

Projeto
Atlas de Detalhe Operacional:
**Região do Saco da Ribeira,
Ubatuba (SP)**



Natália T. Signorelli
Coordenadora

Danilo R. Vieira
Análises

Carla Nishizaki
Orçamento

Bruna F. Pavani
Logística

Carine G. R. Costa
Logística

São Paulo
Junho de 2009



SeaAnt
Consultoria ambiental

Projeto

**ATLAS DE DETALHE OPERACIONAL:
REGIÃO DO SACO DA RIBEIRA,
UBATUBA (SP)**

Natália T. Signorelli
Coordenadora

Danilo R. Vieira
Análises

Carla Nishizaki
Orçamento

Bruna F. Pavani
Logística

Carine G. R. Costa
Logística

Sumário

1	Introdução	p. 5
1.1	Área de estudo	p. 5
1.2	Motivação	p. 9
1.3	Justificativa	p. 10
1.4	Objetivo	p. 10
2	Atlas de Detalhe Operacional	p. 12
2.1	Composição das Cartas SAO Operacionais	p. 12
3	Dados e métodos	p. 14
3.1	Climatologia dos ventos	p. 14
3.2	Levantamento batimétrico	p. 15
3.3	Parâmetros de circulação local	p. 15
3.4	Granulometria de sedimentos superficiais	p. 18
3.5	Tributíl estanho	p. 21
3.6	Cobre e zinco totais	p. 24
3.7	Grau de contaminação por esgoto	p. 26
3.8	Matéria orgânica em suspensão	p. 28
3.9	Surfactantes	p. 28
3.10	Fosfato	p. 29
3.11	Nitrito	p. 30
3.12	Nitrato	p. 31
3.13	Oxigênio dissolvido	p. 31
3.14	Hidrocarbonetos	p. 32
3.15	Ensaio toxicológico	p. 33

3.16	Profundidade da camada fótica	p. 37
3.17	Confeção do Atlas de Detalhe Operacional	p. 37
4	Cronograma	p. 39
4.1	2º semestre de 2009	p. 39
4.2	Trabalho de Campo	p. 40
5	Orçamento	p. 42
	Referências Bibliográficas	p. 44
	Apêndice A – Leis e normativas	p. 47
A.1	Resolução SMA 21, de 25 de março de 2008	p. 47

1 *Introdução*

A região do Saco da Ribeira, localizada na enseada do Flamengo, Ubatuba (SP), possui quatro marinas em operação atualmente. Estes estabelecimentos contribuem para a liberação de compostos químicos e orgânicos poluentes na água do mar. Tendo como motivação a expansão desordenada destes empreendimentos, o aumento do comércio e do turismo ligados a eles e a falta de licenciamento dos mesmos, o presente projeto tem como proposta a elaboração de um Atlas de Detalhe Operacional (ADO) para a região do Saco da Ribeira. Este Atlas conterá a caracterização das águas e dos sedimentos da região do Saco da Ribeira em relação aos impactos causados pelas marinas e poderá ser utilizado, futuramente, durante o processo de licenciamento para estes empreendimentos.

1.1 *Área de estudo*

A área de estudo do presente projeto compreende a região do Saco da Ribeira, que está inserida na enseada do Flamengo, localizada no município de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo (Figura 1.1). Assim, faz-se necessário abordar as características desta região do litoral que são relevantes para a aplicação do projeto.

1.1.1 *Características ambientais*

Margem Continental Sudeste do Brasil

A região denominada Margem Continental Sudeste do Brasil (MCSE) situa-se entre as latitudes de 19°S e 34°S. Nesta região, a orientação predominante da linha de costa é NE-SW, com exceção das regiões localizadas ao sul de Cabo Frio (23°S), onde a orientação geral é E-W, e ao norte do Cabo de Santa Marta (28°40'S), onde a orientação é N-S (ZEMBRUSCKI, 1979).

A MCSE estende-se por aproximadamente 1000km. Sua parte mais larga, cerca de 230km, está localizada ao largo de Santos e a mais estreita, com 50km, está próximo a Cabo Frio. A profundidade da quebra da plataforma varia entre 120m e 180m e a área total da MCSE está ao redor de 150.000 km² (ZEMBRUSCKI, 1979; SILVA; MIRANDA; CASTRO-FILHO, 2004).

A região de Ubatuba

De acordo com Castro-Filho, Miranda e Miyao (1987) as áreas internas à plataforma da região de Ubatuba (latitude 23°26'11"S e longitude 45°04'10"W) sofrem a influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) no

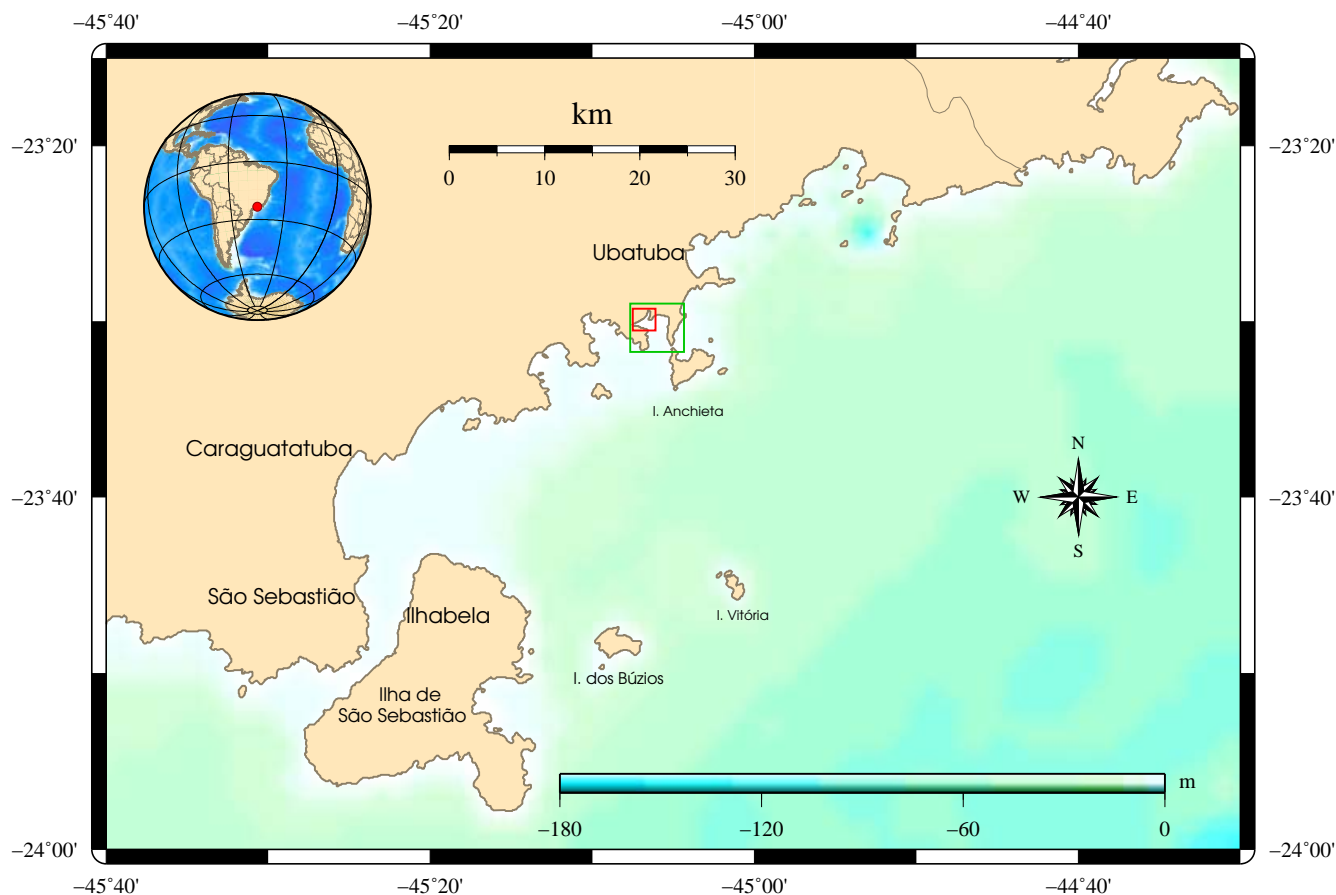


Figura 1.1: O litoral norte do estado de São Paulo. A área demarcada em verde encontra-se detalhada na Figura 3.3 (p. 19) e corresponde à área de estudo deste projeto.

verão, havendo o surgimento de uma termoclina. No inverno, ocorre ressuspensão de sedimentos de fundo devido ao desaparecimento da termoclina (IOUSP, 1988).

A região de Ubatuba, está sujeita ao deslocamento de dois principais centros de ação: o anticiclone tropical e o anticiclone polar. O primeiro é formado pela drenagem quase permanente do ar sobre o oceano para a terra, através da costa leste, durante o ano todo, e o segundo é migratório e provém do sul do continente (AZEVEDO, 2002). Segundo Perazza (1982), a temperatura na região apresenta características de área sub-tropical, com amplitudes em torno de 5°C , dentro de um intervalo de $19,5^{\circ}\text{C}$ a $25,5^{\circ}\text{C}$. Em média, a precipitação anual atinge de 1500 a 2000mm, sendo que a maior contribuição é dada pelos meses de verão (cerca de 200mm/mês), enquanto que valores mínimos ocorrem no inverno (50mm/mês).

No verão, ocorre o predomínio do ar tropical prevalecendo frentes estacionárias e quentes. O relevo da Serra do Mar constitui um obstáculo para as frentes frias de baixo declive, comuns na primavera e verão, contribuindo para o predomínio das frentes estacionárias. Com o predomínio do ar tropical, úmido e instável, devido a elevada temperatura, ocorrem grandes evaporações, gerando precipitações intensas e contínuas. Nesta época, os ventos predominantes sopram do setor E devido à constância das brisas marítimas na circulação geral. No inverno, os ventos prevalecentes sopram de W (WSW a NW), associados às frequentes frentes frias que atingem a costa. Durante o inverno, ocorre o predomínio do ar de origem polar, relativamente seco e estável, o que resulta em bom tempo, maior insolação e menor pluviosidade em intensidade e frequência.

A enseada do Flamengo

A enseada do Flamengo, localizada entre as latitudes 23°29'00"S e 23°31'45"S e as longitudes 45°07'40"W e 45°04'20"W está inserida numa região onde a planície costeira é inexistente. O relevo adjacente emerso e a batimetria evidenciam os afogamentos dos esporões terminais da Serra do Mar, resultantes dos últimos movimentos eustáticos sofridos pela costa (MAGLIOCCA; KUTNER, 1965).

Esta região, em relação aos perfis de temperatura e salinidade, caracteriza-se por apresentar uma coluna d'água fortemente estratificada no verão e levemente estratificada no inverno. Os valores de velocidade da corrente são inferiores a 10cm/s no inverno e menores que 15cm/s no verão. Neste período, há um fluxo constante para sul em superfície (MAHIQUES, 1992).

Segundo Magliocca e Kutner (1965), a corrente de água vinda de sul, entra pelo lado ocidental da enseada do Flamengo, margeia a costa ocidental e bifurca-se, sendo que uma parcela direciona-se para a costa oriental e outra para o Saco da Ribeira. Dessa forma, são encontrados sedimentos mais grossos na parte ocidental e sedimentos mais finos na costa oriental da enseada. Os mesmos autores classificam a enseada do Flamengo como um local de energia hidrodinâmica moderada, sendo que esta diminui gradualmente da desembocadura em direção ao continente.

De acordo com Mahiques (1992), embora a enseada do Flamengo possua um predomínio de siltes grossos e médios, ela é caracterizada por apresentar uma grande variabilidade dos tamanhos dos sedimentos, que variam de siltes muito finos a areias finas.

O Saco da Ribeira

O Saco da Ribeira está compreendido entre as latitudes 23°29'17"S e 23°30'31"W e as longitudes 45°07'30"W e 45°06'06"W. A área é protegida contra a ação das vagas e possui profundidade máxima de 5m (LOPES, 1983). Há um canal natural na porção sul de grande importância na hidrodinâmica e que permite fácil acesso aos barcos (LOPES, 1983).

Segundo Magliocca e Kutner (1965), o Saco da Ribeira localiza-se fora da área de influência da principal corrente da enseada, sendo o local preferencial de deposição de argila (MAHIQUES, 1992). Por outro lado, esse recebe também sedimentos silte-argilosos do continente.

1.1.2 Aspectos econômicos e sociais da região de Ubatuba

O Brasil apresenta um processo histórico de ocupação e de degradação do meio ambiente, sem ou quase nenhum controle e gestão e as regiões litorâneas não são exceções (MORAES, 1999). A marcante característica de vastidão do litoral brasileiro gerou uma falsa noção de inesgotabilidade de recursos. O estímulo ao crescimento econômico alicerçado exclusivamente na ocupação dos espaços e na apropriação de recursos, sem qualquer planejamento prévio, conduziu em poucas décadas ao acentuado declínio da produtividade biológica, o que estimula ainda mais, nos dias atuais, o emprego de práticas predatórias, levando à falência dos estoques naturais (SMA, 2005).

Diversos processos típicos do crescimento urbano tem contribuído para degradação dos recursos naturais das

regiões litorâneas. Entre eles estão a construção de rodovias, que impulsionou o processo de expansão urbana, a atividade portuária, muito presente na região e especulação imobiliária, que são responsáveis pela expulsão das comunidades tradicionais, pela desintegração da cultura popular e pela ocupação intensiva de áreas nobres com habitações irregulares, as quais dispõem de forma inadequada dos resíduos sólidos, bem como lançam efluentes líquidos nos corpos d'água, sem o devido tratamento prévio (ANDRADE; TACHIZAWA; CARVALHO, 2004; SMA, 2005).

As regiões litorâneas abrigam hoje um quarto de toda a população brasileira, com densidade média de 87hab./km², cinco vezes a média nacional (IBGE, 2004). O litoral norte de São Paulo, que abrange os municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, vem sofrendo pelo constante aumento populacional desde a década de 60 (SMA, 2005). O município de Ubatuba, por exemplo, até 1950, possuía uma taxa de crescimento média anual menor que 0,08%. De 1950 a 1970, a população quase dobrou, numa taxa de crescimento anual de 4,35%. A maior taxa se deu entre os anos de 1970 e 2000, nos quais o município passou de uma população de 15.203 para 66.861 habitantes. Em 2005 a taxa de crescimento anual margeava os 4% ao ano, totalizando 75mil habitantes (SMA, 2005).

A economia do litoral norte teve dois períodos de expansão distintos. O primeiro ocorreu durante o período colonial, com base na atividade agrícola para exportação, e o segundo, a partir de meados do século XX, com base no desenvolvimento do turismo. Ambos os momentos foram mediados por um longo período de isolamento em que as atividades econômicas restringiram-se à agricultura de subsistência, ao artesanato e às trocas locais (SMA, 2005).

O turismo é hoje a principal atividade econômica com fortes reflexos sobre as atividades de serviço e a indústria da construção civil, consideradas as mais importantes e as que mais oferecem postos de trabalho na região. Tais atividades, embora contribuam para o desenvolvimento econômico e a inclusão social, ampliando as oportunidades de renda e de trabalho, elevando a arrecadação municipal e propiciando a melhoria do atendimento às demandas de consumo da população local, são responsáveis por repercussões negativas sobre o patrimônio natural e cultural, dado que elas não são pautadas por regras de uso, ocupação do solo e apropriação dos recursos naturais terrestres e marinhos em conformidade com o desenvolvimento sustentável (SMA, 2005). No que tange às atividades das marinas do Saco da Ribeira, os turistas no Parque Nacional da Ilha da Anchieta somaram mais de 640mil usuários entre os anos de 1997 e 2000 (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2007).

Em 2000, 0,6% da população do Estado (223.769 pessoas) habitava os municípios de Ubatuba, Ilhabela, Caraguatatuba e São Sebastião, sendo responsável por 0,51% do PIB do Estado (R\$4,5bilhões) (SMA, 2005).

Ubatuba é o município que apresenta a maior diversidade industrial da região: 29% das indústrias existentes no município pertencem ao ramo da construção civil, 20% à indústria de alimentos, 28% à indústria de móveis, e 23% às outras atividades (SMA, 2005). A indústria do pescado se retraiu, passando de 7 unidades, entre os anos 85–86, para apenas uma atualmente.

A região sudeste caracteriza-se pela predominância da pesca industrial, que representa 70% das capturas regionais. As espécies tradicionalmente capturadas são os peixes demersais, os camarões e a sardinha-verdadeira e a possibilidade de expansão da produção sustentável depende das espécies emergentes como o peixe-sapo ou tamboril, a anchoíta e o caranguejo de profundidade (SEAP, 2009).

Segundo Diegues (1983), a pesca em Ubatuba como atividade econômica, teve seu início em 1910 de forma

rudimentar, em consequência da queda da cafeicultura no Vale do Paraíba. Na década de 40 foi introduzido o cerco flutuante, porém de propriedade de outros não residentes de Ubatuba, cabendo a população caçara apenas como mão-de-obra. A partir da década de 70 a cidade de Ubatuba passa a ter uma indústria pesqueira local, baseada na pesca de sardinha-verdadeira (período em que foi implantada a Marina Píer Saco da Ribeira), porém após uma decadência desta pesca sua frota adaptou-se a pesca de camarão. Atualmente o município é responsável por aproximadamente 12% da pesca do estado de São Paulo (Figura 1.2).

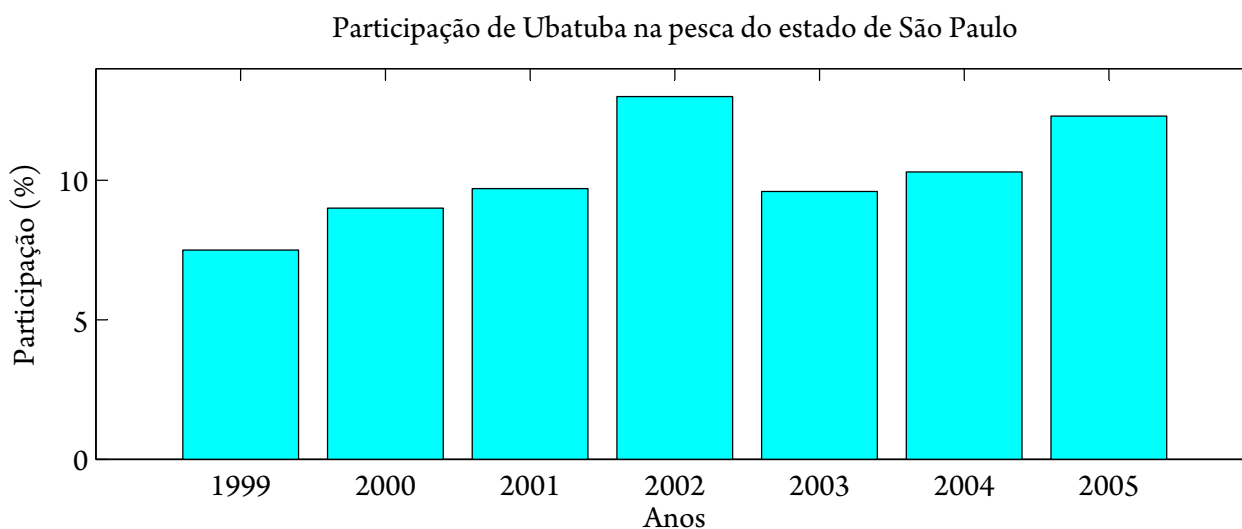


Figura 1.2: Participação, em porcentagem, do município de Ubatuba na pesca do estado de São Paulo. Fonte: Instituto de Pesca de São Paulo, 2006.

Hoje, há no Saco da Ribeira quatro importantes marinas, três garagens náuticas e agências de turismo, fazendo dele um grande pólo empregatício onde um grande número de famílias é beneficiado direta e indiretamente. A população opera no local, fundamentalmente em função das atividades náuticas.

1.2 Motivação

A principal motivação deste projeto é o funcionamento inadequado das marinas do Saco da Ribeira, o aumento do comércio e do turismo ligados a elas, a falta de licenciamento destes empreendimentos e as expansões econômica e populacional, relacionada às atividades pesqueiras, que contribuem para a degradação do ambiente natural litorâneo.

Desde 1977, quando foi instalada a Marina Píer Saco da Ribeira (MPSR) pela extinta SUDELPA (Superintendência para o Desenvolvimento do Litoral Paulista) a área de estudo vem sofrendo alterações ambientais. Hoje, é gerida pela Fundação Florestal, ligada à Secretaria Ambiental do Estado de São Paulo.

A construção do píer reduziu em 200m a extensão da praia, cuja declividade é de 1,0 a 1,6m em 75m. Durante a baixa-mar de sizígia, a região entre-marés pode atingir até 100m (SCHAEFFER-NOVELLI, 1976).

Segundo relatório da CETESB (2005), amostras de água coletadas em 1999 revelam que o local já estava contaminado por óleos, graxas, esgotos de origem doméstica, cobre e zinco (associados às embarcações).

1.3 Justificativa

A relevância da elaboração do ADO é que este poderá fornecer subsídios para que o Poder Público possa estabelecer parâmetros para o licenciamento de marinas na área, de acordo com a Resolução SMA 21, de 25 de março de 2008 do SMA (2008) (Apêndice A). Esta Resolução estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de estruturas localizadas nas margens e nas águas interiores e litorâneas. O licenciamento faz-se necessário, pois empresas sem autorização de uso pela prefeitura realizam lavagens e manutenções impróprias das embarcações, como pinturas a céu aberto (Apêndice A). Essas atividades geram resíduos sólidos como restos de resinas, material contaminado com tintas e óleos. Esses materiais são descartados nas galerias pluviais e caem diretamente na praia e no mar (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2007). Há também descarte de lixo, resíduos sólidos e esgoto diretamente no mar de embarcações sem estrutura sanitária adequada.

Por exemplo, a Marina Píer do Saco da Ribeira não se encontra licenciada pelos órgãos responsáveis como DAIA (Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental), ligado à CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), bem como suas instalações prestadoras de serviço.

Além disso, no Saco da Ribeira há quatro importantes marinas, três garagens náuticas e agências de turismo, fazendo dele um grande pólo empregatício onde um grande número de famílias é beneficiado direta e indiretamente. A população opera no local, fundamentalmente em função das atividades náuticas.

1.4 Objetivo

Tendo como motivação o funcionamento inadequado das marinas bem como os impactos a elas relacionados, o presente projeto tem como objetivo elaborar um Atlas de Detalhe Operacional para a região do Saco da Ribeira, Ubatuba-SP. O objetivo específico é caracterizar a área do Saco da Ribeira e a região adjacente em relação à poluição marinha causada pela Marina Píer do Saco da Ribeira e por outras marinas existentes no local. Para tanto, será realizado um levantamento sobre os seguintes parâmetros:

- batimetria;
- granulometria dos sedimentos superficiais;
- circulação costeira;
- amplitude de maré;
- climatologia dos ventos;
- grau de contaminação por atividades antrópicas relacionadas ao funcionamento das marinas da região, que inclui contaminação por:
 - hidrocarbonetos;
 - compostos de estanho derivados de tinta anti-incrustante;

- esgoto doméstico proveniente das embarcações.

Dentro deste último aspecto, serão medidas as concentrações de nitrito, nitrato e fósforo inorgânicos e oxigênio dissolvido, material orgânico em suspensão e surfactantes na água do mar, que fornecerão o grau de eutrofização da área, além da concentração de esteróides na água do mar.

2 *Atlas de Detalhe Operacional*

A ideia da criação de um Atlas de Detalhe Operacional está baseada num Atlas de Sensibilidade ao Óleo, que corresponde a um conjunto de Cartas SAO.

As cartas SAO incluem três tipos de informações principais: sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos, recursos biológicos e atividades socioeconômicas. As Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas SAO na zona costeira foram determinadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em conjunto com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). As cartas SAO tem o objetivo de subsidiar a gestão e o controle das áreas costeiras e marinhas sensíveis a derramamentos de óleo, assim como a consolidação dos planos de emergência e de contingência, e a implementação de resposta a esses incidentes. As cartas SAO são divididas em carta SAO estratégica, carta SAO tática e carta SAO operacional.

Neste projeto, especificamente, serão abordados apenas alguns aspectos referentes à carta SAO operacional. Dessa forma, o ADO tem como objetivo fornecer de forma gráfica as características da área e seus níveis de contaminação em relação a hidrocarbonetos, cobre e zinco totais, compostos de estanho derivados de tinta anti-incrustante e esgoto doméstico.

2.1 **Composição das Cartas SAO Operacionais**

De acordo com (GHERARDI; CABRAL, 2007), as cartas SAO operacionais destinam-se ao planejamento de contingência em nível local e a orientar a implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo em pontos específicos da costa. Isto é feito com base na identificação da sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos, de seus recursos biológicos e das atividades socioeconômicas que caracterizam o uso e a ocupação das áreas representadas. Essas cartas referem-se, portanto, a derramamentos localizados, devendo ser elaboradas em escalas grandes, representando com o detalhe necessário os locais de alto risco e/ou sensibilidade existentes na área mapeada.

Nas cartas SAO operacionais constam as seguintes informações principais, relacionadas à sensibilidade ambiental ao óleo da região mapeada:

- índices de sensibilidade do litoral (ISL)
- batimetria;
- parâmetros de circulação costeira;
- direção predominante do transporte litorâneo;
- indicação da amplitude de maré no local mapeado;
- climatologia dos ventos em superfície;
- linha de contorno da costa;
- unidades de conservação costeiras e marinhas;

- sítios históricos e reservas indígenas;
- recursos biológicos sensíveis, com a sua localização e informações do seu status (se protegidas, raras, ameaçadas ou em perigo de extinção);
- áreas que apresentam aspectos biológicos relevantes (áreas de desova, endemismo e outros fenômenos biológicos especiais);
- atividades socioeconômicas que podem ser afetadas por derramamentos de óleo ou pelas ações de respostas a incidentes de poluição por petróleo e derivados;
- informações relevantes para a resposta a incidentes de poluição por óleo (aeroportos, heliportos, estradas de acesso à costa, portos e atracadouros, rampas para embarcações, instalações militares que possam prover apoio logístico);
- terminais petrolíferos e outras instalações da indústria de petróleo;

Outras informações representadas nas cartas SAO de nível operacional:

- título, número, escala, projeção cartográfica, sistema geodésico e *datum* horizontal, de acordo com as Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas SAO;
- reticulados em coordenadas UTM, tendo indicada nas bordas, em cor diferente, uma grade em coordenadas geográficas (latitude e longitude);
- toponímia oficial brasileira para as localidades e acidentes geográficos costeiros e marinhos;
- representação dos principais centros urbanos e localidades costeiras;
- escala gráfica;
- mapa de localização das cartas, indicando a posição da carta operacional e sua relação com as demais cartas SAO de nível operacional;
- legenda completa, com o significado de todos os itens, símbolos e terminologia lançados na carta, para possibilitar a leitura e a interpretação da carta SAO sem consulta a qualquer outro documento.

3 Dados e métodos

Nesta seção serão descritas as metodologias que serão utilizadas para a elaboração do ADO, seguindo os objetivos propostos na seção 1.4. A climatologia dos ventos e os parâmetros das marés serão obtidos de estudos anteriores. O levantamento batimétrico será realizado previamente ao período das coletas dos dados descritos a seguir, devido à necessidade de se conhecer a profundidade local. Serão coletados dados de temperatura, salinidade e corrente local. Para as análises de granulometria, tributil estanho, cobre e zinco totais e contaminação por esgoto serão feitas coletas de sedimentos superficiais. Para as análises de matéria orgânica em suspensão, surfactantes, fosfato, nitrito, nitrato, oxigênio dissolvido, hidrocarbonetos e toxicologia, serão coletadas amostras de água superficial. Além disso, também serão coletados de profundidade da camada fótica. As estações de coleta podem ser observadas na Figura 3.3.

3.1 Climatologia dos ventos

Para a climatologia dos ventos, serão utilizados os dados obtidos por Gherardi e Cabral (2007), como pode ser visto na Figura 3.1.

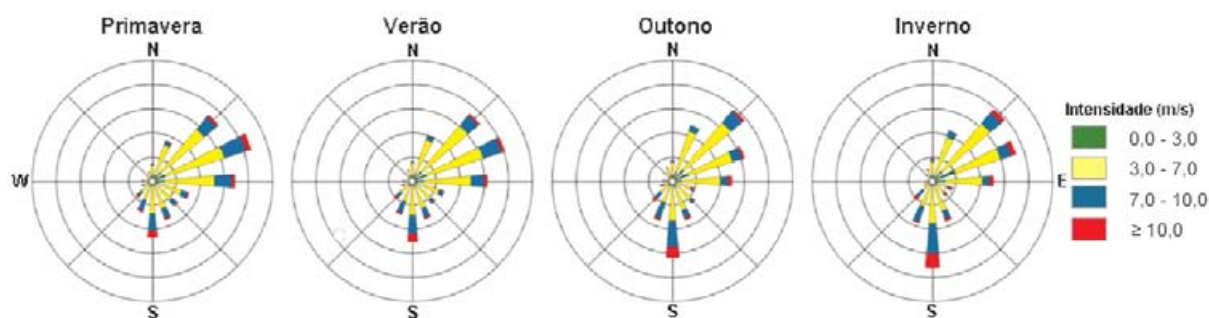


Figura 3.1: Climatologia dos ventos para o litoral norte, segundo Gherardi e Cabral (2007).

3.1.1 Parâmetros das marés

Para os parâmetros das marés serão utilizados dados obtidos por DHN (2007), mostrados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Alturas em metros acima do NR

MHHW	MLHW	MHLW	MLLW	MSL
1,2	1,1	0,3	0,1	0,7

3.2 Levantamento batimétrico

Para a realização do levantamento batimétrico do local, será utilizado um ecobatímetro, associado a um DGPS. O levantamento pode ser feito com um barco de alumínio equipado com um motor de popa percorrendo a trajetória, ilustrada na Figura 3.2, que percorre os pontos da Tabela 3.2.

3.2.1 Correção dos dados batimétricos

Após a realização da batimetria do local, é necessário reduzir os dados batimétricos em relação ao nível de baixa-mar de sizígia, visto que a oscilação da maré interfere nos valores de profundidade. Para tanto, será utilizada metodologia proposta por Freitas (2005).

Primeiramente, serão utilizados os registros maregráficos obtidos pelo marógrafo da Base Clarimundo de Jesus em Ubatuba no mês em que serão realizadas as amostragens. De posse desses dados, serão calculado os valores médios da variação da maré que serão interpolados com os dados disponíveis no laboratório de Simulação e Previsão Hidrodinâmica (LabSIP) do IOUSP através do *software* POM, desenvolvido pela Universidade de Princeton. Assim, serão obtidas as profundidades corrigidas para cada posição da embarcação.

Em seguida, esses valores corrigidos serão reduzidos em relação ao nível da baixa-mar de sizígia. O valor que se deve subtrair das profundidades é 0,7m, fornecido por DHN (2007).

Os dados batimétricos, para que possam ser plotados na carta e para que possam ser traçadas as isóbatas, devem ser interpolados em grade. Os dados serão colocados em grade pelo *software* SURFACE de Smith e Wessel (1990) que adapta uma superfície de curvatura mínima aos dados e então a partir da função que define a superfície calcula os valores correspondentes a cada ponto da grade.

3.3 Parâmetros de circulação local

3.3.1 Mapeamento de dados hidrográficos e corrente

Para a determinação da circulação local serão feitas duas radiais na enseada do Flamengo, como mostra a Figura 3.3 (p. 19), a fim de compreender melhor o comportamento da circulação em torno e na região de interesse. A Tabela 3.3 mostra a localização, a distância e o tempo de duração de cada uma das três radiais.

As radiais serão percorridas pela embarcação Veliger II arrastando um ADCP. Ao término de cada radial, será feito o caminho contrário e serão realizadas estações hidrográficas.

Em cada estação hidrográfica, serão coletados dados de temperatura e salinidade com o uso de CTD. O CTD será descido a velocidade de 1m/s e então o CTD será trazido a bordo para seguir à próxima estação.

Antes que seja feita uma análise oceanográfica dos dados hidrográficos é necessária a aplicação de filtros de controle de qualidade para eliminar erros e ruídos que ocorrem durante a amostragem (MATTOS, 2003; SOUTELINO, 2005). Sendo assim, os dados de CTD serão filtrados, para remover dados espúrios, e equiespaçados.



Figura 3.2: Mapa da enseada do Flamengo mostrando a trajetória que será percorrida no levantamento batimétrico. A latitude e longitude dos pontos que compõem esta trajetória encontram-se na Tabela 3.2. A área de abrangência do Atlas de Detalhe Operacional encontra-se demarcada em vermelho.

Tabela 3.2: Pontos que compõe a trajetória que será percorrido no levantamento batimétrico.

Latitude	Longitude
-23°30'02"	-45°07'06"
-23°30'03"	-45°06'07"
-23°30'07"	-45°07'17"
-23°30'11"	-45°06'07"
-23°30'14"	-45°07'10"
-23°30'19"	-45°06'07"
-23°30'22"	-45°06'50"
-23°30'16"	-45°06'59"
-23°30'16"	-45°07'05"
-23°30'01"	-45°07'02"
-23°30'18"	-45°06'51"
-23°29'52"	-45°06'49"
-23°30'22"	-45°06'38"
-23°29'46"	-45°06'36"
-23°30'24"	-45°06'28"
-23°29'37"	-45°06'26"
-23°30'24"	-45°06'19"
-23°29'25"	-45°06'21"
-23°39'40"	-45°06'15"
-23°29'43"	-45°06'32"
-23°29'44"	-45°06'18"
-23°29'51"	-45°06'42"
-23°29'51"	-45°06'20"
-23°29'58"	-45°06'54"
-23°29'58"	-45°06'17"

A filtragem e o equiespaçamento dos dados será feita através do *software open source* FILTER1D do pacote GMT, que calcula um dado para cada profundidade teórica utilizando uma média ponderada dos dados coletados na descida do CTD. A média é feita usando os dados num intervalo de 1 metro centrado na profundidade teórica e os pesos para cada dado são dados por uma gaussiana, também centrada na profundidade teórica. Desta forma, o *software* elimina dados espúrios e faz o alisamento dos dados.

Tabela 3.3: Localização, distância e tempo de duração das radiais a serem realizadas na enseada do Flamengo

Radial	Início	Fim	Distância (m)	Tempo
1	23°31'25.10"S 45°06'16.46"W	23°31'16.71"S 45°05'03.21"W	2089	23 min
2	23°30'51.22"S 45°06'22.26"W	23°30'30.57"S 45°05'10.63"W	2125	25 min

3.3.2 Coleta de dados hidrográficos nas estações

Para auxiliar na obtenção de dados de circulação, será determinada a temperatura e salinidade em cada uma das estações de coleta com o uso de um CTD.

3.4 Granulometria de sedimentos superficiais

Os métodos de sedimentação usados em análises granulométricas de sedimentos finos (menores que 0,062mm de diâmetro) dependem basicamente da lei de Stokes (1851) (Equação 3.1). Esta lei permite calcular a resistência friccional exercida sobre uma partícula esférica em queda em meio fluido calmo de sedimentação.

$$v = \frac{2}{9} g \frac{d_1 - d_2}{\eta} r^2 \quad (3.1)$$

Sendo: v a velocidade de queda da partícula (cm/s); g a aceleração da gravidade (cm/s²); d_1 a densidade da esfera em queda (g/cm³); d_2 a densidade do fluido (g/cm³); η a viscosidade do fluido (g/cm.s) e r o raio da esfera (cm).

Para o presente estudo, será utilizada a metodologia proposta por Suguio (1973).

3.4.1 Procedimento

A amostra deve passar por peneiramento, para separar as partículas com diâmetro superior a 0,062mm. A fração que passar pela peneira será então colocada em suspensão aquosa numa proveta graduada. Se não ocorrer floculação, a amostra estará pronta para ser submetida à análise granulométrica pelo processo de sedimentação.

Inicialmente, agita-se violentamente o material no frasco, com a boca da proveta fechada com as mãos. Deixa-se a suspensão em repouso durante um intervalo de tempo. Uma parte do material será depositada no fundo, enquanto que os materiais mais finos permanecerão em suspensão. Sifona-se a suspensão e recolhe-se o material em outro recipiente.

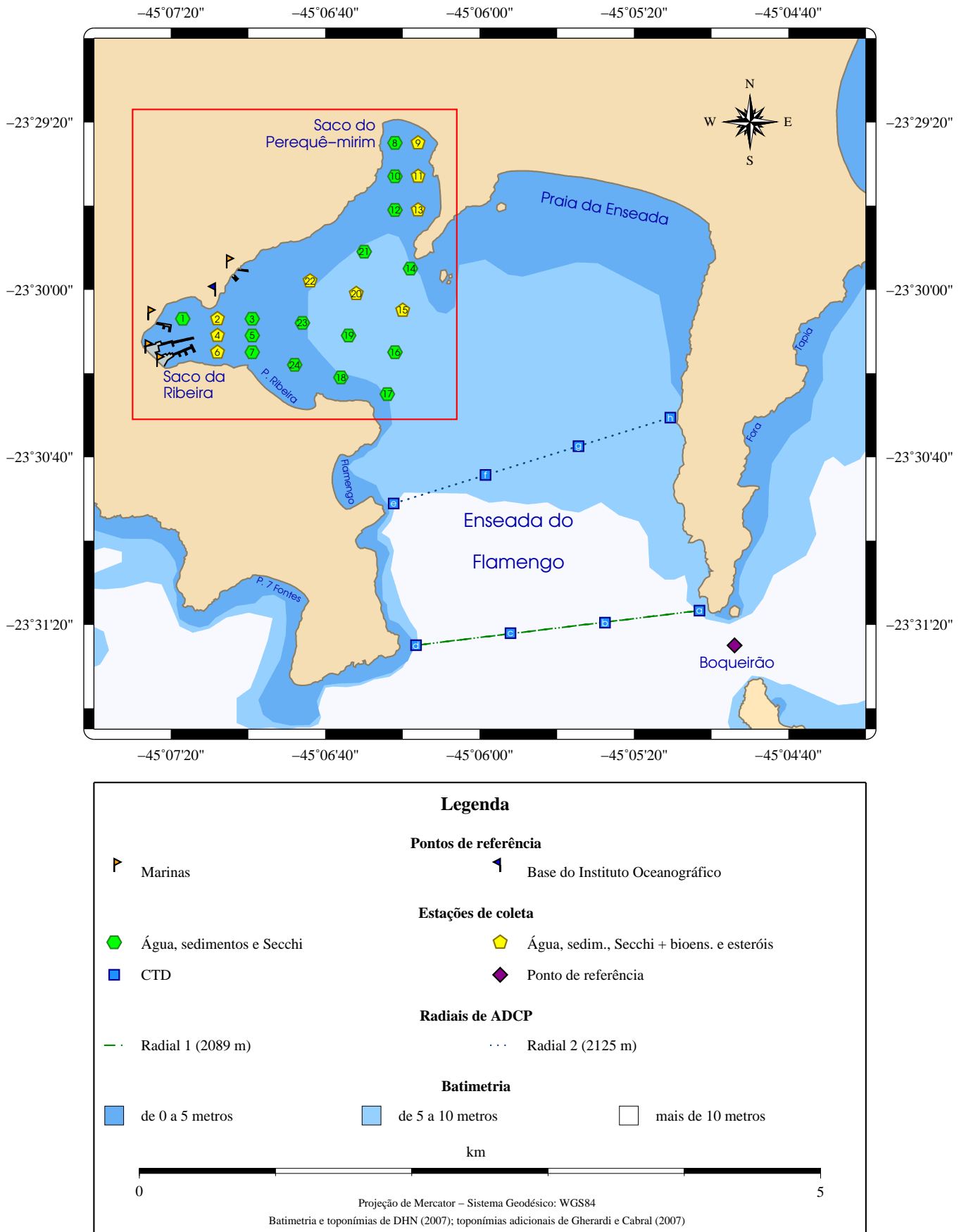


Figura 3.3: Mapa da enseada do Flamengo mostrando a localização das estações e radiais de ADCP. As latitudes e longitudes das estações encontram-se na Tabela 3.4. A área de abrangência do Atlas de Detalhe Operacional encontra-se demarcada em vermelho.

Tabela 3.4: Latitudes e longitudes das estações que serão realizadas na área de estudo.

Estação	Latitude	Longitude
1	23°30'07"S	45°07'17"W
2	23°30'07"S	45°07'08"W
3	23°30'07"S	45°06'59"W
4	23°30'11"S	45°07'08"W
5	23°30'11"S	45°06'59"W
6	23°30'15"S	45°07'08"W
7	23°30'15"S	45°06'59"W
8	23°29'25"S	45°06'22"W
9	23°29'25"S	45°06'16"W
10	23°29'33"S	45°06'22"W
11	23°29'33"S	45°06'16"W
12	23°29'41"S	45°06'22"W
13	23°29'41"S	45°06'16"W
14	23°29'55"S	45°06'18"W
15	23°30'05"S	45°06'20"W
16	23°30'15"S	45°06'22"W
17	23°30'25"S	45°06'24"W
18	23°30'21"S	45°06'36"W
19	23°30'11"S	45°06'34"W
20	23°30'01"S	45°06'32"W
21	23°29'51"S	45°06'30"W
22	23°30'18"S	45°06'48"W
23	23°30'08"S	45°06'46"W
24	23°29'58"S	45°06'44"W
a	23°31'17"S	45°05'03"W
b	23°31'20"S	45°05'28"W
c	23°31'22"S	45°05'52"W
d	23°31'25"S	45°06'17"W
e	23°30'51"S	45°06'22"W
f	23°30'44"S	45°05'59"W
g	23°30'37"S	45°05'34"W
h	23°30'31"S	45°05'11"W

Repetindo-se o processo, a amostra pode ser separada em diversas frações granulométricas. O tempo necessário para a decantação das partículas com um certo diâmetro é calculado pela Equação 3.1 simplificada: $v = Cr^2$.

3.5 Tributílo estanho

Os compostos organoestânicos têm por característica ser pouco solúvel em água, e sofrem pouca dispersão, sendo acumulados muito próximos ao local em que foram lançados (GODOI; FAVORETO; SANTIAGO-SILVA, 2003). São ainda muito tóxicos e acumulam-se na fase lipídica dos organismos (FENT, 1996), causando mutações principalmente em moluscos e ostras (GODOI; FAVORETO; SANTIAGO-SILVA, 2003).

Até 2003, não existiam leis que controlavam o uso de tintas anti-incrustantes a base de tributílo estanho (TBT) no Brasil. Com a assinatura da Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Anti-incrustantes Danosos em Navios (Convenção AFS), que entrou em vigor em 1º de janeiro de 2008 (LOPES; LOPES; CARDOSO, 2005), o uso desse material tornou-se proibido no país.

Para verificar se há ainda uso ilegal de tintas anti-incrustantes a base de TBT na área de estudo, propõe-se a análise do sedimentos superficiais da região.

A metodologia das análises será baseada na metodologia descrita por Abalos, Bayona e Quevauviller (1998), adaptada por Godoi, Favoreto e Santiago-Silva (2003) e aplicada por Santos (2008), para a extração de compostos organoestânicos de sedimentos. As concentrações de TBT serão medidas por cromatografia gasosa, através de um detector fotométrico de chama, como explicado a seguir. As análises serão feitas no Laboratório de Química Analítica do Instituto de Química da UNESP, em Araraquara.

3.5.1 Reagentes utilizados

- tricloreto de butílo estanho 95%
- dicloreto de dibutílo estanho 96%
- cloreto de tributílo estanho 96%
- tricloreto de fenílo estanho (TPhT) 98%
- dicloreto de difenílo estanho 96%
- cloreto de trifenílo estanho 96%
- cloreto de tripropílo estanho (TPrT) 98%
- cloreto de triciclohexílo estanho (TCyT) 97%
- tetrabutílo estanho (TeBT) 96%
- alumina neutra
- reagente de Grignard (brometo de pentílmagnésio 2M)
- ácido acético
- ácido sulfúrico
- hexano
- tolueno
- pirrolidinadietilcarbamato de amônio (APDC) 98%
- hidróxido de sódio
- sulfato de sódio

3.5.2 Procedimento

Amostragem

Os sedimentos serão coletados utilizando-se uma draga de Pettersen modificada em 25 estações da área de estudo (Figura 3.3). Este amostrador permite coletar sedimentos de até 15–20cm de profundidade.

Assim que o amostrador chegar à superfície, será medido o potencial redox (Eh) do sedimento com o auxílio de eletrodos redox combinados de Ag/AgCl/Pt. Em seguida, com o auxílio de uma espátula de inox, será retirada a camada superior do sedimento coletado (aproximadamente 3cm) que será armazenada em recipientes de alumínio devidamente identificadas e previamente calcinadas em mufla a 4500°C por 2h.

Preparo das amostras

Em laboratório, as amostras serão liofilizadas durante um período de 36h. Em seguida, serão maceradas utilizando-se graal e pistilo e passadas em peneiras de 125µm. As amostras serão então pesadas, estocadas em frascos de vidro âmbar com tampa rosqueável devidamente limpos, identificados e vedados com Parafilm® e, por fim, armazenadas em freezer (–20°C) até serem transportadas ao Laboratório de Química Analítica do Instituto de Química da UNESP em Araraquara.

Extração dos compostos organoestânicos

Em Araraquara as amostras serão mantidas sob refrigeração até o momento da extração. Todas as vidrarias utilizadas durante a extração deverão ser limpas em banho de ultrassom contendo uma solução de 5% de Extran® durante 15min, enxaguadas com água destilada, água Milli-Q e acetona.

Serão pesados 2g de amostra seca colocadas em um tubo de centrífuga. Serão adicionados os *surrogates* (TPrT e TCyT) preparados em tolueno de maneira que a concentração final, com o extrato concentrado até 1ml para injeção, seja de 200ng·g⁻¹. Em seguida as amostras deverão ser homogenizadas em *vortex* e deixadas na geladeira até o dia seguinte.

No próximo dia, serão adicionados ao tubo de centrífuga 10ml de tolueno e 4ml de ácido acético. Os tubos serão então vedados com teflon e agitados em *vortex* por 1min, e deixados em seguida no ultrassom por 5min. Depois, serão centrifugados por 5 minutos a 2000rpm.

O sobrenadante deverá ser transferido para um funil de separação de 60ml, utilizando-se uma pipeta de Pasteur de vidro. Todo esse procedimento de extração será feito três vezes.

Aos três extratos obtidos no funil de separação, serão adicionados 10ml de APDC 0,1% (m/v) em água Milli-Q, preparado apenas no dia de uso. A fase orgânica passará por um funil contendo sulfato de sódio anidro pré-ativado por 1h em estufa a 100°C e será então recolhida em um balão em forma de pêra. O funil deverá ser lavado em seguida com uma pequena quantidade de tolueno. A fase aquosa será devolvida ao funil de separação e serão adicionados mais 10ml de APDC 0,1%. A fase orgânica será recolhida novamente e a fase aquosa descartada.

O extrato recolhido no balão de pêra será submetido à evaporação até aproximadamente 2ml em rotaevaporador mantido à 40–50°C.

Na etapa de derivação dos compostos organoestânicos, serão adicionados 3ml de brometo de pentilmagnésio aos 2ml do extrato obtido. A reação dura 20 minutos e para cessá-la serão adicionados 20ml de água Milli-Q enquanto o balão permanece submerso em banho de gelo.

Em seguida, ácido sulfúrico será adicionado gota a gota para solubilizar o precipitado branco formado. A solução resultante será transferida para um funil de separação de 60ml e a fase aquosa descartada. Serão adicionados 10ml de água Milli-Q para retirar o excesso de ácido, e a fase aquosa é descartada novamente.

A fase orgânica será novamente submetida à evaporação em rotaevaporador até aproximadamente 2ml enquanto uma coluna com 3g de alumina pré-ativada por 15h a 120°C é preparada. A coluna deverá ser lavada com hexano antes da transferência da amostra. A fase orgânica passará então pelo sulfato de sódio anidro e em seguida pela coluna de alumina. O funil de separação deverá ser lavado várias vezes com hexano em pequenas quantidades.

Os analitos serão eluídos da coluna com 10ml de hexano e coletados em uma proveta de 10ml. O extrato recolhido será evaporado até aproximadamente 2ml sob fluxo moderado de nitrogênio.

Será adicionada em seguida uma quantidade conhecida de padrão interno (TeBT) para que ao final da evaporação (1ml) a concentração do mesmo seja de 200ng·g⁻¹. Finalmente, o extrato será transferido para um vial e levado para a injeção no cromatógrafo a gás.

Análise cromatográfica

As amostras de sedimento superficial serão analisadas no cromatógrafo Varian CG 3800, com detector fotométrico de chama pulsante (PFPD) utilizando-se um injetor automático (Autosampler Varian 8200), do Laboratório de Química Analítica do Instituto de Química da UNESP, em Araraquara.

As condições cromatográficas utilizadas serão:

- coluna: DB5 30m×0,25mm×0,25μm
- modo de injeção: *splitless* por 1min
- volume injetado: 2μl
- temperatura do detector: 300°C
- temperatura do injetor: 250°C
- fluxo do gás de arraste: 1,7ml·min⁻¹
- programação: 130°C (1min) – 280°C a 10°C/min (4min)
- detector: filtro de 610nm
- gás de arraste: H₂ – 13,5ml·min⁻¹
- ar₁: 17,1ml·min⁻¹
- ar₂: 10,6ml·min⁻¹
- voltagem da fotomultiplicadora: 730V
- *gate delay*: 3ms
- *gate width*: 3ms
- *trigger level*: 200mV

Para a construção da curva de calibração serão utilizadas soluções padrão de compostos organoestânicos, contendo no mínimo, cinco concentrações diferentes de uma mistura de todos os compostos analisados. As soluções contendo a mistura de padrões serão preparadas em hexano e derivadas com reagente de Grignard, em triplicata e injetadas no mesmo dia de preparo.

Os resultados, expressos em $\text{ngSn}\cdot\text{g}^{-1}$ para sedimentos, serão determinados a partir da função gerada pela curva de calibração de cada analito, tendo como fatores de correção o uso do padrão interno (TeBT) e dos *surrogates* TPrT (para compostos butílicos) e TCyT (para compostos fenílicos).

Os resultados obtidos serão resultantes da média da análise realizada em triplicata, sendo três injeções para cada replicata (totalizando 9 injeções para cada amostra). Será calculado também o coeficiente de variação (CV), em porcentagem, que corresponde à razão entre o desvio padrão e a média das concentrações obtidas nas injeções, multiplicadas por 100.

$$CV_{\%} = 100 \times \frac{\text{Desvio padrão das concentrações obtidas}}{\text{Média das concentrações obtidas}} \quad (3.2)$$

3.6 Cobre e zinco totais

A análise de cobre e zinco totais será feita através do espectrômetro de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP- OES Inductively coupled plasma optical emission spectrometry).

A lavagem ácida, utilizada no pré-tratamento das amostras dissolverá quase todos elementos que poderiam se tornar “disponíveis ambientalmente”. Elementos ligados a estruturas silicáticas normalmente não são dissolvidas por este procedimento, uma vez que normalmente não são mobilizadas no ambiente.

3.6.1 Materiais

- béqueres de 250ml
- instrumento de recuperação de vapor (vidro de relógio com nervuras e dispositivo de refluxo, sistema de tratamento com solvente apropriado)
- fornos secos capazes de manter uma temperatura de $30^{\circ}\text{C}\pm 4^{\circ}\text{C}$
- termômetros capazes de medir até 125°C com acurácia e precisão
- filtro de papel – Whatman n°.41
- centrífuga e seus tubos de ensaio
- balança analítica
- fonte calorífica ($90\text{--}95^{\circ}\text{C}$)
- funil
- proveta graduada
- balões volumétrico (100ml)

3.6.2 Procedimento

As amostras são pesadas em 1-2 gramas (peso úmido) ou 1 grama (peso seco) e lavada com repetidas adições de ácido nítrico (HNO₃) e peróxido de hidrogênio 30

HCl é usado na fração inicialmente tratada e é refluxada. Numa etapa facultativa para aumentar a solubilidade de alguns metais, esta fração é filtrada e o papel de filtro e resíduos são enxaguados, primeiro com HCl quente e então com água destilada quente. Papel de filtro e resíduos são retornados ao frasco onde se dá a lavagem ácida, refluxado com HCl adicional e filtrado novamente. A fração é então diluída a um volume final de 100mL.

Se preciso, uma alíquota da amostra será seca para a determinação da porcentagem de sólidos totais.

3.6.3 Coleta e preservação das amostras

Os recipientes de acondicionamento da amostra devem ser de vidro ou de plástico, livres de contaminação.

Amostras não-aquosas devem ser refrigeradas imediatamente após a sua coleta e analisadas o mais rápido possível.

Pode ser difícil obter uma amostra representativa com materiais molhados ou levemente úmidos. Estas amostras podem ser secas, trituradas, para reduzir a variabilidade subamostral, contanto que a secagem não afete a extração dos analitos de interesse na amostra.

3.6.4 Preparo das amostras

- homogeneizar a amostra
- adicionar 10ml, 1:1 HNO₃ e refluxar por 10min
- adicionar 5ml de HNO₃ concentrado e refluxar por 30min; repetir até não formar mais fumaça marrom e evaporar 5ml
- resfriar a amostra
- adicionar 2ml de água e 3ml de H₂O₂ 30%
- continuar com a adição em alíquotas de 1ml até diminuir o borbulhamento
- reduzir o volume a 5ml
- adicionar 10ml de HCl concentrado e tampar o refluxo de 15min
- filtrar e colocar a parte filtrada dentro do balão volumétrico e completar os 100ml
- analisar os elementos através do ICP-OES

Refluxo é uma técnica que envolve a condensação de vapores e o regresso deste para o sistema a partir do qual se originou. É utilizado em laboratórios industriais e destilações. Ele também é usado em química para fornecer energia a reacções durante um longo período de tempo.

3.7 Grau de contaminação por esgoto

Para a determinação da contaminação da água do mar por esgotos p e-se utilizar marcadores químicos de contaminação fecal e/ou microbiológicos. De acordo com, a vantagem do uso traçadores químicos se dá pelo fato destes serem menos vulneráveis às mudanças ambientais que as bactérias.

Segundo Martins et al. (2008) os compostos químicos normalmente utilizados são os esteróis e as estanonas, que encontram-se preferencialmente associados aos sedimentos marinhos e são resistentes à decomposição anaeróbica. Além disso, esteróis e estanonas são intimamente relacionados aos materiais fecais de origem humana. Mesmo após um processo de tratamento, os esteróis ainda estão presentes e são encontrados associados aos resíduos sólidos provenientes do tratamento dos efluentes (NGUYEN; BRUCHET; ARPINO, 1995).

De acordo com Martins et al. (2008) sedimentos contaminados por esgoto caracterizam-se pela presença de colesterol, campesterol, β -sitosterol, colestanol, coprostanol e epicoprostanol. Os sedimentos não contaminados por esgoto apresentam os mesmos esteróis, exceto coprostanol e epicoprostanol, além de apresentar dinosterol.

Segundo o mesmo autor, o coprostanol e o epicoprostanol não são naturais dos sedimentos marinhos, e sim estritamente relacionados ao material fecal humano. O coprostanol é um produto da degradação microbiana do colesterol. Já o epicoprostanol não é formado nas fezes humanas, mas sim por processos aeróbicos durante o tratamento do esgoto. Dessa forma, a presença de epicoprostanol juntamente com grandes concentrações de coprostanol indica uma provável contaminação por esgoto.

Para se avaliar o nível de contaminação por esgoto urbano deve-se determinar as razões entre os diferentes esteróis, visto que a concentração de coprostanol varia com o teor de matéria orgânica e a granulometria dos sedimentos (KAWAKAMI, 1999). Além disso, a determinação da contaminação do ambiente através da análise de esteróis é particularmente aplicável próximo as áreas populacionais, devido à proximidade das fontes (MARTINS et al., 2008).

3.7.1 Em campo

Para as análises de coprostanol, serão coletadas amostras de sedimento com um pegador de fundo do tipo *van Veen*.

As amostras coletadas serão acondicionadas em bandejas de alumínio, de aproximadamente 300g de capacidade, que devem ser previamente mufladas e congeladas a -10°C .

3.7.2 Em laboratório

As amostras serão secas, homogeneizadas, submetidas à extração dos esteróis da matriz, à purificação por cromatografia de adsorção em coluna, à transformação dos esteróis em éteres trimetil-sílicos, com o uso do reagente BSTFA/TMCS, à cromatografia em fase gasosa com detector de ionização em chama e à confirmação dos compostos orgânicos por espectrometria de massa.

A secagem das amostras será feita em estufa a 60°C e em seguida estas serão homogeneizadas. 25g da amostra serão submetidas à extração dos esteróis em *Soxhelt* com etanol destilado durante 8h. O extrato obtido será submetido à purificação por cromatografia de adsorção em coluna, que separa os compostos por diferença de polaridade a fim de se eliminar os interferentes (utilizar-se-á uma coluna de vidro contendo 2g alumina como adsorvente). Em seguida, os esteróis serão transformados em éteres trimetil-sílicos, através do reagente BSTFA/TMCS, visto que a baixa volatilidade e o elevado peso molecular dos esteróis dificultam a cromatografia a gás e diminuem a resolução da análise. O excesso de BSTFA/TMCS será removido sob fluxo de nitrogênio (o reagente produz sílica, quando queimado, que adere à parede do detector, diminuindo o desempenho deste). A amostra será injetada no cromatógrafo à gás por ionização em chama, que relaciona a condutividade elétrica de um gás à concentração das suas partículas ionizadas. Por último, será realizada a confirmação por espectrometria de massas, que irá identificar e quantificar os compostos orgânicos presentes na amostra.

3.7.3 Grau de contaminação

De acordo com Gonzalez-Oreja e Saiz-Salinas (1998), valores de concentração de coprostanol acima de 500ng.g⁻¹ são associadas com a introdução de esgoto. Segundo Writer et al. (1995), este limite é menor, sendo que concentrações superiores a 0,01g.g⁻¹ indicam contaminação fecal.

Segundo Martins et al. (2008), valores elevados da razão entre coprostanol e colesterol (maiores que 1,00) indicam introdução de esgoto.

O epicoprostanol é um esteroide formado no tratamento de esgotos, podendo indicar se o efluente despejado numa área recebeu ou não tratamento. Isso pode ser feito através da razão epicoprostanol/coprostanol. Se os valores desta razão forem superiores a 0,80 o esgoto despejado recebeu algum tipo de tratamento. Caso estes valores sejam inferiores a 0,20 há indício de que o efluente não foi tratado (MARTINS et al., 2008).

A razão entre os isômeros 5β (coprostanol) e 5α (colestanol) é um indicativo de ambientes contaminados por esgotos. O coprostanol é formado no trato intestinal de mamíferos superiores, enquanto que o colestanol é formado por atividade bacteriana no sedimento. Assim valores desta razão abaixo de 0,30 indicam ambientes não poluídos por esgoto, e valores acima de 0,70 são característicos de ambientes contaminados (MARTINS et al., 2008). Caso os valores estejam entre 0,30 e 0,70, pode-se utilizar a razão entre os isômeros 5β e 5α das estanoanas. Valores da razão coprostanona/colestanoana maiores que 0,70 indicam ambientes contaminados por esgoto.

De acordo com Martins et al. (2008), para se determinar se uma região recebe grandes quantidades de esgotos pode-se utilizar a porcentagem de esteróis fecais (coprostanol e epicoprostanol) em relação ao total de esteróis quantificados.

3.8 Matéria orgânica em suspensão

Os filtros com material em suspensão serão enviados ao Instituto de Química, onde será utilizado o analisador CHN (Marca Perkin Elmer – Modelo 2400) de combustão à seco, (900°C).

3.8.1 Material necessário

- Filtros *Whatmann GF/F* (porosidade 0,45µm)
- Bomba de vácuo
- Frascos plásticos
- Pinças
- Balança analítica
- analisador CHN

3.8.2 Procedimento

Os filtros que serão utilizados para esta análise devem ser, previamente, numerados e pesados em balança analítica e, então, manipulados apenas com pinças, para se evitar contaminação.

A coleta de água marinha superficial será feita através da garrafa Van Dorn de 4l, e a partir desta, enche-se os frascos plásticos de 1l (um para cada estação). Estes frascos são protegidos da luz e do calor, armazenando-os em marfinito com gelo no barco e em refrigerador no laboratório.

No laboratório, um volume conhecido (medido em proveta) da amostra já homogeneizada, deve ser filtrado com o auxílio de uma bomba a vácuo com pressão em torno de 0,25dbar. Os filtros com MES devem ser dobrados e alocados em recipientes próprios; armazenados em dessecador dentro de freezer.

Para a análise, os filtros são secados em estufa a 75°C durante 1h sobre um pedaço de papel alumínio limpo, e então, pesa-se as amostras na mesma balança analítica usada anteriormente. O valor obtido é o peso da matéria em suspensão mais o peso do filtro, subtraindo este último, temos o MES em mg/m³.

O analisador CHN fornecerá dados de porcentagem dos respectivos elementos e, multiplicando-os pelo MES, obtém-se as quantidades destes.

3.9 Surfactantes

Os surfactantes aniônicos são muito conhecidos por suas aplicações domésticas (GLOXHUBER, 1980), principalmente sob a forma de detergentes. Seu estudo é importante devido aos efeitos tóxicos sobre a biota.

Apesar da biodegradabilidade dos surfactantes ser exigida por leis nacionais (Lei Federal nº 7365 de 13 de setembro de 1985), Braile e Cavalcanti (1993) advertem que, a rigor, nenhum detergente é biodegradável, pois para a perfeita assimilação por microorganismos seria necessário a produção de enzimas específicas, que nem todos os organismo estão aptos a desenvolver. Outro problema é que os surfactantes considerados biodegradáveis consomem oxigênio durante o processo de biodegradação, e podem conferir características anóxicas ao corpo d'água.

Há ainda um terceiro problema. Segundo Bellan e Pérès (1974), os surfactantes propriamente ditos apresentam

baixa toxicidade quando comparados aos efeitos que seus produtos de degradação podem causar sobre a biota, tais como o decréscimo na produção de gametas masculinos e efeitos cancerígenos em algumas espécies.

Os surfactantes ainda estão freqüentemente associados a aditivos que atuam como complexantes e antiderrepositantes e que contém fósforo em sua composição.

As amostras serão coletadas com garrafas tipo *Van Dorn* e armazenadas em frascos de polietileno, com 250ml de capacidade.

Ainda em Ubatuba as amostras deverão passar por filtração a vácuo, com filtros de fibra de vidro *Whatmann GF/F* de porosidade de 0,45µm e posteriormente deverão ser armazenadas em frascos de polietileno com aproximadamente 250ml de capacidade e preservadas a -20°C até o momento da análise em São Paulo.

Será utilizada a metodologia de APHA (1985) relacionada às recomendações da Resolução CONAMA Nº20 de 18/06/1986. Faz-se coleta de amostras com garrafa van Dorn. Utiliza-se filtros Whatman GF/F e congela-se a -20°C. Usa-se espectrofotometria a partir da formação de íon-par com azul de metileno seguida de extração com clorofórmio. O comprimento de onda utilizado na medição é 560nm.

3.10 Fosfato

Será utilizada a metodologia proposta por Montone (2006). O princípio do método baseia-se na reação quantitativa do fosfato com íons molibdato, em meio ácido, para posterior análise em espectrofotômetro. A reação, catalisada pelo antimônio, produz um complexo amarelo, o fosfomolibdato, que é reduzido a um composto azul, pela ação do ácido ascórbico.

3.10.1 Instrumentos utilizados

- Espectrofotômetro
- Cubetas de vidro com 5cm ou 1cm de percurso óptico
- Balões volumétricos de 100, 200 e 1000ml
- Frascos de 100, 200 e 1000 ml
- Provetas de 50ml
- Pipetas volumétricas de 0,5; 1 e 2ml
- Frascos de reação de 125ml
- Pisseta

Procedimento

A quantidade do complexo azul de fosfomolibdênio formado é proporcional à concentração de fósforo presente como fosfato inorgânico na amostra de água. Portanto, o fósforo pode ser quantificado por espectrofotometria que relaciona a concentração com absorvância através da Lei de Lambert-Beer.

Para tal, 35ml de cada amostra são transferidas para um erlenmeyer de 120 ml e em seguida são adicionados 1ml de R1 (preparado previamente misturando-se 45ml de solução de molibdato 0,08M a 200ml de solução de ácido sulfúrico 9N e a 5ml de solução de tartarato de potássio 0,1M) e 1ml de R2 (solução de ácido ascórbico 0,4M).

Os mesmos reagentes são adicionados as soluções-padrão de fosfato (0,5; 1 e 2µM).

Após 5 minutos, as absorvâncias das amostras e dos padrões são lidas no espectrofotômetro a 880nm, em cubas de 5cm. Com as medidas de absorvância dos padrões, descontado o valor do branco, constrói-se uma curva de calibração a partir da qual é possível obter o fator F que relaciona a concentração com a absorvância.

$$F = \frac{\Delta C}{\Delta A} \quad (3.3)$$

Onde C é a concentração da solução-padrão e A é a absorvância medida pelo espectrofotômetro. O cálculo das concentrações de fosfato é feito relacionando o fator F a absorvância A, através da equação:

$$[PO_4^{-3}] = F \cdot A \quad (3.4)$$

3.11 Nitrito

Basicamente, a determinação do nitrito está baseada na reação do nitrito com uma amina aromática (SA), em pH baixo, formando íon diazônico. Este reage com uma segunda amina aromática, formando um composto colorido (diaz), a partir do qual é calculada a concentração de nitrito (as concentrações são proporcionais). A amostra é lida no espectrofotômetro.

Em Ubatuba, as amostras serão filtradas, acondicionadas em frascos de plástico e congeladas à -20°C, para serem analisadas no laboratório em São Paulo.

3.11.1 Instrumentos utilizados

- Espectrofotômetro;
- Cubetas de 5 ou 1cm de percurso ótico;
- Balões volumétricos e pipetas volumétricas;
- Frascos de reação;
- Seringas.

3.11.2 Reagentes utilizados

- solução de sulfanilamida (SA) — R1;
- solução de n-(naftil)-etileno diamina dihidroclorato (NED) — R2;
- solução padrão de nitrato de sódio.

3.11.3 Procedimento

Inicialmente, contrói-se a curva de calibração do espectrofotômetro, feita a partir da solução mãe diluída para obter vários padrões de diferentes concentrações.

De cada amostra é retirada, utilizando-se uma proveta graduada, uma alíquota de 35ml que será transferida para o frasco de reação. A cada uma dessas alíquotas será adicionado 1ml de R1, e o frasco será agitado. O mesmo procedimento será feito com R2. Após cerca de 25 minutos (tempo de reação) as amostras serão colocadas no espectrofotômetro em cubetas de 5cm, e lidas as absorvâncias do comprimento de onda 540nm. Para o branco será separada uma alíquota de 35ml de água destilada deionizada e feito o mesmo procedimento das amostras anteriores.

Com os valores de absorvância referentes aos padrões, corrigidos pelo branco das cubas e branco de reagentes, será construída uma curva de calibração e obtido um fator F que converte o valor da absorvância em concentração, segundo a Equação 3.5.

$$C = F \times A(\text{amostras}) \quad (3.5)$$

3.12 Nitrato

Para a determinação de nitrato deve-se reduzir o nitrato à nitrito, utilizando um redutor de cádmio cuperizado. O nitrito é determinado segundo o método descrito na Seção 3.11, e a concentração é obtida pela subtração do valor total de nitrito com o valor inicial. A amostragem é exatamente igual à do nitrito. Além dos instrumentos já citados para a determinação do nitrito, um redutor de Cd/Cu e uma bomba peristáltica serão utilizados.

3.12.1 Reagentes utilizados

- Solução de sulfanilamida (SA) — R1;
- Solução de n-(naftil)-etileno diamina dihidroclorato (NED) — R2;
- Solução tampão de cloreto de amônio — R3;
- Solução mãe de nitrato de potássio;
- Cádmio;
- Solução de sulfato de cobre;
- Solução de ácido clorídrico 2N.

3.12.2 Procedimento

A curva de calibração do espectrofotômetro é feita a partir da solução mãe, diluída para obter vários padrões de diferentes concentrações.

A determinação da concentração é feita a partir de 50ml de amostra adicionadas a 50ml de tampão. Essa mistura é colocada em erlenmeyers e passada pelo redutor, desprezando-se os primeiros 30ml, com os quais serão lavados os recipientes. A fração seguinte, de 25ml, é recolhida e transferida para o frasco de reação, onde será adicionado 1ml de R1 e 1ml de R2. Espera-se 25 minutos até que o tempo de reação seja cumprido, e então o conteúdo do frasco será colocado em cubetas de 5cm. Serão lidas as absorvâncias no comprimento de onda 540nm. Tratando-se do branco, uma alíquota de 35 ml de água destilada deionizada será determinada de forma idêntica à descrita anteriormente.

Com os valores de absorvância referentes aos padrões, corrigidos pelo branco das cubas e o branco de reagentes, será construída uma curva de calibração e obtido um fator F que converte o valor da absorvância em concentração, segundo a Equação 3.6.

$$C = F \times A(\text{amostras}) \quad (3.6)$$

3.13 Oxigênio dissolvido

Para determinar a concentração de OD na amostra, será utilizada a metodologia proposta por Grasshoff (1976), sendo o método analítico mais utilizado na química das águas naturais.

3.13.1 Instrumentos utilizados

- Garrafa tipo van Dorn
- Garrafa tipo Nansen
- Frasco âmbar de boca esmerilhada com tampa mergulhadora 100ml;
- Pipetas volumétricas 1ml, 5ml e 100ml;
- Erlenmeyer 100ml;
- Agitador magnético;
- Bureta digital.

3.13.2 Reagentes utilizados

- Solução de sulfato de manganês (MnSO_4) - R1;
- Solução de iodeto de potássio e hidróxido de potássio (KI e KOH) – R2;
- Solução de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
- R3;
- Solução de amido;
- Solução padrão de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

3.13.3 Procedimentos

Em campo

Será feita a coleta em garrafa van Dorn, na chatinha, e em garrafa Nansen, no Véliger II. As amostras serão coletadas em frascos de vidro âmbar com o cuidado de não formar bolhas. Imediatamente após a coleta serão adicionados 1ml de R1 e 1ml de R2. O frasco será fechado com a tampa mergulhadora e então agitado. As amostras serão estocadas ao abrigo de luz.

Em laboratório

Será adicionado 2ml de R3 a cada amostra e então o frasco será fechado e agitado até que o precipitado seja dissolvido. Em seguida será colocados 5ml de amido. Após isso a amostra será titulada com a bureta digital até que a amostra fique incolor, indicando o término da reação. Para obter uma determinação de OD precisa, são necessárias a determinação do branco e a padronização do titulante.

3.14 Hidrocarbonetos

Hidrocarboneto é qualquer composto binário de carbono e hidrogênio, imiscível em água. São usualmente extraídos da fase líquida para a fase orgânica utilizando-se hexano como solvente. Após a extração, a amostra é lida no espectrofluorímetro.

3.14.1 Instrumentos utilizados

- Garrafa de vidro com boca esmerilhada 4l
- Funil de separação 4l
- Erlenmeyer 1l
- Seringa
- Espectrofluorímetro
- Cubetas de vidro com 5cm ou 1cm de percurso ótico

3.14.2 Reagentes utilizados

- Solução de hexano

Em campo

Para as análises de hidrocarbonetos serão coletadas amostras de água utilizando uma garrafa de vidro com capacidade para 4l.

Em laboratório

Inicialmente, constrói-se a curva de calibração do espectrofotômetro baseadas em soluções padrão contendo 30 ml de hexano.

Adiciona-se 30ml de hexano em cada garrafa de água coletada e agitar, com movimentos circulares e mantendo-o aberto na parte superior, por 5 minutos ou até a diminuição da saída dos gases. Adiciona-se a solução no funil de separação, fechando-o bem, e deve-se agitá-lo. Esta agitação deve ser branda para que não se gaste um longo período de tempo para a separação das fases. Após cada agitação, abre-se a torneira para saída dos gases. Repete-se esta operação até que não saiam mais gases. Deixa-se o funil semi-aberto em repouso por 15 minutos ou até que haja a separação das fases. Como a fase orgânica contém hexano, que é um líquido menos denso que a água, este ficará na parte de cima do funil de separação. Faz-se a retirada somente do hidrocarboneto transbordando-se através do funil de separação para o erlenmeyer.

Posteriormente, transfere-se uma alíquota para a cubeta do espectrofotômetro, e lê-se a absorbância em triplicata. Com os valores de absorbância referentes aos padrões, corrigidos pelo branco das cubas e branco de reagentes, construir-se-á uma curva de calibração e obtido um fator F que converte o valor da absorbância em concentração, segundo a Equação 3.7.

$$C = F \times A(\text{amostras}) \quad (3.7)$$

3.15 Ensaio toxicológico

A notada sensibilidade, o amplo conhecimento da sua embriologia, a facilidade de obtenção e manuseio mais o sincronismo do seu desenvolvimento fazem do ouriço-do-mar um excelente indicador biológico. A espécie *Lytechinus variegatus*, além de possuir todas essas características, fornece resultados facilmente interpretáveis e bastante reprodutíveis, por isso é a espécie mais utilizada em testes toxicológicos (NIPPER; PRÓSPERI; ZAMBONI, 1993; MASTROTI, 1997).

O teste, descrito por Mastroti (2002), consiste em expor espermatozoides de ouriço a diferentes concentrações-teste por um período de 20 minutos. A etapa seguinte é adicionar os ovócito para que ocorra a fertilização, e após mais 20 minutos, todos os tubos-teste devem ser fixados com formaldeído para posterior observação ao microscópio a fim de obter-se a taxa de fertilização, a qual é considerada como parâmetro/resposta do teste.

3.15.1 Coleta dos animais

Apesar de serem necessários apenas 3 indivíduos de cada sexo, recomenda-se a coleta de 15 a 20 organismos, devido a ausência de dimorfismo sexual evidente.

Exemplares de *L. variegatus* adultos são coletados por mergulho, colocados em bandejas plásticas, envoltos em macroalgas coletadas no mesmo local, e levados imediatamente ao laboratório. A seguir, os animais são transferidos para tanques com água do mar e mantidos em sistema de fluxo contínuo, sendo alimentados com as macroalgas até o início dos experimentos.

3.15.2 Obtenção e tratamento dos gametas

A coloração dos gametas permite a identificação do sexo dos ouriços.

Antes de sua utilização, deve-se lavar com água de diluição, para remoção de fezes e outros detritos da superfície corpórea.

Para promover a liberação de gametas, injeta-se 2,5ml de solução de KCl 0,5M na região perioral do ouriço em pontos diametralmente opostos. Agita-se o animal suavemente, para que o KCl se espalhe pela cavidade celômica. Então, os gametas são liberados através dos gonóporos localizados na superfície aboral do animal. Esse procedimento promove a liberação de todos os gametas (maturados e imaturos), assim, o organismo não poderá ser reutilizado num curto espaço de tempo.

Após a injeção de KCl, os ouriços devem ser colocados em bandejas plásticas ou placas de Petri, para a realização dos procedimentos de coleta de gametas, os quais são distintos entre machos e fêmeas.

Os ovócitos, amarelo-alaranjados, devem ser coletados diretamente em água do mar. Para tal, as fêmeas são apoiadas sobre a superfície de béqueres de 400ml contendo água de diluição à temperatura de teste, com a superfície aboral voltada para baixo. O diâmetro do béquer deve ser menor que o diâmetro do ouriço, para que este permaneça pousado na abertura do béquer, com os gonóporos imersos na água.

Quando o KCl for utilizado, deve-se coletar os ovócitos por um período máximo de 5 minutos, para evitar que os imaturos (liberados na desova prolongada) misturem-se aos ovócitos maturados.

Com pipeta Pasteur retirar uma subamostra dos ovócitos de cada fêmea e observá-las ao microscópio. Os ovócitos devem ser redondos, lisos e de tamanho homogêneo. Lotes de ovócitos de tamanho ou formato irregular, ou com micrúpila expandida (indício de ovócitos envelhecidos) devem ser descartados.

Após decantação de lotes de óvulos viáveis, descartar o sobrenadante e filtrar, através de uma malha de 150mm, reunindo-os em um béquer de 1000ml. Acrescentar água de diluição à temperatura de teste, até atingir 600ml e aguardar novamente a decantação dos óvulos. Descartar cuidadosamente o sobrenadante, e acrescentar água de diluição limpa. Homogeneizar a solução por agitação suave e aguardar nova decantação, repetindo-se 3 vezes este processo de lavagem, quando então os óvulos estarão prontos para a fecundação.

O esperma identificado por sua cor branca, deve ser coletado com pipeta Pasteur de ponta fina ou por meio de

uma seringa de 1ml, diretamente dos gonóporos, evitando-se que o esperma entre em contato com a água do mar até o início dos experimentos. O esperma deve ser colocado em um recipiente pequeno (béquer de 30ml ou tubo plástico ou vidro de 1,5ml) e mantidos em caixa de isopor com gelo. Preparar uma diluição do esperma em água do mar, na proporção de 0,5ml de esperma (coletado com seringa de 1ml) para 25ml de água do mar, misturando-se bem para dissolução de grumos. Esse procedimento é necessário para ativação dos espermatozóides. Essa solução deverá ser utilizada imediatamente para o processo de fecundação.

3.15.3 Fecundação

Acrescentar 1 a 2ml da solução de esperma ao béquer contendo os óvulos e aguardar 5 minutos. Coletar 1 ml da solução contendo os ovos e diluir em 99ml de água de diluição, em proveta de 100ml. Agitar bem e retirar 3 subamostras de 1ml para contagem em câmara de Sedgwick-Rafter. Proceder a contagem do número de ovos (identificáveis pela membrana de fecundação ao seu redor). Deve haver um mínimo de 80% de fecundação em cada amostra. Caso isso não ocorra, deve-se acrescentar novamente 1 a 2ml do esperma diluído ao béquer contendo os óvulos, e realizar nova contagem. Após essa tentativa, se não atingir os 80% de fecundação, descartar os gametas e providenciar novo lote de óvulos e espermatozóides, reiniciando todo o processo.

Quando a porcentagem de fecundação for satisfatória, calcular a média dos valores obtidos nas 3 subamostras, multiplicar por 100 (fator de diluição), obtendo-se assim o número de ovos fecundados por ml da solução. Calcular o volume dessa solução que contenha 300 ovos (para obtenção de 30 ovos/ml no frasco-teste), quantidade esta a ser utilizada no experimento.

O volume calculado deve ser acrescentado aos recipientes-teste, sendo que esse volume não deve exceder 100ml. Se isso acontecer, a solução de ovos deve ser concentrada por meio de decantação dos ovos e remoção de parte do sobrenadante, seguida de nova contagem e cálculo do volume necessário para uso em teste, antes de seu acréscimo aos tubos de ensaio. O prazo máximo entre a fecundação dos ovos e acréscimo dos mesmos aos frascos-teste não deve ultrapassar 30 minutos.

3.15.4 Concentrações-teste

Segundo a U.S.EPA (1991), responsável pela padronização dos testes com gametas e embriões de ouriço-do-mar juntamente com a (ENVIRONMENT CANADA, 1992), são necessárias no mínimo 5 concentrações-teste (diluídos por um fator $\geq 0,5$); além de um controle, que no caso é apenas água de diluição. O fator de diluição maior torna menor a diferença entre as concentrações; para sua escolha, recomenda-se um teste preliminar com algumas concentrações e poucas réplicas que forneçam alguma estimativa do grau de toxicidade da amostra a ser testada.

3.15.5 Teste definitivo

- Diluir 0,5ml de esperma concentrado de no mínimo 3 machos (até então conservado resfriado em um béquer mantido numa cubeta com gelo) em 24,5ml de água do mar filtrada. Dessa maneira, a solução espermática é ativada. A seguir, adiciona-se 10 μ L dessa solução aos tubos com 10ml de solução-teste, cada qual com con-

centração diferente.

- Após 20 minutos de exposição dos gametas masculinos, adiciona-se um volume que contenha aproximadamente 2000 óvulos a cada tubo-teste para que ocorra a fecundação.
- Aguarda-se mais 20 minutos para que ocorra a fertilização dos óvulos, e então, adiciona-se 0,5ml de formol a 40%, tamponado com bórax, para preservar as amostras.
- Através da observação ao microscópio com um aumento de 100 vezes, pode-se facilmente distinguir os óvulos (não-fecundados) dos ovos (fecundados), já que estes apresentam uma nítida membrana de fertilização. A fim de se obter a taxa de fertilização (porcentagem de ovos e óvulos), devem ser considerados os 100 primeiros (dos dois tipos) observados. Essa taxa será utilizada para os cálculos estatísticos e obtenção dos resultados finais.

3.15.6 Teste de referência

Para o teste de referência, o qual deve ser realizado paralelamente ao teste definitivo:

- Utilizar uma substância de referência como dodecil sulfato de sódio (DSS) ou cobre, cujos efeitos sejam conhecidos e estudados previamente para a mesma espécie e tipo de teste.
- Realização da mesma forma que o definitivo para avaliar a sensibilidade do lote de ouriços-do-mar utilizados no teste.

Montagem do teste

Numerar aleatoriamente os recipientes-teste (tubos de ensaio de 10ml), registrando na ficha de controle, os números dos frascos correspondentes a cada concentração. Isso é feito para que a leitura do teste seja aleatória, sem que o operador tenha conhecimento prévio da concentração da solução-teste que está sendo analisada.

A água de diluição a ser utilizada nos testes deve ser a água do mar natural, isenta de contaminantes e com salinidade na faixa definida para as espécies-teste (34 ± 2), filtrada através de cartuchos de celulose com poros de 1 e 5mm e de carvão ativado ou em filtros de fibra de vidro *Whatman GF/C*, com 4,7cm de diâmetro.

As soluções são preparadas no dia da realização dos testes, utilizando-se balões volumétricos e pipetas automáticas ou volumétricas. As soluções devem estar à temperatura de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ no início do teste. Para o preparo das soluções utiliza-se água de diluição, água destilada ou salmoura.

Apresentação dos resultados

Os resultados podem ser apresentados pela CE50 (concentração efetiva a 50% dos organismos) é a concentração hipotética onde apenas 50% dos óvulos são fecundados; ela é calculada através de curva dose-resposta pelo teste estatístico *Trimmed Spearman Karber* (HAMILTON; RUSSO; THURSTON, 1977).

A CE50 é utilizada para indicar o grau de toxicidade de uma dada amostra ou substância, ou seja, quanto maior o valor nominal da CE50 encontrada, menor será a toxicidade da substância em questão, uma vez que será necessária

uma maior concentração para afetar 50% dos indivíduos estudados.

Valores de CE_p (onde p representa a porcentagem de resposta, por exemplo, 10%, 25%, 50%), os quais podem ser sugeridos como critérios para fins regulatórios, considerando-se sua menor variação.

Aceitabilidade do teste

São critérios de aceitabilidade dos testes de toxicidade com gametas de ouriço-do-mar:

- mínimo de 70% de fertilização no controle;
- mínimo de 5 concentrações-teste e 1 controle para os testes definitivos, com 3 a 5 réplicas por concentração;
- a CE50 obtida no teste com substância de referência deve estar na faixa compreendida entre a média das CE50 de testes anteriores ± 2 desvios padrão.

3.16 Profundidade da camada fótica

A transparência da coluna d'água será determinada através da profundidade de penetração da luz na coluna d'água. Para isso, será utilizado o disco de Secchi e calculado o coeficiente de extinção proposto por Poole e Atkins (1929).

3.16.1 Instrumentos utilizados

- Disco de Secchi de aproximadamente 30cm de diâmetro

3.16.2 Procedimento

Submerge-se o disco de Secchi, acoplado a um cabo com marcações a cada metro, lentamente, até que não seja possível visualizá-lo na coluna d'água.

A transparência da água será avaliada com base no coeficiente de extinção $k = 1,7 \times Z_{ds}^{-1}$, onde Z_{ds} é a profundidade medida pelo disco de Secchi. Quanto maior a penetração de luz, menor será o coeficiente de extinção e, conseqüentemente, maior será a transparência na coluna d'água.

3.17 Confecção do Atlas de Detalhe Operacional

Após as coletas e análises, os dados serão dispostos nas Cartas de Detalhe Operacionais para que possam ser apresentados e avaliados. O ADO conterà as seguintes cartas:

1. Apresentação da área de estudo e batimetria;
2. Granulometria;
3. Contaminação por tinta anti-incrustante (TBT);

4. Contaminação por cobre e zinco totais

5. Contaminação por hidrocarbonetos;

6. Contaminação por esgoto

- concentração de esteróis
- concentração de surfactantes;

7. Parâmetros hidroquímicos

- concentrações de nitrito, nitrato, fosfato, oxigênio dissolvido e matéria orgânica em suspensão.

8. Grau de toxicidade

Os dados coletados, exceto as concentrações de esteróis, os parâmetros hidroquímicos e os graus toxicidade, serão colocados em pontos de grade pelo *software* SURFACE de Smith e Wessel (1990) que adapta uma superfície de curvatura mínima aos dados e então a partir da função que define a superfície calcula os valores correspondentes a cada ponto da grade. A partir dos pontos gradeados, serão produzidas as visualizações em pseudo 3D para batimetria e pseudo-cor para os demais utilizando-se o *software open-source Generic Mapping Tools* (GMT). Nas visualizações de pseudo-cor para contaminações, a escala de cores representará o percentual da variável em relação ao ponto de referência no Boqueirão.

As concentrações de esteróis, os parâmetros hidroquímicos e os graus toxicidade serão apresentados em gráficos de barra, sendo um gráfico para cada estação em que serão analisados. Cada gráfico conterá uma barra para cada variável e representará o percentual desta variável em relação ao ponto de referência (Boqueirão). Essa visualização também será feita utilizando-se o GMT.

4 Cronograma

A Seção 4.1 mostra o cronograma tentativo para o segundo semestre de 2009. As tabelas 4.1 a 4.7 mostram os cronogramas tentativos para o trabalho de campo e para as coletas.

4.1 2º semestre de 2009

Agosto

- 07/ago Apresentação de projeto e do cronograma; divisão dos grupos; discussão
- 14/ago Reapresentação do projeto; reservas dos instrumentos; reserva da sala de informática; apresentação da metodologia e cronograma da viagem de batimetria
- 21/ago Viagem de batimetria (Prof. Michel e três alunos); apresentação das metodologias
- 28/ago Capacitação de uso de *softwares* e métodos de análise

Setembro

- 04/set Capacitação de uso de *softwares* e métodos
- 18/set Pesagem dos filtros, muflagem das bandejas; checagem de material
- 21 a 25/set Viagem de campo

Outubro

- 02/out Liofilizar as amostras para TBT e enviar para análise na UNESP-Araraquara
- 09/out Análises geoquímicas
- 16/out Análises geoquímicas
- 23/out Análises geoquímicas
- 30/out Confecção do relatório

Novembro

- 06/nov Confecção do relatório e do Atlas
- 13/nov Projeto final: entrega do relatório e do Atlas
- 07/nov Resumo/entrega do trabalho

4.2 Trabalho de Campo

Tabela 4.1: Cronograma tentativo — 1º dia

	G1	G2	G3	G4	G5
Tarde			13h–17h		
			Viagem para Ubatuba		
Noite			17h–20h		
			Organização dos materiais		

Tabela 4.2: Cronograma tentativo — 2º dia

	G1	G2	G3	G4	G5
Manhã	7h–12h Vélliger II	8h–9h30 mergulho	8h–13h chatinha	8h–9h30 padronização	8h–9h30 padronização
		10h30–12h laboratório		9h30–12h laboratório	9h30–12h laboratório
Almoço	12h–13h	12h–13h	13h–14h	12h–13h	12h–13h
Tarde	13h–17h laboratório	13h–17h laboratório	14h–17h ouriço + laboratório	13h–17h Vélliger II	14h–17h chatinha

Tabela 4.3: Cronograma tentativo — 3º dia

	G1	G2	G3	G4	G5
Manhã	8h–10h ouriço	7h–12h Vélliger II	8h–12h laboratório	8h–12h chatinha	8h–12h laboratório
	10h–12h00 laboratório				
Almoço	12h–13h	12h–13h	12h–13h	12h–13h	12h–13h
Tarde	13h–17h laboratório	13h–17h laboratório	13h–17h Vélliger II	13h–17h laboratório	13h–17h ouriço

Tabela 4.4: Cronograma tentativo — 4º dia

	G1	G2	G3	G4	G5
Manhã	8h–12h análises de física	8h–12h00 org. amostras	8h–12h laboratório	8h–12h laboratório	7h–12h Vélliger II
Almoço	12h–13h	12h–13h	12h–13h	12h–13h	12h–13h
Tarde	13h–17h org. amostras	13h–17h Vélliger II	13h–17h org. amostras	13h–17h análises de física	13h–17h análises de física

Tabela 4.5: Cronograma tentativo — 5º dia

	G1	G2	G3	G4	G5
Manhã			9h–13h		
			Retorno a São Paulo		

Tabela 4.6: Ordem de coleta no barco de pesquisas Véliger II do IOUSP

ordem	parâmetro coletado	instrumento
1	Hidrocarbonetos	Garrafa de vidro âmbar
1	Prof. camada fótica	Disco de Secchi
1	NO_3^- , NO_2^- , PO_4^- , MOS e surfac.	balde
2	OD	garrafa de Nansen
2	Esteróis, TBT e granul.	Mini <i>Box Corer</i>
3	Temperatura e salinidade	CTD

Tabela 4.7: Ordem de coleta na chatinha do IOUSP

Ordem	Parâmetro coletado	Instrumento
1	Hidrocarbonetos	Garrafa de vidro âmbar
1	Prof. camada fótica	Disco de Secchi
2	OD, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^- , MOS e surfac.	Garrafa van Dorn
2	Esteróis, TBT e granul.	Pegador Peterson
3	Temperatura e salinidade	CTD

5 Orçamento

O orçamento do projeto encontra-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Orçamento

	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
TBT			
Análise	25 amostras	131,17	3.279,17
Transporte SP/Araraquara	Ida e volta	235,40	235,40
Motorista	1	150,00	150,00
Cu e Zn			
Análise	25 amostras	15,00	375,00
Esteróis			
Análise	9 amostras	350,00	3.150,00
Pegador de fundo - Peterson (aluguel - dia)	1	100,00	500,00
Teste toxicidade			
Análise	9 amostras	78	702
Equipamento de mergulho	2	116,00	232,00
Mergulhador	2	100,00	200,00
Fosfato			
Análise	25 amostras	15,00	375,00
Nitrito			
Análise	25 amostras	15,00	375,00
Nitrato			
Análise	25 amostras	30,00	750,00
Oxigênio dissolvido			
Análise	25 amostras	20,00	500,00
Garrafa Nansen (aluguel)	2	3.000,00	6.000,00
Material orgânico suspensão			
Análise	25 amostras	15,00	375,00
Granulometria			
Análise	25 amostras	140,00	3.500,00

Tabela 5.2: Orçamento - continuação. (pré) indica gastos com o levantamento batimétrico prévio.

	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Levantamento batimétrico			
Tratamento dos dados	1	2.000,00	2.000,00
DGPS (aquisição)	1	2.500,00	2.500,00
Ecobatímetro (aluguel - km)	13 km	800,00	10.400,00
Levantamento hidrográfico			
CDT (aluguel)	2	10.000,00	20.000,00
ADCP (aluguel)	1	15.000,00	15.000,00
Outros materiais			
Barco (aluguel - diária)	5	1.400,00	7.000,00
Chata (aluguel - diária)	5	150,00	750,00
Gelo (kg)	3	8,00	24,00
Caixa de isopor (120l)	2	50,00	200,00
Garrafa van Dorn	4	3.200,00	6.400,00
Balde oceanográfico	2	10,00	20,00
Vidraria e frascaria	1	500,00	500,00
Ficha de bordo	50	0,20	10,00
Disco de Secchi	2	50,00	100,00
Microscópio	4	200,00	800,00
Notebook	1	3.000,00	3.000,00
Salário pesquisadores (hora)	19 pesquisadores	100,00	76.000,00
Salário pesquisadores (hora) (pré)	4 pesquisadores	100,00	16.000,00
Salário técnicos (hora)	5 técnicos	50,00	10.000,00
Salário técnicos (hora) (pré)	1 técnico	50,00	2.000,00
Hospedagem (diárias) - aluno	15	27,00	2.025,00
Hospedagem (diárias) - docente	4	47,00	940,00
Hospedagem (diárias) - aluno (pré)	3	27,00	243,00
Hospedagem (diárias) - docente (pré)	1	47,00	141,00
Transporte Ubatuba–São Paulo (pré)	Ida e volta	184,00	368,00
Transporte Ubatuba–São Paulo	Ida e volta	3.000,00	3.000,00
Transporte Kombi (Base–Enseada)	Ida e volta	2,00	8,00
Curso de capacitação (por aluno)	17	40,00	680,00
Seguro de equipamentos	1	10.000,00	10.000,00
Seguro de vida	19	20,00	380,00
Elaboração do relatório	1	15.000,00	15.000,00
Elaboração do atlas	1	25.000,00	25.000,00
Subtotal			251.055,57
Lastro financeiro (20%)			50.211,11
Total			301.266,68

Referências Bibliográficas

- ABALOS, M.; BAYONA, J. M.; QUEVAUVILLER, P. *Appl. Organomet. Chemistry*. [S.l.: s.n.], 1998. 541 p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16. ed. Washington, 1985. 1268 p.
- ANDRADE, R. O. B. de; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. *Gestão Ambiental: Enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável*. 2. ed. São Paulo: Editora Makron Books, 2004. 232 p.
- AZEVEDO, G. F. de Oliveira e. *Variabilidade sazonal (outono–primavera) da produtividade primária e biomassa fitoplanctônica na Enseada do Flamengo, Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo*. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2002.
- BELLAN, G.; PÉRÈS, J. M. *La pollution des mers*. Paris: Press Universitaires de France, 1974. 124 p.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*. São Paulo, 1993. 583–640 p.
- CASTRO-FILHO, B. M. de; MIRANDA, L. B. de; MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 135–151, 1987.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo. Balneabilidade das Praias - 2004*. 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/agua_geral.asp>. Acesso em: 11 mar. 2009.
- DIEGUES, A. C. S. *Pescadores, Camponeses e Trabalhadores do Mar*. São Paulo: Editora Ática, 1983.
- ENVIRONMENT CANADA. *Biological Method Test: Fertilization essay using echinoids (sea urchins and sand dollars)*. 1992. Report, 97p.
- FENT, K. *Crit. Rev. Toxicol.* 1996.
- FREITAS, R. C. de. *Evolução recente das margens dos canais lagunares e topografia de fundo do Sistema Cananéia-Iguape/SP*. 72 f. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2005.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. *Marina Pier do Saco da Ribeira*. 2007. Documento interno.
- GHERARDI, D. F. M.; CABRAL, A. P. (Coord.). *Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos*. Brasília: MMA, SMCQ, 2007. 116 p.
- GLOXHUBER, C. (Ed.). *Anionic Surfactants: Biochemistry, Toxicology, Dermatology*. [S.l.]: Marcel Dekker, 1980. 456 p.
- GODOI, A. F. L.; FAVORETO, R.; SANTIAGO-SILVA, M. Contaminação ambiental por compostos organoestânicos. *Química Nova*, n. 5, p. 708–716, 2003.
- GONZALEZ-OREJA, J. A.; SAIZ-SALINAS, J. I. Short-term spatio-temporal changes in urban pollution by means of faecal sterols analysis. *Mar. Pollut. Bull.*, v. 36, n. 11, p. 868–875, 1998.
- GRASSHOFF, K. (Ed.). *Methods of Seawater Analysis*. New York, Weinheim: Verlag Chemie, 1976. 317 p. ISBN 3-527-29589-5.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Trimmed Spearman Karber method for estimate median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ. Technol.*, v. 11, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Síntese de indicadores sociais*. 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 jun. 2009.

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA USP. 1988.

KAWAKAMI, S. K. *Coprostanol como um indicador químico de contaminação por esgoto urbano em algumas regiões do litoral de São Paulo*. 71 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

LOPES, C. C.; LOPES, R. S. C.; CARDOSO, J. N. *Síntese de glicero-fosfatos com atividade anti-incrustante em embarcações*. maio 2005.

LOPES, S. G. B. C. *Levantamento das espécies de gastropódes e bivalvia do Saco da Ribeira e estudo da taxocenose dos bivalvia da praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, SP*. 161 f. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1983.

MAGLIOCCA, A.; KUTNER, A. S. Sedimentos de fundo da enseada do Flamengo, Ubatuba, SP. *Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 198, p. 1–15, 1965.

MAHIQUES, M. M. *Variações temporais na sedimentação quaternária das embaixadas da região de Ubatuba, estado de São Paulo. Volume 1*. 129 f. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1992.

MARINHA DO BRASIL - DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. *Brasil — Costa Sul — Da Ilha das Couves à Ilha do Mar Virado*. 2007. Escala 1:39983 na lat. 23° 25,50'. Projeção de Mercator. Carta Náutica 1635. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas_eletronicas_Internet.htm>. Acesso em: 10 mar. 2009.

MARTINS, C. de C. et al. Marcadores orgânicos de contaminação por esgotos sanitários em sedimentos superficiais da baía de Santos, São Paulo. *Quím. Nova*, v. 31, n. 5, p. 1008–1014, 2008.

MASTROTI, R. R. *Toxicidade e biodegradabilidade de surfactantes aniônicos em água do mar*. 112 f. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1997.

MASTROTI, R. R. Testes de toxicidade com gamentas de ouriço-do-mar (fertilização). In: NASCIMENTO, I. A.; SOUSA, E. C. P. M.; NIPPER, M. (Ed.). *Métodos em ecotoxicologia: Aplicações no Brasil*. São Paulo: Artes Gráficas e Indústria LTDA, 2002.

MATTOS, R. A. *Avaliação da geostrofia do sistema Corrente do Brasil ao largo de Cabo Frio*. Monografia (Graduação) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2003.

MONTONE, R. C. *Determinação do fosfato dissolvido na água do mar*. 2006. Disponível em: <http://labqom.io.usp.br/downloads/IOF-212/3-Fosfato_dissolv.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2008.

MORAES, A. C. R. *Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil—Elementos para uma geografia do litoral brasileiro*. São Paulo: HUCITEC; EDUSP, 1999. 229 p.

NGUYEN, D.; BRUCHET, A.; ARPINO, P. Determination of sterols in sewage sludge by combined in situ trimethylsilylation/supercritical fluid extraction and GC/MS. *Environ. Sci. Technol.*, n. 29, p. 1686–1690, 1995.

NIPPER, M. G.; PRÓSPERI, V. A.; ZAMBONI, A. J. Toxicity testing with coastal species of southeastern Brazil. echinoderm sperm and embryos. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 50, n. 5, p. 646–652, 1993.

PERAZZA, M. C. D. *Variação sazonal do fitoplâncton e dos fatores ambientais, na Enseada do Flamengo (lat. 23°30'S - long. 45°06'W)*: Algumas considerações metodológicas. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1982.

- POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 16, n. 1, p. 297–324, 1929.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA 21, de 25 de março de 2008. *Diário Oficial [do] Estado de São Paulo*, São Paulo, mar. 2008.
- SANTOS, D. M. dos. *Compostos organoestânicos no material particulado em suspensão e sedimentos superficiais no eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, PR*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Paraná, 2008.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Alguns aspectos ecológicos e análise da população de Anomalo cardia brasiliensis (Gmelin, 1971) Mollusca-Bivalvia, na praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, estado de São Paulo*. Tese (Doutorado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1976.
- SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA. *O diagnóstico da pesca extrativa no Brasil*. 2009. Disponível em: <<http://200.198.202.145/seap/html/diagnostico.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2009.
- SILVA, L. dos S.; MIRANDA, L. B. de; CASTRO-FILHO, B. M. de. Estudo numérico da circulação e da estrutura termohalina na região adjacente à ilha de São Sebastião sp. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 22, n. 3, p. 197–221, 2004. Acesso em: 17 maio 2009.
- SMITH, W. H. F.; WESSEL, P. Gridding with continuous curvature splines in tension. *Geophysics*, v. 55, n. 3, p. 293–305, mar. 1990.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. *Litoral Norte*. São Paulo: SMA/CPLEA, 2005. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/litoral_norte/>. Acesso em: 18 jun. 2009.
- SOUTELINO, R. G. *Caracterização da estrutura baroclínica do sistema de correntes de contorno oeste ao largo da costa leste brasileira*. Monografia (Graduação) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2005.
- SUGUIO, K. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edusp, 1973. 317 p.
- U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms*. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, 1991. 579 p.
- WRITER, J. H. et al. Sewage contamination in the upper Mississippi river as measured by the fecal sterol, coprostanol. *Wat. Res.*, v. 29, n. 6, p. 1427–1436, 1995.
- ZEMBRUSCKI, S. G. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: PETROBRÁS. *Reconhecimento global da Margem Continental Brasileira*. [S.l.]: Ed. Chaves, 1979. p. 129–177.

APÊNDICE A – Leis e normativas

A.1 Resolução SMA 21, de 25 de março de 2008

Esta resolução estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de estruturas localizadas nas margens e nas águas interiores e litorâneas (SMA, 2008). Seus principais aspectos encontram-se resumidos a seguir.

Todas as estruturas de apoio às embarcações deverão atender as seguintes exigências:

- i. Implantar e operar adequadamente sistema de abastecimento de água potável.
- ii. Os esgotos sanitários gerados nas instalações em terra e nas embarcações deverão ser segregados dos demais efluentes e lançados em rede pública coletora ou receber tratamento próprio local.
- iii. Implantar e operar adequadamente sistema de vácuo para esgotamento dos tanques sépticos, de qualquer tipo, e das águas de fundo das embarcações. Os resíduos oleosos coletados das embarcações deverão ser direcionados para caixa separadora de água e óleo.
- iv. Fica proibido o lançamento de efluentes líquidos em galeria de água pluvial ou em via pública, sem tratamento adequado.
- v. O acondicionamento, armazenamento e destinação dos resíduos devem atender a legislação aplicável.
- vi. Implantar e operar adequadamente sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos provenientes das embarcações e instalações de apoio, com destinação final adequada.
- vii. Os resíduos sólidos gerados deverão ser convenientemente armazenados e destinados a sistemas de tratamento ou destinação final de resíduos sólidos aprovados pela CETESB.
- viii. Os níveis de ruídos emitidos pelas atividades desenvolvidas na estrutura deverão atender aos padrões estabelecidos pela Norma NBR 10151 – Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas – visando o conforto da comunidade.
- ix. Implantar banheiros, para uso dos usuários das embarcações, em todas as instalações terrestres.
- x. Implantar sistema de prevenção e combate a incêndio, adequado ao porte da estrutura, e plano de emergência para derrames de combustíveis.

Para efeito desta resolução, as estruturas de acesso classificam-se em:

Classe A: estrutura que não implique em aterro do corpo d'água, salvo os de cabeceira; construção de quebra-ondas ou enrocamento.

Classe B: compreendem instalações de galpões em terra e implantação aterro; dragagem; galpões sobre a água; quebra-ondas ou enrocamento destinado à proteção da própria estrutura contra as ondas e correntezas.

Classe C: estaleiros para barcos de esporte, lazer, recreio e turismo náutico e de pesca artesanal e abertura de canais para implantação de dársenas.

Quando há intervenção em área de preservação permanente e/ou supressão de vegetação, o processo de licenciamento ambiental das estruturas classe A é conduzido pelo DEPRN (Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais). Por outro lado, o licenciamento das estruturas classe B e C e de qualquer tipo de estrutura que se localize em barras estuarinas será objeto de análise pelo DAIA (Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental).

São documentos indispensáveis para o processo de licenciamento as manifestações: da Capitania dos Portos, da Prefeitura Municipal, do Corpo de Bombeiros e do Serviço de Patrimônio da União, no caso de estrutura que interfira com a faixa de marinha de domínio da União.

Os sistemas de armazenamento de combustível a serem instalados em áreas secas com tanques aéreos de capacidade total de armazenagem superior a 15 (quinze) m³, tanques subterrâneos e postos flutuantes de combustíveis, deverão ser objeto de licenciamento ambiental específico, requerido perante a CETESB.

A exigência de monitoramento permanente pelo empreendedor das condições ambientais será estabelecida no processo de licenciamento ou por instrução técnica específica da SMA ou CETESB.

É vedado o despejo no corpo d'água de dejetos sanitários, óleos, graxas, combustíveis e outros poluentes líquidos ou sólidos.

Dispõe sobre as áreas de operações de pintura por aspersão ou jateamento com granalhas de aço (ou areia), armazenamento e envio do óleo queimado (usado) e instalações para os serviços de reparos previstos para as embarcações

É vedada a realização da operação de pintura das embarcações na água.