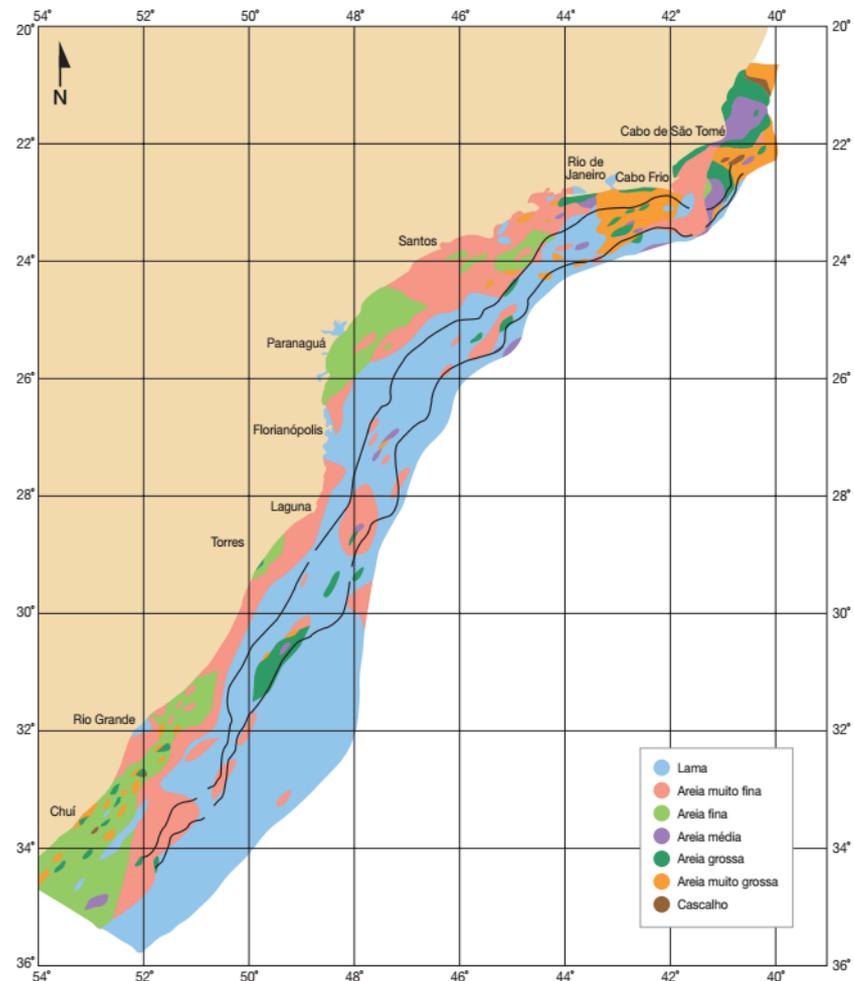
### 3.2.6.3.2 Características ecológicas

A APA Marinha do Litoral Centro possui 453 mil hectares e abrange os municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe. É uma área dotada de atributos ambientais, bióticos, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (SNUC, 2000).

O ambiente bentônico do infralitoral e plataforma continental da APA Marinha do Litoral Centro são fortemente influenciados por três massas de água de origens distintas: a Água Tropical (AT), na camada superficial, Água Central do Atlântico Sul (ACAS), logo abaixo, e Água Costeira (AC), a qual é resultado da mistura dessas duas massas de água com águas presentes na parte mais interna (RODRIGUES, 2009). O fundo da APAMLC possui características sedimentares homogêneas e é caracterizado principalmente por

mosaicos de areia fina e muito fina (FIGUEIREDO & TESSLER, 2004, FERREIRA, 2008) (Fig. 3.2.6.3.2-1).

**Figura 3.2.6.3.2-1. Mapa com a granulometria (diâmetro médio dos sedimentos) ao longo da costa brasileira**



Fonte: FIGUEIREDO & TESSLER, 2004.

Tais características hidrodinâmicas e sedimentares da zona bentônica da APAMLC influenciam fortemente a biodiversidade e estudos apontam para uma alta riqueza de espécies e abundância de indivíduos (JACOBUCCI, 2006; FERNANDES, 2008; RODRIGUES, 2009) em ambientes bentônicos.

A riqueza de espécies e alta abundância de indivíduos na APAMLC também foram registradas por Ávila (2016). Em amostras coletadas em 10 pontos distribuídos entre 10 e 40 m de profundidade, foram registrados 27.602 indivíduos pertencentes a 435 morfoespécies. O grupo mais diverso foi Polychaeta, com 165 espécies (38% do total de espécies), seguido de Mollusca, com 113 espécies (26%), Crustacea, com 95 espécies (22%) e Echinodermata, com 12 espécies identificadas (3%). Os outros grupos somaram 50 espécies no total, que representam 11% do total de espécies identificadas. Em relação ao número de indivíduos, os grupos mais abundantes foram Crustacea e Polychaeta, com número similar de representantes (9.446 poliquetas e 9.855 crustáceos).

Poliquetas também vem sendo apontados como o grupo dominante da macrofauna da região bentônica da Baía de Santos e plataforma continental adjacente (FERNANDES, 2008; SHIMABUKURO, 2011; ÁVILA, 2016). A composição e distribuição de poliquetas nessa região foi estudada por Ferreira (2008) e Shimabukuro (2011), os quais registraram alta diversidade de espécies e abundância de indivíduos. Ferreira (2008) encontrou 118 espécies distribuídas em 33 famílias e densidades de 6.159 indivíduos/0.36m<sup>2</sup> na baía e 974/0.18m<sup>2</sup> na plataforma. Shimabukuro (2011), por sua vez, registrou 214 espécies e mais de 16 mil indivíduos em 21 pontos de coleta. As características do sedimento e profundidade do local amostrado foram apontadas como as variáveis ambientais mais importantes para a distribuição das espécies do macrobentos. Considerando o megabentos, especialmente Brachyura, a correlação maior ocorre com as massas d'água, existindo evidente sazonalidade, tal como ocorre mais ao norte da região (Sartor, 1982). Em áreas rasas da baía de Santos, na isóbata de 20 m de profundidade, também foi detectada alto número de espécies de moluscos (FERREIRA, 2008).

A composição e estrutura da comunidade de anfípodes na plataforma continental adjacente à Baixada Santista foi registrada por Rodrigues (2009), que registrou 60 espécies pertencentes a 24 famílias. As espécies *Ampelisca paria*, *Metharpina sp.n.*, *Microphoxus moaresi*, *Urothoe sp.n.*, *Gitanopsis sp.* e *Photis brevipes* foram as dominantes. Nos trabalhos de Ferreira (2008) e Rodrigues (2009), menor diversidade de espécies foi registrada nas estações próximas à desembocadura da Baía de Santos, o que parece estar ligada a atividades antrópicas desenvolvidas na região (ver item Impactos).

Jacobucci et al. (2006) realizaram o primeiro levantamento da macrofauna de fital (i.e. fauna associadas à macroalgas marinhas) da ilha da Queimada Pequena (Itanhaém). Os autores investigaram espécies de moluscos, crustáceos e equinodermos associados à *Sargassum spp.* e encontraram 41 táxons e uma biodiversidade distinta em relação àquela observada na costa norte do estado de São Paulo. Das 16 espécies de moluscos encontradas, apenas os gastrópodes dos gêneros *Anachis* e *Odostomia* e os bivalves dos gêneros *Musculus* e *Modiolus* são encontrados na região norte do estado de São Paulo, o que destaca a Ilha da Queimada Pequena como um importante local para a conservação da biodiversidade.

Em relação ao fitobentos da APAMLC, Rocha-Jorge (2010) encontrou 188 espécies de macroalgas no Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS) até a profundidade de 40 m. Esse valor representa, aproximadamente, 50% das espécies conhecidas no Estado de São Paulo e destaca a importância dessa região como banco de germoplasma para os ecossistemas marinhos próximos (ROCHA-JORGE 2010). Foram registradas 23 espécies de algas verdes (Chlorophyta), 25 algas pardas (Heterokontophyta) e 130 algas vermelhas (Rhodophyta). Dentre essas, quatorze representaram novas ocorrências para o Estado de São Paulo, quatro para o Brasil e três para o Oceano Atlântico. Deve-se enfatizar que a maior diversidade de macroalgas ocorreu com a chegada das ACAS, as quais se aproximam da costa causando a estratificação térmica da coluna d'água e provendo grande aporte de nutrientes (ROCHA-JORGE 2010).

A diversidade do fitobentos na APAMLC também foi destacada por Oliveira et al., (2012), o qual observou diversas espécies de algas na Ilha da Queimada Grande. Nas áreas mais rasas da ilha, de até cinco metros de profundidade, ocorrem algas verdes dos gêneros Briopsis, Chaetomorpha, Codium e algas vermelhas dos gêneros Asparagopsis, Bostrichia, Gracilaria, Ochtodes. Já nas áreas mais profundas, foi registrada a ocorrência de algas pardas dos Gêneros Dictyopteris, Dictyota, Padina, Sargassum, vermelhas e verdes (Avrainvillea, Chaetomorpha, Codium).

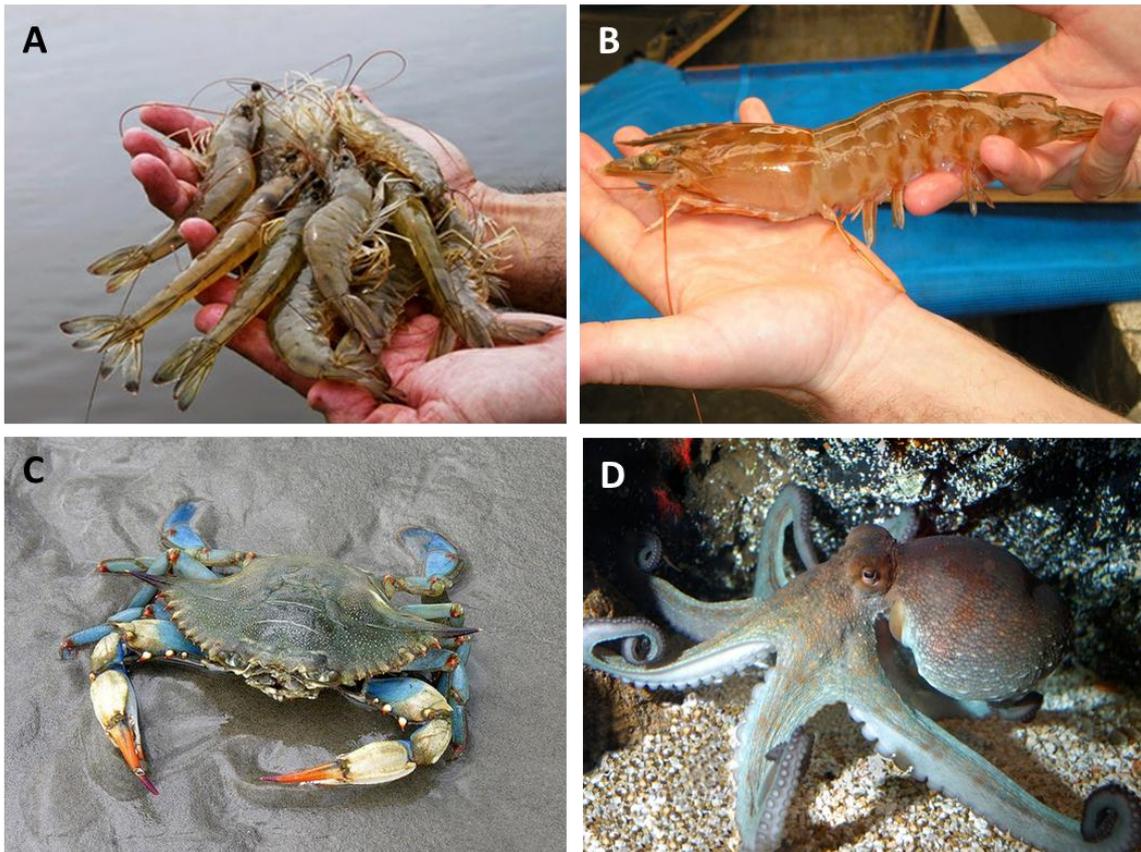
### 3.2.6.3.3 Características socioeconômicas

Devido à presença de mão-de-obra especializada, à proximidade com a capital e a biodiversidade local, a região bentônica da APAMLC apresenta potencial para serviços ligados principalmente à pesca e ao turismo náutico.

- Pesca

A pesca é uma das atividades econômicas mais importantes desempenhadas no ambiente bentônico da APAMLC. Segundo GEFE et al. (2004), apenas a Baixada Santista abriga mais de 10 mil pessoas que vivem direta ou indiretamente da pesca artesanal (pesca de pequena escala). Entre as espécies mais capturadas, destacam-se camarões, polvos, caranguejos e siris (Fig. 3.2.6.3.3-1).

**Figura 3.2.6.3.3-1. Espécies bentônicas utilizadas como recurso pesqueiro na APAMLC. A) camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), B) camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*), C) siri-azul (*Callinectes sapidus*), D) polvo (*Octopus vulgaris*).**



Fonte: Biopix

Desde a década de 1960 a pesca de camarões na costa do Estado de São Paulo é muito importante para a economia pesqueira no litoral Sudeste do Brasil, especialmente para a região da Baixada Santista (VALENTINI et al., 1991a, 1991b). Essa pesca é realizada por duas frotas distintas: a dirigida ao camarão-sete-barbas e camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) (SOUZA et al., 2009). Souza et al. (2009) destaca que o ciclo de produção extrativa do camarão-sete-barbas é de nove meses ao ano, sendo que os três meses restantes correspondem ao defeso. Os melhores rendimentos históricos estão na faixa de 16 000 toneladas/ano, valor bastante superior aos rendimentos máximos sustentáveis, estimados entre 3 000 e 7 000 toneladas.

#### ▪ Pesca por município

Os municípios de Santos e Guarujá são municípios que mais contribuem para a captura de pescados no Estado de São Paulo. Juntos, responderam por 66,4%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 11,5% das descargas ocorridas no estado entre 2009 e 2013 (Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca). Nesse período foram registradas 47.153 descargas de pescado, oriundas de um universo de 1.115 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 17.217,5 t por ano, que movimentou uma receita

estimada de aproximadamente R\$ 58 milhões por ano (espécies bentônicas e nectônicas somadas). Entre as espécies bentônicas capturadas nesses municípios destacam-se o camarão-sete-barbas e o polvo em peso, e o camarão rosa em valor estimado (Tab. 3.2.6.3.3-1).

**Tabela 3.2.6.3.3-1. Principais espécies bentônicas capturadas nos municípios de Santos e Guarujá entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.**

#	Pescado	Kg no Período	Nº de descargas	Valor estimado
1	Camarão-rosa	1.412.764,50	1.558	R\$ 51.097.752,38
2	Camarão-sete-barbas	7.042.442,35	30.820	R\$ 35.604.252,85
3	Caranguejos agrupados	4.226,31	23	R\$ 41.754,48
4	Mexilhão	22.020,00	720	R\$ 169.010,50
5	Polvo	3.000.123,00	2.420	R\$ 35.045.959,28
6	Siri-azul	1.080,60	67	R\$ 8.473,35
7	Siris agrupados	828,23	95	R\$ 6.729,69

O município de São Vicente respondeu por 0,4%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 1,2% das descargas ocorridas no Estado de São Paulo entre 2009 e 2013. Esses valores fazem de São Vicente o décimo município que mais contribuiu para a captura de pescados no Estado no período e o décimo quarto em número de descargas. Nesse período foram registradas 4.961 descargas de pescado, oriundas de um universo de 44 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 111 t por ano, que movimentaram uma receita estimada de aproximadamente R\$ 248 mil por ano. O camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e o siri-azul (*Callinectes sapidus*) foram as principais espécies capturadas no município (Tabela 3.2.6.3.3-2).

**Tabela 3.2.6.3.3-2 – Principais espécies bentônicas capturadas no município de São Vicente entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.**

#	Pescado	Kg no Período	Nº de descargas	Valor estimado
1	Camarão-sete-barbas	11.661,00	57	R\$ 70.777,75
2	Caranguejos agrupados	147,72	2	R\$ 1.107,90
3	Mexilhão	269,00	9	R\$ 1.811,50
4	Polvo	1,00	1	R\$ 10,20
5	Siri-azul	685,00	64	R\$ 5.183,00
6	Siris agrupados	60,03	7	R\$ 466,62

O município de Bertioga respondeu por 0,8%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 1,9% das descargas ocorridas no Estado de São Paulo entre 2009 e 2013, o que faz de Bertioga o sétimo município que mais contribuiu para a captura de pescados no Estado no período e o décimo segundo em número de descargas. Nesse período, foram registradas 7.608 descargas de pescado, oriundas de um universo de 200 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 213,6 t por ano, que movimentaram uma receita estimada de aproximadamente R\$ 1,25 milhões por

ano. As principais espécies bentônicas capturadas foram o camarão-sete-barbas, o camarão-rosa e o polvo (Tab.3.2.6.3.3-3).

**Tabela 3.2.6.3.3-3. Principais espécies bentônicas capturadas no município de Bertioga entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.**

#	Pescado	Kg no Período	Nº de descargas	Valor estimado
1	Camarão-rosa	4.878,90	56	R\$ 154.783,52
2	Camarão-sete-barbas	811.857,60	6.740	R\$ 3.381.441,89
3	Polvo	1.131,10	47	R\$ 7.631,43
4	Siris agrupados	511,00	55	R\$ 1.382,30

O município de Praia Grande respondeu por 0,3%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 2,4% das descargas ocorridas no Estado de São Paulo entre 2009 e 2013, o que faz de Praia Grande o décimo primeiro município que mais contribuiu para a captura de pescados no Estado no período e o décimo em número de descargas. Nesse período, foram registradas 9.890 descargas de pescado, oriundas de um universo de 84 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 73,1 t por ano, que movimentaram uma receita estimada de aproximadamente R\$ 340 mil por ano. As principais pescas bentônicas foram camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e o siri-azul (*Callinectes sapidus*) (Tab.3.2.6.3.3-4).

**Tabela 3.2.6.3.3-4. Principais espécies bentônicas capturadas no município de Praia Grande entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.**

#	Pescado	kg no Período	Nº de descargas	Valor estimado
1	Camarão-sete-barbas	1.334,50	53	R\$ 7.877,33
2	Siri-azul	71,78	38	R\$ 483,90
3	Siris agrupados	84,67	43	R\$ 340,63

O município de Mongaguá respondeu por 0,2%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 1,7% das descargas ocorridas no Estado de São Paulo entre 2009 e 2013, o que faz de Mongaguá o décimo terceiro município que mais contribuiu para a captura de pescados no Estado no período, e também em número de descargas. Nesse período foram registradas 6.964 descargas de pescado, oriundas de um universo de 58 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 60,4 t por ano, que movimentaram uma receita estimada de aproximadamente R\$ 223 mil por ano. O camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e o siri-azul (*Callinectes sapidus*) foram as principais espécies capturadas no município (Tab. 3.2.6.3.3-5).

**Tabela. 3.2.6.3.3-5. Principais espécies bentônicas capturadas no município de Mongaguá entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.**

#	Pescado	Kg no Período	Nº de descargas	Valor estimado
1	Camarão-sete-barbas	11.558,34	967	R\$ 72.929,00
2	Siri-azul	67,47	25	R\$ 518,88
3	Siris agrupados	319,52	98	R\$ 1.701,35

O município de Itanhaém respondeu por 0,2%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 1,2% das descargas ocorridas no Estado de São Paulo entre 2009 e 2013, o que faz de Itanhaém o décimo quarto município que mais contribuiu para a captura de pescados no Estado no período e o décimo quinto em número de descargas. Nesse período foram registradas 4.852 descargas de pescado, oriundas de um universo de 121 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 49,1 t por ano, que movimentaram uma receita estimada de aproximadamente R\$ 259 mil por ano. As principais categorias de pescados bentônico descarregadas no município foram: o camarão-sete-barbas, o camarão-rosa e o mexilhão (Tab. 3.2.6.3.3-6).

O município de Peruíbe respondeu por 0,5%, do total de 129,6 mil t de pescado, e 2,9% das descargas ocorridas no Estado de São Paulo entre 2009 e 2013, o que faz de Peruíbe o nono município que mais contribuiu para a captura de pescados no Estado no período e o oitavo em número de descargas. Foram registradas 11.939 descargas de pescado, oriundas de um universo de 445 diferentes Unidades Produtivas que atuaram no período. O volume médio de pescados descarregados foi de 120 t por ano, que movimentaram uma receita estimada de aproximadamente R\$ 620 mil por ano. As principais categorias de pescados descarregadas no município foram o camarão-sete-barbas e o mexilhão (Tab. 3.2.6.3.3-7).

Tabela 3.2.6.3.3-6. Principais espécies bentônicas capturadas no município de Itanhaém entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.

#	Pescado	Kg no Período	N de descargas	Valor estimado
1	Camarão-rosa	85,30	2	R\$ 4.515,65
2	Camarão-sete-barbas	148.775,65	3.033	R\$ 891.132,32
3	Mexilhão	2.291,00	89	R\$ 13.504,50

Tabela 3.2.6.3.3-7. Principais espécies bentônicas capturadas no município de Peruíbe entre 2009 e 2013. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca.

#	Pescado	Kg no Período	Nº de descargas	Valor estimado
1	Camarão-rosa	50,68	15	R\$ 1.713,05
2	Camarão-sete-barbas	149.754,68	2.826	R\$ 1.140.990,10
3	Caranguejo-guaíamum	54,30	8	R\$ 2.443,50
4	Mexilhão	72.291,58	1.790	R\$ 669.766,36
5	Polvo	1,00	1	R\$ 2,50
6	Siri-azul	39,41	12	R\$ 314,35
7	Siris agrupados	793,16	305	R\$ 4.371,20

#### ▪ Turismo e outras atividades

O turismo provém uma importante fonte de recurso econômico na região da APAMLC. Além de abrigar o PEMLS, um dos mais reconhecidos pontos para mergulho no litoral do estado de São Paulo, a APAMLC abriga também a Laje da Conceição, Ilha da Queimada Grande e Parcel Dom Pedro II pontos de mergulho também bastante procurados.

É importante salientar como outra atividade econômica na APAMLC é a instalação de cabos submarinos de telecomunicações internacionais, como os empreendimentos SEABRAS-1, MONET, JUNIOR e TANNAT. Esses empreendimentos foram licenciados junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e referem-se ao lançamento e instalação do cabo por via oceânica e a chegada ao litoral do Estado de São Paulo. A rota para instalação do cabo submarino do sistema SEABRAS-1, por exemplo, atravessa o Oceano Atlântico desde Nova Jersey, litoral dos Estados Unidos, até a cidade de Praia Grande, onde foi realizada a conexão em estação terrestre localizada na orla oceânica deste município.

#### 3.2.6.3.4 Ameaças e impactos

Embora seja caracterizada como uma área de proteção ambiental, a APAMLC sofre o impacto de diversos tipos de atividades como lazer, turismo, exploração pesqueira, tráfego marítimo, movimentação portuária, obras costeiras, disposição inadequada de resíduos sólidos e despejo de efluentes industriais e esgotos domésticos.

A região ao redor da APAMLC abriga o Porto de Santos, o maior porto da América Latina, e um dos mais importantes polos petroquímico e industrial do país, situado em Cubatão. Devido a essa configuração,

contaminação por poluentes decorrentes de atividades portuárias e descarga de efluentes domésticos e industriais são historicamente as principais ameaças à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos da APAMLC (LAMPARELLI et al., 2001; BURUAEM et al., 2013).

Altas concentrações de nutrientes, metais, hidrocarbonetos e benzenos têm sido registradas na região da APAMLC (HORTELLANI et al., 2008, BÍCEGO et al., 2006; MARTINS et al., 2010). Também tem sido verificada a acumulação desses compostos em organismos bentônicos, como mexilhões, ostras, camarões e caranguejos (LAMPARELLI et al., 2001; TORRES et al., 2012). Essa contaminação afeta o metabolismo das espécies bentônicas e pode causar drásticas mudanças nas comunidades e nos bens e serviços ecossistêmicos fornecidos por ela (CARMAM, 1997). Ainda, essa contaminação pode se acumular na cadeia trófica e causar sérios danos para populações humanas.

A contaminação é também resultado da presença do Emissário Submarino de Santos (Baía de Santos). Segundo Gomes et al., (2009) e Martins et al., (2008), as áreas adjacentes ao Emissário Submarino comportam-se como fonte poluidora e contribuem para a introdução do mercúrio e poluentes orgânicos no ecossistema aquático da região. Hortellani et al., (2005) encontraram que cerca de 90% das amostras obtidas no estuário de São Vicente apresentaram concentrações superiores ao limite estabelecido pela legislação Canadense e adotado pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB). Ainda, os autores encontraram que 35% das amostras possuem teor de Hg > 0,70 µg g<sup>-1</sup>, provável nível de ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica, indicando um aumento devido às atividades industriais, portuárias e urbanas. Esses resultados destacam que cuidados devem ser tomados nas áreas de segurança química do pólo industrial de Cubatão, atividades portuárias, efluentes domésticos e lixões, assim reduzindo o impacto ambiental e os riscos à saúde pública. Importante ressaltar que, além do Emissário Submarino de Santos, a APAMLC também está sob a influência do Emissário Submarino da Praia Grande. A correlação negativa existente entre biodiversidade e riqueza do macrobentos com a presença de emissários submarinos, fica muito evidente quando os dados são espacializados. Consulta ao SantosWebAtlas (SARTOR, 2013), no link <http://santoswebatlas.com.br/macrobentos/macrobentos2/mapadivinter/>, indica em vermelho as mais baixas diversidades coincidindo com as áreas com elevado índice de coliformes fecais, na saída do Emissário mostram em vermelho as mais baixas diversidades coincidindo com as áreas com elevado índice de coliformes fecais, na saída do Emissário - <http://santoswebatlas.com.br/mapas/esgoto/mapa/>.

A atividade portuária é outra importante fonte de impacto ao ecossistema bentônico. As operações de manuseio, transporte e armazenagem da carga, assim como os serviços de manutenção da infraestrutura, o abastecimento e reparo de embarcações, máquinas e equipamentos podem gerar resíduos sólidos e líquidos e, conseqüentemente, impactar o ambiente (AMARAL et al., 2016) . O alto fluxo de embarcações em áreas portuárias aumenta consideravelmente a chance de impacto ambiental no ecossistema bentônico por meio de 1) vazamentos ou derramamentos de óleo durante a operação de abastecimento e transferência entre embarcações ou entre embarcação e terminal ou colisão e encalhe; 2) vazamentos ou derramamentos de óleo durante colisão ou encalhe e 3) transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos ou espécies invasoras por meio da água de lastro e incrustações no casco (AMARAL et al., 2016). Em relação ao último tópico, é importante ressaltar que espécies invasoras como o molusco *Isognomon* e o poliqueta *Polydora* já foram registradas na APAMLC por Jacobucci (2006) e Ávila (2016), respectivamente. Essas espécies, por não possuírem inimigos naturais em sua nova área de ocorrência, podem prejudicar significativamente as espécies nativas, chegando até mesmo a provocar a extinção local de espécies.

Devido ao grande aporte sedimentar que adentra o baixo estuário, o Canal do Porto de Santos necessita de dragagens permanentes para manter a profundidade do canal e permitir o acesso dos grandes navios ao porto (BURUAEM et al., 2013). Operações de dragagens removem todo o material do fundo do oceano, incluindo organismos bentônicos. Com exceção de algumas poucas espécies que tem a capacidade de se enterrarem muito profundamente no sedimento, dragagens podem resultar na remoção completa de toda a biota local (NEWELL 1998). Nos últimos anos, o fluxo de embarcações no porto de Santos tem crescido consideravelmente, consequência da privatização do porto e do aumento no comércio exterior. Consequentemente, dragagens têm sido cada vez mais necessárias e frequentes para a manutenção ou aumento da profundidade do canal de navegação, o que ocasiona sérios impactos no ecossistema bentônico local (LAMPARELLI et al., 2001; BURUAEM et al., 2013). Adicionalmente, temos o impacto do despejo do material dragado em áreas próximas, o que compromete a qualidade da água e afeta consideravelmente o sistema bentônico, uma vez que os sedimentos e poluentes despejados tendem a se acumular no sedimento ou ficar em suspensão na coluna d'água, afetando, dessa maneira, a composição e distribuição das comunidades bentônicas (AMARAL et al., 2016). O descarte de sedimento contaminado com poluentes pode ser dispersado com as correntes, afetando áreas mais distantes do local de disposição e consequentemente o macrobentos.

Impactos por dragagens também estão relacionados com a pesca de espécies bentônicas, como camarão e moluscos (THRUSH et al. 1995). As pescas têm impactos diretos e indiretos no ecossistema bentônico. Os impactos diretos incluem a redução do estoque de adultos, diminuição do tamanho da população em função da retirada dos indivíduos de maior tamanho, captura acessória de juvenis ou a captura acidental de outras espécies, assim como a destruição e alteração dos habitats. Os impactos indiretos são menos evidentes, mas as embarcações de pesca contribuem para as alterações climáticas, devido às emissões de carbono resultantes do uso de combustíveis. As dragas e o arrasto intensivo, que raspam ou escavam o fundo marinho, são os métodos de pesca com maior impacto no meio ambiente, tanto em termos de destruição de habitats/seletividade de captura, como em termos de emissões de carbono.

A instalação do Sistema de dois Cabos Submarinos de Fibras Ópticas também afetará negativamente o ecossistema bentônico da APAMLC. De acordo com o projeto, a instalação do cabo de fibras ópticas em águas com menos 1000 m de profundidade será realizada por meio do enterramento do cabo com o auxílio de um arado marinho em um sulco de aproximadamente um metro de profundidade (ECOLOGY BRASIL 2005 a, b). Os impactos ambientais relacionados ao assentamento do cabo em águas costeiras incluirão a presença do navio instalador próximo à costa (aproximadamente 6Km), o lançamento de efluentes sanitários, geração de resíduos sólidos a bordo, lançamento de resíduos alimentares triturados, interferência com o fundo marinho e na comunidade bentônica, a geração de ruído, a interferência nas atividades locais, entre elas a atividade pesqueira, e a ressuspensão do material sedimentar devido ao enterramento do cabo.

Assim como ocorre em toda a costa, aos ambientes costeiros da APAMLC estão ameaçados pelos efeitos das mudanças climáticas, em que se prevê a redução e a fragmentação de ecossistemas costeiros e marinhos, recuo da linha de costa pela elevação do nível médio relativo do mar e aumento de processos erosivos na zona costeira (IPCC, 2014). Esses impactos atingirão a biodiversidade, os serviços ambientais e os meios de subsistência de populações humanas, como detalhado no diagnóstico do meio físico do presente estudo. Dentre os impactos previstos sobre o infralitoral como consequência de uma eventual elevação do nível do mar estão: erosão da linha da costa, impacto por ondas de tempestades, alteração da amplitude de marés e mudança nos padrões sedimentares, afetando a biota associada (TURRA & DENADAI, 2015).

### 3.2.6.3.5 Estado de conservação

Sabe-se que a APAMLC engloba uma área bastante crítica em termos de degradação ambiental. A área encontra-se intensamente urbanizada, o que traz consigo inúmeros problemas em relação à poluição e contaminação. Além disso, conta com uma intensa atividade portuária, turística, industrial e pesqueira, o que resulta em uma série de impactos em toda a extensão de seu infralitoral e plataforma adjacente.

A redução da contaminação por poluentes na região da APAMLC tem sido objetivo de políticas governamentais desde a década de 80, quando um amplo programa para recuperar a qualidade ambiental da região de Cubatão foi adotado (LAMPARELLI et al., 2001). Recentemente, o estabelecimento das áreas de proteção ambiental como a APAMLC reforçaram essa busca. Entretanto, apesar dos esforços para melhorar a qualidade ambiental, ainda há evidências de que atividades antrópicas continuam prejudicando a biota local e de que os níveis de contaminação não estão caindo (CESAR et al., 2007; ABESSA et al., 2008). O estado de conservação parece ser variável entre áreas da APAMLC. Segundo os resultados obtidos quanto ao status de Integridade Ambiental, presentes no capítulo sobre Diagnóstico de Integridade deste documento, o estado de conservação da maior parte da plataforma interna dos setores Guaíba e Itaguaçu, e a parte mais profunda da plataforma interna abrangida do Setor Carijó apresentam status bom ou ótimo. Entretanto, Fernandes et al. (2008), avaliaram a comunidade de poliquetas na Baía de Santos e adjacências e encontraram menores valores de densidade, riqueza, diversidade e equitatividade de espécies na porção central da Baía de Santos e na faixa de transição entre a desembocadura da baía e a plataforma adjacente. Nessa região foi registrada dominância dos poliquetas oportunistas e tolerantes *Mediomastus capensis*, *Prionospio* sp. e *Aricidea* cf. *catharine*, o que parece estar relacionado a uma maior concentração de poluentes orgânicos, metais pesados e hidrocarbonetos advindos do efluente urbano e dragagem do canal do porto de Santos. Considerando que o ambiente bentônico é conectado e influenciado de forma direta por alterações em áreas adjacentes, a preservação desse ambiente depende da compreensão dessa conectividade. Por isso, é recomendado que a conservação do ecossistema APAMLC seja considerado holisticamente, abrangendo áreas dentro e fora dos limites da APAMLC.

O estoque pesqueiro da região também merece atenção quanto ao seu estado de conservação. Apesar da recorrente dificuldade de obtenção de dados estatísticos sistemáticos e confiáveis, a avaliação da maioria das avaliações pesqueiras acima referidas sugere que espécies bentônicas de maior valor agregado, como camarões e polvos, estão sujeitas à sobrepesca em amplos setores da APAMLC. No caso do camarão-rosa (*Penaeus paulensis*), a pesca industrial foi iniciada na década de 40 (VALENTINI et al. 1991a) e a exploração descontrolada ocasionou o declínio do estoque e o colapso da pesca (D'INCAO 2002). De acordo com dados do Instituto de Pesca, SP, foram capturadas 4.750 toneladas de camarão-rosa em 1969, enquanto somente 392 toneladas foram capturadas em 1999. A produção do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) não apresenta declínio tão acentuado como a do camarão-rosa, entretanto, a queda na sua produção é um fato e, já na década de 1970, Santos et al. (1973) alertavam para a necessidade de contenção do esforço pesqueiro dirigido a *X. kroyeri*.

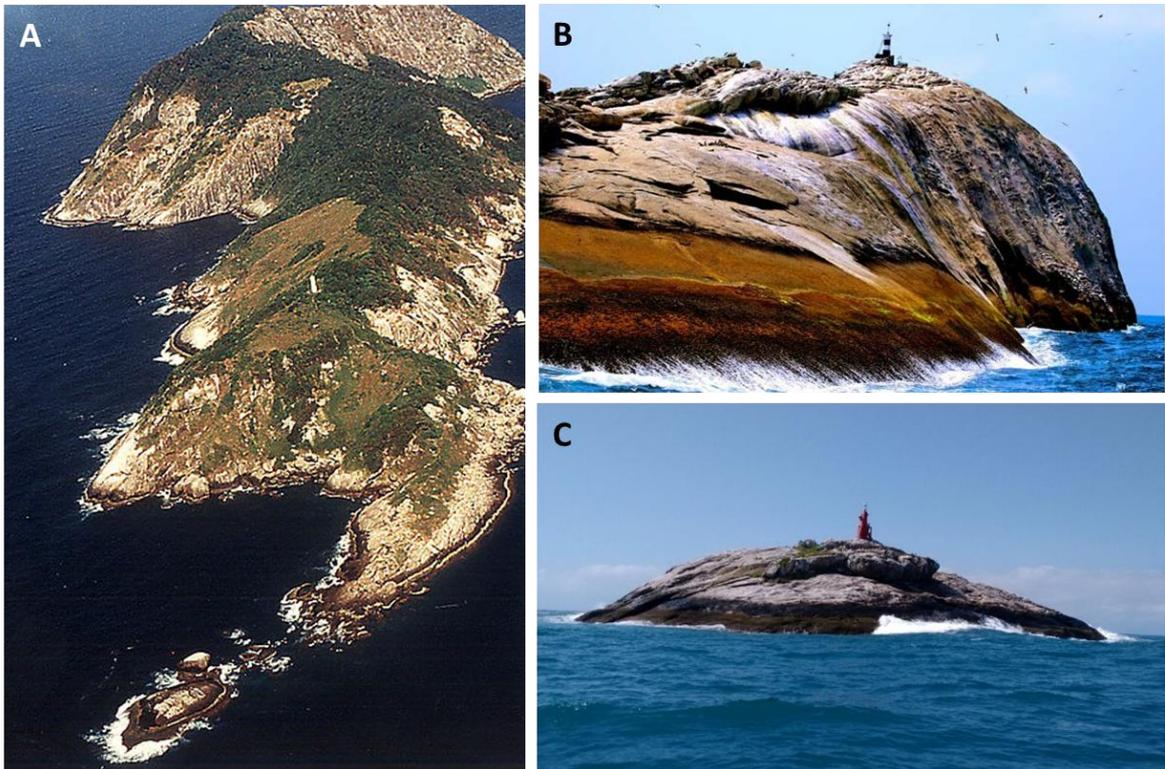
### 3.2.6.3.6 Áreas críticas

Em relação à APAMLC, estudos realizados por Fernandes (2008) e Rodrigues (2009), assim como o diagnóstico participativo associado à análise dos resultados sugere que o estuário de Santos e São Vicente são as áreas com maiores concentrações de poluente e menor biodiversidade. Portanto, torna-se

necessário que medidas para mitigação dos impactos existentes nessa área sejam adotadas imediatamente.

Os parcéis, ilhas e lajes oceânicas localizadas na APAMLC possuem uma biodiversidade consideravelmente maior que outras regiões próximas (JACOBUCCI et al., 2006; ROCHA JORGE, 2010; OLIVEIRA et al., 2012) (Fig. 3.2.6.3.6-1). Essas áreas abrigam exemplares raros da biota regional e são importantes berçário da vida marinha atuando, dessa maneira, como refúgios da biodiversidade, ainda, essas áreas também trazem recursos econômicos importantes associados ao turismo e esportes aquáticos ali realizados. Por isso, é importante que programas de monitoramento e conservação sejam adotados nesses habitats.

Figura 3.2.6.3.6-1 Áreas importantes para a manutenção da biodiversidade bentônica da APAMLC. A) Ilha da Queimada Grande; B) Laje de Santos, C) Laje da Conceição.



Fonte Jornal da Orla e Pescaqui

### 3.2.6.3.7 Cenários futuros

A APAMLC está localizada em uma área susceptível a uma ampla gama de impactos, ocasionados pela expansão urbana e turística na região, aporte de contaminantes pelo estuário de São Vicente e emissários submarinos, atividades portuárias e industriais, tráfego de embarcações e pesca descontrolada. Sem uma gestão da unidade que seja capaz de mitigar possíveis impactos e controlar a expansão urbana na região,

a integridade e equilíbrio ecológico e sustentável dos ecossistemas contidos na APAMLC certamente serão comprometidos.

A necessidade de medidas de avaliação e mitigação de impactos se faz urgente, sobretudo, devido a planos que já estão em andamento, como a ampliação das atividades do Porto de Santos. Esse aumento da atividade portuária acarretará um aumento na frequência de dragagens do canal e maior tráfego de embarcações, o que poderá impactar profundamente as comunidades bentônicas. O maior fluxo de transporte também aumentará a possibilidade de acidentes, como colisões e vazamentos, e, portanto, torna-se necessário um aumento do controle e fiscalização na área.

### 3.2.6.3.8 Indicadores para monitoramento

O objetivo principal da APAMLC é a manutenção dos ecossistemas naturais de importância regional ou local. Desta forma, deve-se realizar o monitoramento ambiental contínuo da área da referida APA através da análise espaço-temporal de sua fauna e flora, e das suas características ambientais.

Os organismos bentônicos são amplamente utilizados como indicadores ambientais por responderem de forma previsível a distúrbios naturais e antropogênicos (AMARAL *et al.* 1998). Assim, o uso desses organismos se torna uma ferramenta fundamental para o diagnóstico ambiental, principalmente em áreas prioritárias para conservação onde se deve conhecer o estado do ecossistema para definir planos de manejo e ações prioritárias. O conhecimento da diversidade e dominância desses organismos mostra como são explorados recursos como espaço e alimento. Entretanto, o limitado número de estudos realizados na região impossibilita a pronta identificação das melhores espécies que podem ser utilizadas como indicadoras. De maneira geral, espécies oportunistas, as quais apresentam rápido crescimento populacional em ambientes impactados, são consideradas excelente bioindicadores. Nesse contexto, as espécies oportunistas *Mediomastus capensis*, *Prionospio* sp. e *Aricidea* cf. *catharine* registradas na APAMLC (FERNANDES, 2008) parecem ser escolhas viáveis para o biomonitoramento da região. Na falta de indicadores populacionais, estudos de comunidade bentônica podem indicar a qualidade ambiental. O uso de índices baseados na composição da fauna bentônica tem sido cada vez mais utilizado e recomendado para monitoramento das áreas costeiras, incluindo na costa brasileira (BRAUKO *et al.*, 2015). Dentre os diferentes índices, o mais comum é o AMBI (AZTI Marine Biotic Index) (BORJA *et al.*, 2000). O índice é calculado baseado na abundância relativa de grupos ecológicos de tolerância à poluição, aos quais as espécies são atribuídas seguindo uma base mundial de dados. Com isso é possível avaliar o grau de perturbação de uma ou diferentes áreas. Outra alternativa interessante para avaliar a condição da biodiversidade bentônica e recursos pesqueiros é o acompanhamento do volume de pescado na região. Esse acompanhamento pode ser feito por grupo ou por espécies e forneceria estimativas de suas abundâncias e da ecologia trófica do ecossistema.

### 3.2.6.3.9 Lacunas de conhecimento

O atual conhecimento do bentos da APAMLC é bastante insatisfatório. Há pouca ou nenhuma informação sobre a taxonomia e da distribuição espacial de diversos grupos e associações de espécies ao longo da costa. São escassas ou virtualmente inexistentes informações confiáveis e consistentes sobre a densidade, biomassa e variabilidade temporal do macro-, meio- e microbentos como um todo e mesmo das espécies já exploradas ou com evidente potencial de uso. O conhecimento do bentos das APAMLC é

ainda mais insatisfatório no que se refere à micro- e meiofauna. Embora as informações sobre o macrobentos sejam mais numerosas, são ainda insuficientes para a estimativa confiável de densidades populacionais ou biomassas e conseqüentemente do potencial de captura de muitas das espécies que constituem recursos naturais diretamente utilizados pelo homem.

Não foi encontrado estudo sobre a produção secundária de espécies bênticas no infralitoral e plataforma continental da APAMLC. Com exceção das análises baseadas em estatísticas pesqueiras, que nem sempre geram séries temporais regulares ou não são produto de esforços amostrais padronizados, virtualmente inexistem estudos sistemáticos confiáveis sobre a produção secundária de espécies bênticas de plataforma, mesmo daquelas de importância comercial.

De maneira geral, a principal lacuna do conhecimento sobre os bentos da APAMLC é a escassez de dados relativos ao tamanho das populações de espécies de interesse econômico ou ecológico. A comunidade meiofaunal é sequer estudada na região, enquanto os estudos com macrobentos são escassos, e realizados em diferentes áreas da unidade. É importante lembrar que um levantamento mais abrangente da biodiversidade local se faz necessário para que a realização do monitoramento se dê de forma mais consistente e para confirmar se os organismos citados para monitoramento se encontram na fauna bentônica atual da área. O levantamento do microfítobentos também é importante, uma vez que eles podem contribuir com grande parte da produção primária em ambientes estuarinos, sustentando a cadeia alimentar local.

Há também carência de estudos que avaliem impactos das atividades antrópicas que já ocorrem na região, como atividade portuária, pesca, contaminação por poluentes e empreendimentos.

#### **3.2.6.3.10 Potencialidades/oportunidades**

A rede de monitoramento contínuo ReBentos, Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros, vinculada à Sub-Rede Zonas Costeiras da Rede Clima (MCT) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC), pretende estruturar as bases científicas para detecção dos efeitos das mudanças ambientais regionais e globais sobre habitats bentônicos, dando início a uma série histórica de levantamento de dados sobre a biodiversidade marinha ao longo da costa brasileira, de forma a promover a consolidação do conhecimento existente e a implementação de uma rede observacional contínua e permanente, com protocolos de coleta padronizados e replicáveis em diferentes regiões do país (TURRA & DENADAI, 2015). Iniciativas de inovação, como o SantosWebAtlas ([santoswebatlas.com.br/mapas/](http://santoswebatlas.com.br/mapas/)), com espacialização de indicadores de impacto ambiental, em linguagem padronizada (cores em mapas), significam um grande avanço metodológico para promover a gestão compartilhada. Alguns atlas costeiros, elaborados para várias áreas do planeta, apontam para essa direção como a melhor solução para a gestão (<http://ican.iode.org/members>). O uso desses protocolos para o levantamento da fauna é importante para integração e padronização do monitoramento nas áreas costeiras. O estabelecimento de parcerias entre instituições que desenvolvem inovações, redes de especialistas e Unidades de Conservação é importante para a criação de “Sítios Modelo de Monitoramento Integrado” nas UCs, proporcionando o trabalho concomitante de diversos grupos em uma mesma localidade.

A presença na região de Universidades importantes na Baixada Santista merece destaque quanto ao potencial de envolvimento de vários pesquisadores no trabalho em rede, com o propósito de criar um

repositório dos dados pré-existent e avançar no desenvolvimento de pesquisas em áreas com lacunas no conhecimento. A universidade somada à existência de iniciativas já apontadas promove uma oportunidade tanto para o levantamento da fauna bentônica atual, como do monitoramento da mesma.

Ações conjuntas entre academia, iniciativa privada e população podem proporcionar oportunidades relevantes para o melhor conhecimento e preservação da biodiversidade bentônica. Nesse sentido, o Porto de Santos, responsável pelo intenso tráfego marítimo na região, a intensa atividade pesqueira juntamente ao grande número de marinas, garagens de barcos, iates clubes e outros serviços de apoio, apontam para um possível estabelecimento de parcerias institucionais a fim de avançar nas discussões em busca da sustentabilidade socioambiental.

Por fim, a implantação do Projeto ORLA Marítima – Projeto Orla (Ministério do Meio Ambiente, MMA) surge como uma oportunidade para a aplicação de diretrizes gerais de disciplinamento de uso e ocupação de um espaço que constitui a sustentação natural e econômica da zona costeira.

#### **3.2.6.3.11 Contribuição para planejamento e gestão da APAMLC**

Como medida de proteção recomenda-se o emprego de estratégias de conservação dos habitats associadas à implantação de programas de educação ambiental. Ainda falta muito para que se tenha um adequado conhecimento da fauna e flora da APAMLC. As lacunas no conhecimento aqui apresentadas devem ser consideradas como importantes recomendações para futuras avaliações do meio biótico da região.

Um fator importante e que merece atenção é a fiscalização: necessidade de intensificar e sistematizar ações de fiscalização, necessidade de contratação e/ou treinamento de pessoal. Maior fiscalização poderia garantir a mitigação dos impactos observados em grande parte da APAMLC.

A partir dos resultados apresentados nesse relatório, sugerem-se algumas iniciativas de gestão das comunidades benthicas da APAMLC:

- Levantamento faunístico e florístico da região, com finalidade de identificar se as espécies aqui sugeridas para o monitoramento estão presentes na área;
- Monitoramento periódico da fauna bentônica, considerando as variações temporais e causas associadas;
- Monitoramento do nível de contaminantes nos sedimentos da APAMLC;
- Fiscalização de atividades turísticas e/ou industriais potencialmente danosas à fauna bentônica;
- Criação de indicadores eficientes para o monitoramento das ações prioritárias;
- Incorporação da atividade de pesca artesanal como parceira na conservação da biodiversidade;
- Levantamento de possíveis atividades de extrativismo na área;
- Monitoramento do volume pescado na região;

- Maior participação das populações locais e comunidade científica nas avaliações e planos de manejo;
- Fomentar a implantação do PROJETO ORLA, como um importante instrumento de gestão do território costeiro, fortalecendo os objetivos da APAMLC;
- Desenvolvimento de metodologia que avance na produção de conhecimento, usando dados pretéritos para evitar retrabalho, concomitante ao uso dos recursos financeiros provenientes de novos licenciamentos para estudar as lacunas apontadas.
- Interceder junto aos demais instrumentos de ordenamento territorial diretamente relacionados à gestão das praias, especialmente o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) e os Planos Diretores Municipais.
- Fomento à criação de Planos de Gestão Costeira municipais; implementação de um sistema de gestão costeira;
- Interlocução com órgãos governamentais (SABESP - saneamento, CETESB - balneabilidade, poluição, IBAMA, Prefeituras) e privados (Porto, marinas, escolas) em busca de ações mais completas e efetivas para a preservação da biodiversidade.

### 3.2.6.3.12 Bibliografia

- ABESSA, D. M. S. et. al. Integrative ecotoxicological assessment of a complex tropical estuarine system. In: HOFFER, T. N. (Ed.), *Marine Pollution: New Research*. Nova Science, New York: p. 125-159. 2008.
- AMARAL, A. C. Z. et. al. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64, p. 5-16. 2016.
- AMARAL, A. C. Z.; DENADAI, M. R.; TURRA, A.; RIZZO, A. E. "Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical sandy beaches landscape". *Journal of Coastal Research*, 35: p. 446-455. 2003.
- AMARAL, A. C. Z.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. Biodiversidade Bentônica da Região Sudeste-Sul do Brasil - Plataforma Externa e Talude Superior. [Benthic biodiversity of the southeast and southern regions of Brazil - continental shelf and slope.]. Instituto Oceanográfico, São Paulo: 2014.
- ANDERSEN, F. Ø.; KRISTENSEN, E. The importance of benthic macrofauna in decomposition of microalgae in a coastal marine sediment. *Limnology and Oceanography*, 37, p. 1392–1403, 1992.
- ÁVILA, R. Projeto MAPEMLS - Monitoramento ambiental do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos. Relatório Final Consolidado. PETROBRAS, 2016
- BÍCEGO, M. C. et. al. Assessment of contamination by polychlorinated biphenyls and aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of the Santos and São Vicente Estuary System, São Paulo, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 52, p. 1784-1832. 2006.

- BORJA, A.; FRANCO, J.; PÉREZ, V. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40, p. 1100-1114, 2000.
- BRAUKO, K. M.; SOUZA, F. M.; MUNIZ, P.; CAMARGO, M. G.; LANA, P. C. Spatial variability of three benthic indices for marine quality assessment in a subtropical estuary of Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 91, p. 454-460, 2015.
- BROWN, A. C. & McLACHLAN, A. *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdam: Elsevier, 1990.
- BURUAEM, L. M. *et. al.*, Integrated quality assessment of sediments from harbour areas in Santos-São Vicente Estuarine System, Southern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 130: p. 179-189. 2013.
- CARMAN, K. R.; FLEEGER, J. W. & POMARICO, S. M. Response of a benthic food web to hydrocarbon contamination. *Limnology and Oceanography*, 42(3), p. 561-571. 1997.
- CASTRO, P.; HUBER, M. E. *Biologia marinha*. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH Ed., 2012.
- CESAR, A. *et. al.* Comparative sediment quality assessment in different littoral ecosystems from Spain (Gulf of Cadiz) and Brazil (Santos and São Vicente Estuarine System). *Environment International* 33, p. 429-435. 2007.
- CUSTÓDIO, M. R.; HAJDU, E. Checklist de Porifera do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrópica*, 11, p. 427-444. 2011.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, 24, p. 103-116, 2002.
- FERREIRA, J. A. Estudo das associações de anelídeos Polychaeta da BAía de Santos e Plataforma Continental Adjacente (SP, Brasil) e suas interrelações com parâmetros físicos e geoquímicos estruturadores. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2008.
- FERREIRA, J. A. Estudo das associações de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e Plataforma Continental Adjacente (SP, Brasil) e suas inter-relações com parâmetros físicos e geoquímicos estruturadores. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2008.
- FIGUEIREDO, A. G.; TESSLER, M. G. Topografia e composição do substrato marinho da Região Sudeste Sul do Brasil. [S.l.]. [s.d.].
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. Diagnóstico Participativo sobre a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro. 2014.
- GALLAGHER, E. D.; JUMARS, P. A.; TRUEBLOOD, D. D. Facilitation of soft-bottom benthic succession by tube-builders. *Ecology*, 64, p. 1200-1216, 1983.
- GEFE, W. *et. al.* Aspectos sócio-econômicos da pesca artesanal na região da Baixada Santista. In: Congresso Brasileiro De Pesquisas Ambientais E Saúde, Santos (SP). CBPAS, 2004.

- GRALL, J. & GLÉMAREC, M. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44, p. 43-53, 1997.
- HEILSKOV, A. C. H.; HOLMER, M. Effects of benthic fauna on organic matter mineralization in fish-farm sediments: importance of size and abundance. *ICES Journal of Marine Science*, 58, p. 427–434, 2001.
- HORTELLANI, M. A., SARKIS, J. E.S., ABESSA, D. M. S., SOUSA, E. C. P. M. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do Estuário Santos e São Vicente. *Química Nova* 31, p. 10-19. 2008.
- HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; BONETTI, J.; BONETTI, C. Evaluation of mercury contamination in sediments from Santos-São Vicente estuarine system, São Paulo State, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(6A), p. 1140-1149. 2005.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [EDENHOFER, O.; PICHES-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.]. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2014.
- JACOBUCCI, G. B. et. al. Levantamento da macrofauna associada a *Sargassum* spp. na ilha da Queimada Pequena, Estação Ecológica dos Tupiniquins, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrópica*. 2006.
- KOTWICKI, L.; SZYMELEFENIG, M.; DE TROCH, M. Latitudinal biodiversity patterns of meiofauna from sandy littoral beaches. *Biodiversity and Conservation*, 14, p. 461-474, 2005.
- LAMPARELLI, M. L. et. al. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico CETESB. São Paulo: 2001.
- LOMSTEIN, B. A.; BLACKBURN, T. H; HENRIKSEN, K. Aspects of nitrogen and carbon cycling in the northern Bering shelf sediment. I. The significance of urea turnover in the mineralization of NH<sub>4</sub>. *Marine Ecology Progress Series*, 57, p. 237-247, 1989.
- MCLACHLAN, A. & BROWN, A. C. *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdam: Elsevier, 2006.
- NEWELL, R. C.; SEIDERER, L. J.; HITCHCOCK, D. R. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources the sea bed. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 36, p. 127-78. 1998.
- OLIVEIRA, E. C., HORTA P. A., AMANCIO C. E. & SANT-ANNA, C .L. Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação. In *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha*. Brasília: MMA, 2002.
- PEARSON, T. H.; ROSENBERG, R. Macrobenthic succession. In: *Relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review*, London, v. 16, p. 229-311, 1978.

- PIRES-VANIN, A. M. S. Megafauna. Plataforma continental adjacente situada entre São Sebastião e Peruíbe. A influência do complexo estuarino da Baixada Santista sobre o ecossistema da plataforma adjacente–ECOSAN. Relatório Técnico, v. 4, p.462-494, 2008.
- ROCHA-JORGE, R. Diversidade de macroalgas do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado. Secretaria do Meio-Ambiente. 2010.
- RODRIGUES, C. W. .Composição e Distribuição dos Amphipoda (Crustacea:Peracarida) na Plataforma Continental entre São Sebastião e Peruíbe (São Paulo, Brasil). Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2009.
- SARTOR, S.M. Composição e Distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda), no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1989
- SARTOR, S.M. Geoportal SantosWebAtlas- espacialização de indicadores ambientais, 2013. <http://santoswebatlas.com.br/mapas/>
- SEMPRUCCI, F.; FRONTALINI, F.; HARRIAGUE, A. C.; COCCIONI, R.; BALSAMO, M. Meio and macrofauna in the marine area of the Monte St. Bartolo Natural Park (Central Adriatic Sea, Italy). *Scientia Marina*, 77, p. 189-199, 2003.
- SHIMABUKURO, M. Comunidade de Polychaeta (Annelida) da plataforma continental ao largo de Santos, SP: Composição, distribuição e estrutura trófica. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2011.
- SNELGROVE, P. V. R. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and Conservation*, 7, p. 1123-1132. 1998.
- SNUC – *Sistema Nacional de Unidades de Conservação (LEI 9.985/2000)*. [S.l.].
- SOUZA, K. M.; CASARINI, L. M.; HENRIQUES, M. B.; ARFELLI, C. A.; GRAÇA-LOPES, R. D. Viabilidade econômica da pesca de camarão-sete-barbas com embarcação de pequeno porte na praia do Perequê, Guarujá, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, 39(4), p. 30-37. 2009.
- THRUSH, S. F.; HEWITT, J. E.; CUMMINGS, V. J.; DAYTON, P. K. The impact of habitat disturbance by scallop dredging on marine benthic communities: what can be predicted from the results of experiments?. *Marine Ecology Progress Series*, 129, p. 141-150. 1995.
- THRUSH, S. F.; HEWITT, J. E.; NORKKO, A.; NICHOLLS, P. E.; FUNNEL, G. A.; ELLIS, J. I. Habitat change in estuaries: predicting broad-scale responses of intertidal macrofauna to sediment mud content. *Marine Ecology Progress Series*, 263, p. 101-112. 2003.
- TOMMASI, L. R. Considerações Ecológicas sobre o Sistema Estuarino de Santos. (SP), Tese de Livre Docência. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1979.
- TORRES, R. J. et. al. Effects of dredging operations on sediment quality: contaminant mobilization in dredged sediments from the Port of Santos, SP, Brazil. *Journal of Soils and Sediments* 9, p.420-432. 2009.

TURRA, A.; DENADAI, M. R. Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo: 2015.

VALENTINI, H. *et. al.*, Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *P. paulensis*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Atlântica, Rio Grande, v. 13, nº 1, p. 143-158. 1991b.

VALENTINI, H. *et. al.* Análise da pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Atlântica, Rio Grande, v. 13, nº 1, p. 171-177, 1991a.

VANAVERBEKE, J.; MERCKX, B.; DEGRAER, S.; VINCX, M. Sediment-related distribution patterns of nematodes and macrofauna: Two sides of the benthic coin? Marine Environmental Research, 71, p. 31-40, 2011.

WAKABARA, Y.; TARARAM, A.S.; FLYNN, M.N. Importance of the macrofauna for the feeding of young fish species from infralittoral of Arrozal-Cananéia lagoon estuarine region. Boletim do Instituto Oceanográfico 41, p. 39-52, 1993.

WEISBERG, S. B.; DAUER, D. M.; SCHAFFNER, L. C. & FRITHSEN, J. B. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. Estuaries, Nova York, v. 20, nº 1, p. 149-158, 1997.