



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



TRABALHO DE FORMATURA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

CARACTERIZAÇÃO DA SENSIBILIDADE
AMBIENTAL DA BAIXADA SANTISTA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Hina Okazaki

Rio Claro (SP)

2011

HINA OKAZAKI

CARACTERIZAÇÃO DA SENSIBILIDADE AMBIENTAL DA BAIXADA SANTISTA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro (SP), da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Paulina Setti Riedel

Co-orientador: Arthur Wieckzorec

Rio Claro (SP)
2011

HINA OKAZAKI

CARACTERIZAÇÃO DA SENSIBILIDADE AMBIENTAL DA BAIXADA SANTISTA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro (SP), da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.


Comissão Examinadora

Paulina Setti Riedel (orientador)
Lucilia do Carmo Giordano
Mara Lúcia Marques

Rio Claro, 25 de Agosto de 2011.



assinatura do(a) aluno(a)



assinatura do(a) orientador(a)

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais,
que me ensinaram que tudo é possível
quando se acredita.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por tudo.

Meus sinceros agradecimentos aos meus pais, que num primeiro instante não foram muito a favor da minha decisão de cursar Engenharia Ambiental na Unesp Rio Claro, mas que posteriormente me apoiaram de todas as formas. Não tenho palavras para agradecer tudo que fizeram por mim e também pelos meus irmãos.

Agradeço aos meus familiares que ficaram em Recife: Tia Mitsu, Netiam, Cum e Lissa-chan, por me apoiarem e sempre me receberem tão bem nos meus retornos de férias. Durante esses anos longe de casa, entendi o significado de família: são aqueles que irão estar sempre lá por você, independente da distância

Aos meus familiares de São Paulo por toda a ajuda fornecida desde que me mudei, em especial à Família Arisawa por ter me acolhido em sua casa e auxiliado nos momentos difíceis.

Aos amigos que deixei em Recife que sempre lembro com muita saudade, obrigada por terem me incentivado a batalhar pelo que acredito. Em especial, a Ana Cecília, Camila, Leila e Marcella obrigada pelos infinitos consolos e pelo apoio nas horas em que a saudade apertava e nos momentos de dúvida. Obrigada pela amizade de longos tempos!

Aos amigos de infância da colônia japonesa, considero-os como da família, que me viram crescer e sempre lembram a época em que eu me escondia na saia da minha mãe.

A João Marcelo, com muito carinho, agradeço por todo o apoio e compreensão!

Aos amigos que fiz em Rio Claro, cada um com seu jeito peculiar, obrigada pelas risadas em sala, pela companhia nas festas, pelo aprendizado de vida ou pelo simples convívio diário. Nesses cinco anos de convívio, posso dizer com toda a certeza que fiz amizades que lembrarei com carinho e consideração (até mesmo dos “Eu sou de Recife...” ditos pelo Wilson).

Às amigas da República Quebra Coco, Ana Luiza, Angélica, Clara, Laira, Laryssa, às meninas novas que entraram esse ano e Gabriela, obrigada pelas incontáveis histórias vividas, horas de diversão, trabalho, consolo, ensino e principalmente, pela amizade!

Aos nossos veteranos e bixos, ao pessoal da República Cafofo, Manicômio, Mupeps, Safari, Rep Kit, antiga Rep. Seu C uca, a Pensão do Seu Dito e por último, mas a não menos importante, à República Tissisinguabe. Obrigada a todos por me acolherem e me fazerem sentir em casa. Um agradecimento especial a Léo e Simpa, por não terem desestido da nossa amizade desde o primeiro ano, nas horas difíceis (e também nas fáceis).

A todo o Grupo de Sensibilidade Ambiental ao Óleo, que trabalhou durante diversos anos diante de um ideal.

A Prof. Dra. Paulina e Arthur Wieckzorec pela orientação e por me mostrarem que trabalho é aquele que nos traz alegria.

Ao PRH 05 pela oportunidade e pelo apoio financeiro.

A todos, obrigada por fazerem o período de faculdade em Rio Claro tão especial e por tornarem-na uma etapa tão importante para mim. É o fim de uma etapa, mas o começo de muitas outras. Desta forma, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para este aprendizado de vida.

·
·

Resumo

Este estudo teve como intuito realizar a análise e caracterização da sensibilidade ambiental ao óleo da Baixada Santista localizada no Estado de São Paulo. O trabalho foi elaborado através da integração de dados relativos ao meio físico, às atividades socioeconômicas e aos aspectos biológicos/ecológicos fornecidos pelo Grupo de Pesquisa em Sensibilidade Ambiental a Derrames de Petróleo no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP “Júlio de Mesquita Filho”, que trabalha em conjunto com o Programa de Formação de Recursos Humanos em Geociências e Ciências Ambientais Aplicadas ao Setor de Petróleo e Gás (PRH-05) da Agência Nacional de Petróleo (ANP). Foram, ainda, realizadas análises estatísticas descritivas, baseadas em parâmetros de dispersão e de tendência, que permitiram responder questões voltadas à predominância dos índices de sensibilidade do litoral (ISL) ao óleo, à predominância dos ISL por tipo de ambiente e a predominância de ambientes da área de estudo, fornecendo, assim, um panorama dos principais municípios da Região da Baixada Santista frente à sensibilidade ao óleo. As análises realizadas neste trabalho poderão, ainda, auxiliar na mitigação dos impactos ambientais e socioeconômicos e contribuir para a elaboração de planos de contingência para a Baixada Santista

Palavras-chave: Baixada Santista, Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), análise estatística descritiva, ambientes, derramamento de óleo.

Abstract

This study aimed to perform the analysis and characterization of environmental sensitivity to oil from Baixada Santista in the State of São Paulo. The work was done by integrating data of physical environment, socio-economic activities and the biological / ecological provided by the Research Group on Environmental Sensitivity to Oil Spill in the Institute of Geosciences and Exact Sciences of UNESP "Julio de Mesquita Filho" which works in conjunction with the Program of Human Resources Training in Geosciences and Environmental Sciences Applied to the Oil and Gas (PRH-05) of the National Petroleum Agency (ANP). Were also performed descriptive statistical analysis, based on dispersion and trend parameters, which allowed to answer questions related to environmental sensitivity index (ISL) prevalence, the predominance of the ISL by environment and the predominance of the environments of the area, thus providing an overview of Baixada Santista's main towns about sensitivity to oil. Analyses performed in this study may also help mitigate the environmental and socioeconomic impacts and contribute to contingency plans development for Baixada Santista.

Keywords: Baixada Santista, Environmental Sensitivity Index (ISL), descriptive statistics analysis, environments, oil spill.

Lista de Figuras

Figura 1- Mapa de Localização da área de estudo: Baixada Santista, Estadde São Paulo	13
Figura 2- Esquema de cores para classificação dos ISL.....	19
Figura 3- Ícones dos aspectos bióticos	20
Figura 4- Ícones dos aspectos socioeconômicos	21
Figura 5 - Fluxograma das atividades realizadas no projeto	27
Figura 6- Gráfico de distribuição de ISL no Município de Peruíbe	30
Figura 7 – Gráfico de distribuição de ISL nos municípios de Itanhaém e Mongaguá ...	31
Figura 8 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Praia Grande.....	32
Figura 9 - Gráfico de distribuição de ISL no município de São Vicente	34
Figura 10 – Gráfico de distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Santos .	35
Figura 11 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Cubatão	37
Figura 12 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Guarujá.....	38
Figura 13 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Bertioga.....	40
Figura 14 - Gráfico de distribuição de ISL na Baixada Santista	42
Figura 15 - Gráfico da composição dos ISL 1, ISL 6, ISL 8 e ISL 10 da Baixada Santista	42
Figura 16 - Histograma das extensões dos manguezais da Baixada Santista.....	44
Figura 17 - Histograma das extensões das praias da Baixada Santista	45
Figura 18 - Histograma das extensões dos costões rochosos da Baixada Santista.....	46
Figura 19 - Histograma das extensões das planícies de maré da Baixada Santista.....	47
Figura 20 - Histograma das extensões das estruturas artificiais da Baixada Santista	48
Figura 21- Histograma das extensões dos taludes da Baixada Santista	49

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Unidades de Conservação Ambiental da Baixada Santista	16
Tabela 2 - Distribuição dos ambientes e dos ISL do Município de Peruíbe	29
Tabela 3 - Distribuição dos ambientes e dos ISL dos Municípios de Itanhaém e Mongaguá	30
Tabela 4- Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Praia Grande	32
Tabela 5 - Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de São Vicente	33
Tabela 6 - Tabela de distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Santos ...	35
Tabela 7 - Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Cubatão	36
Tabela 8 - Distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Guarujá	37
Tabela 9 - Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Bertioga.....	39
Tabela 10 - Tabela de Distribuição dos ambientes litorâneos da Baixada Santista	40
Tabela 11- Estatística descritiva do ambiente de manguezal da Baixada Santista.....	44
Tabela 12 - Estatística descritiva do ambiente de praia da Baixada Santista.....	45
Tabela 13 - Estatística descritiva do ambiente de costão rochoso da Baixada Santista .	46
Tabela 14 - Estatística descritiva do ambiente de planície de maré da Baixada Santista	47
Tabela 15 - Estatística descritiva do ambiente de estruturas artificiais da Baixada Santista	48
Tabela 16 - Estatística descritiva do ambiente de taludes da Baixada Santista.....	49

1. INTRODUÇÃO

Dentre as atividades socioeconômicas realizadas na região costeira, os impactos causados por acidentes de vazamentos e/ou derramamentos de petróleo no mar, principalmente os incidentes de transporte de óleo e em plataformas de petróleo (e.g. colisões de navios, vazamentos na carga e descarga de navios petroleiros, etc.) são os mais prejudiciais, uma vez que atingem a comunidade local da região e a fauna e flora.

Em âmbito nacional, pode-se considerar a região da Baixada Santista, localizada no litoral de São Paulo, uma das mais degradadas ambientalmente pela poluição hídrica e atmosférica, as quais são causadas pelo maior complexo industrial do país. (LAMPARELLI et al, 2001). A vasta rede de oleodutos da região e o intenso fluxo de navios petroleiros no porto contribuem para possíveis derramamentos de óleo. A probabilidade de acidentes envolvendo derramamentos de óleo na Baixada Santista é, portanto, extremamente alta e podem gerar graves conseqüências à vida humana, aos ecossistemas costeiros e às atividades socioeconômicas. Segundo Tomassi (1994), o litoral do Estado de São Paulo é um dos mais impactados por vazamentos de petróleo.

É neste contexto que as Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO) constituem ferramentas essenciais e fonte primária de informações para a implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo e para o planejamento de contingência para a região de estudo, permitindo identificar os ambientes de prioridade de proteção e as eventuais áreas de sacrifício que possibilitará o correto direcionamento dos recursos disponíveis e a mobilização adequada das equipes de contenção e limpeza (BRASIL, 2004).

A elaboração de Cartas SAO vem sendo feita desde 1989 de maneira digital, através do Sistema de Informações Geográfica (SIG) e tecnologias de sensoriamento remoto, que auxiliam na compilação, síntese e atualização da rede complexa de informações relevantes nos mapas de sensibilidade ao óleo (JENSEN et al., 1998).

Atualmente, vem sendo desenvolvidos pelo *Grupo de Sensibilidade Ambiental ao Óleo* do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP “Júlio de Mesquita Filho” dois projetos relacionados ao tema: “*Concepção, Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Informação Aplicado à Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derrames de Petróleo: Litoral Paulista*” e “*Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo do Litoral Paulista*”.

Diante desses fatos, o presente trabalho contribui para a caracterização da sensibilidade ambiental ao óleo da Baixada Santista e na elaboração de Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo do Litoral Paulista, uma vez que fornece informações relevantes e propicia uma visão geral da região, favorecendo assim, a tomada de decisão em caso de derramamento de óleo

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo a integração e padronização dos mapas de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo desenvolvidos na Baixada Santista, bem como a realização de uma análise estatística descritiva que favoreça a visão panorâmica da sensibilidade ambiental ao óleo da região.

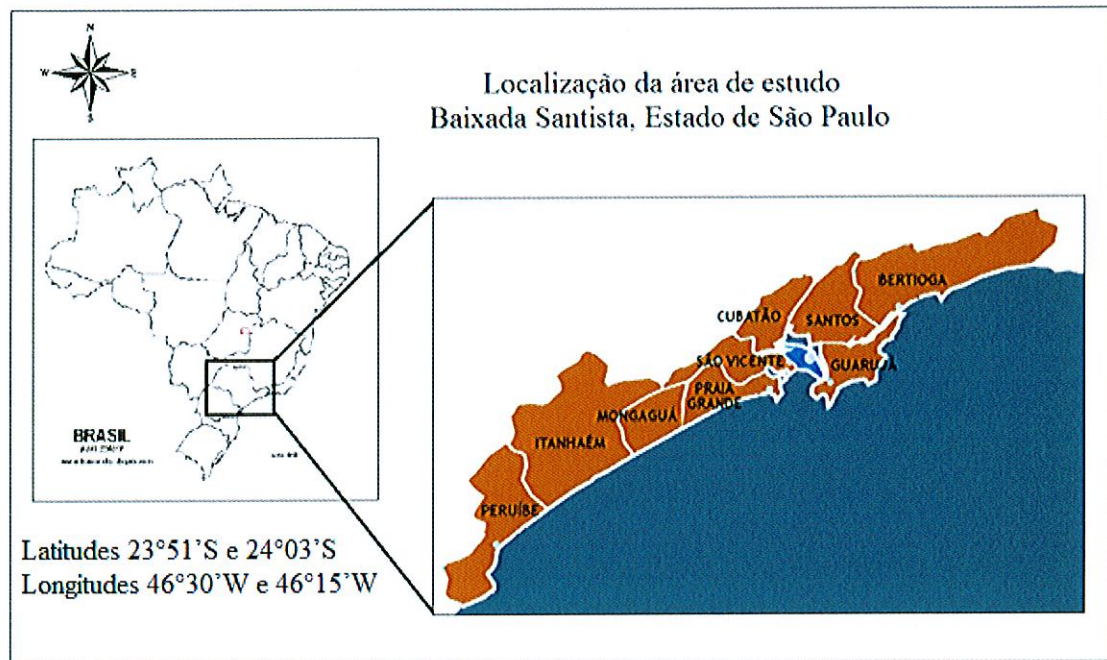
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Caracterização da área

A Baixada Santista, ilustrada na figura 1, está localizada na porção Sudeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas: latitudes 23°51'S e 24°03'S e longitudes 46°30'W e 46°15'W, compreendendo a região central do litoral paulista.

Composta pelos municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga, a área de estudo é caracterizada por uma planície costeira protegida pela Serra do Mar, de clima quente e úmido. com distribuição anual de chuvas concentradas nos meses de janeiro a março (SANTOS, 1965).

Figura 1- Mapa de Localização da área de estudo: Baixada Santista, Estado de São Paulo



3.1.1. *Clima*

A Serra do Mar exerce grande influência nas características climáticas e geográficas da Baixada, pelo fato de agir como barreira natural, que bloqueia a brisa marítima e ocasiona elevados valores de pluviosidade, umidade e nebulosidade durante todo o ano. Tais condições foram favoráveis para o desenvolvimento da Mata Atlântica em solo íngreme e rochoso, mata de restinga em solo arenoso e do manguezal em solo lodoso e encharcado de água salobra na região (AFONSO, 2006).

A temperatura média é de aproximadamente 22°C, podendo variar entre 10°C e 35°C. Há ainda variações de temperatura devido a condições microclimáticas causadas por edificações, que impedem a circulação da brisa marítima, ou áreas densamente povoadas em que há poucas áreas de vegetação florestal (AFONSO, 2006).

3.1.2. *Geomorfologia e Geologia*

A área de estudo localiza-se na Bacia Hidrográfica da Baixada Santista numa área de drenagem de 2.818,40 km², com extensas faixas de areia de aproximadamente 160 km. Pelo fato da região ocupar uma posição central, as praias recebem influência do litoral sul e norte: se caracterizam por costas altas, extremamente recortadas, com inúmeras enseadas, ilhas e cabos e por costas baixas e extensas. De acordo com Farinaccio (2000), nas praias da Baixada Santista há a predominância de areia fina com

grau médio de arredondamento e baixa declividade (SOUZA, 2004), o que favorece a limpeza natural do óleo em caso de derramamentos.

Na região da Baixada Santista, encontra-se o embasamento cristalino com o predomínio de gnaisses, migmatitos e rochas metamórficas associadas ao relevo acidentado, formado pela Serra do Mar. Há a presença também de uma cobertura sedimentar litorânea, localizada na região da planície, de relevo plano resultante de sedimentação marinha, formando as praias e restingas; sedimentação intermediária, que deu origem aos manguezais, bancos de lodo e areia, mangrovitos; e à sedimentação terrígena, que gerou os aluviões terrestres e as dunas eólicas. (RODRIGUES, 1965)

3.1.3. Aspectos socioeconômicos

De acordo com o AGEM (2002), ao se analisar as questões socioeconômicas da Baixada Santista, pode-se dividir a região em quatro especialidades: (a) centro portuário; (b) polo industrial; (c) fornecimento de lazer/turismo e suporte logístico; e (d) fornecimento específico de lazer/turismo.

Centro Portuário - Santos

O município de Santos atua, dentro da Baixada Santista, como cabeceira regional, na qual a economia volta-se principalmente para o Complexo Portuário de Santos pelas funções historicamente atribuídas ao município. Tais funções originaram a expansão das atividades do terceiro setor, de forma a atender as necessidades do aglomerado urbano em extensão. (AGEM, 2002)

Santos também exerce atividades de lazer/turismo, porém de maneira menos expressiva que as demais funções anteriormente citadas.

Polo Industrial - Cubatão

O município de Cubatão exerce, assim como Santos, importante papel na economia da Baixada Santista através do fornecimento de suporte logístico e atividades ligadas ao setor industrial. O suporte logístico de Cubatão se dá na forma de provimento de energia através da Usina Henry Borden e de transporte com base na malha férrea. As atividades do setor industrial são basicamente de indústrias pesadas de petroquímica, siderúrgica e metalurgia (AGEM, 2002) que contribuíram para o intenso aumento da poluição no município.

Fornecimento de lazer/turismo e Suporte Logístico - Guarujá, Praia Grande e São Vicente.

Estes municípios possuem como atividade econômica predominante o fornecimento de lazer/turismo e suporte logístico. As ofertas de lazer e turismo subsidiam, ainda, o crescimento de atividades relativas à diversão e gastronomia, de forma a impulsionar o setor de serviços. O suporte logístico se dá na forma de provimento de assentamento para a população trabalhadora dos centros de trabalho da região em decorrência da proximidade ao Polo Industrial de Cubatão e ao Complexo Portuário de Santos. (AGEM, 2002)

Fornecimento específico de lazer/turismo - Bertioga, Itanhaém, Mongaguá e Peruíbe.

Estes quatro municípios foram assim agrupados de acordo com AGEM (2002) por exercerem a função predominante de provimento de lazer e turismo.

Ao município de Peruíbe também estão associadas importantes funções de conservação ambiental, uma vez que dentro de suas extensões territoriais se inserem sete unidades de conservação, como pode observado pela Tabela 1.

3.1.4. Aspectos ambientais

Relativos às questões ambientais, a Baixada Santista ostenta uma grande diversidade de fauna e flora, desenvolvida principalmente nos estuários de Santos, São Vicente e Cubatão e em unidades de conservação ambiental como descrito pela Tabela 1. abaixo:

Tabela 1- Unidades de Conservação Ambiental da Baixada Santista

Categorias de Unidade de Conservação e Instrumento Legal de Criação	Área Total (em ha)	Municípios da Baixada Santista com Parcelas Territoriais Abrangidas
Parque Estadual da Serra do Mar	315 390,00	Bertioga, Cubatão, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, São Vicente e Santos
Parque Estadual Xixová-Japui	901,00	Praia Grande, São Vicente.
Parque Est. Marinho da Laje de Santos	5 000,00	Santos
Estação Ecológica Juréia-Itatins	79 270,00	Peruíbe
Estação Ecológica Tupiniquins	1 780,00	Peruíbe
APA⁽¹⁾ Cananéia-Iguape-Peruíbe e ZVS - Zona de Vida Silvestre	217 060,00	Peruíbe
ARIE⁽²⁾ da Ilha (fluvial) do Ameixal	400,00	Peruíbe
ARIE⁽²⁾ das Ilhas Queimada Pequena e Queimada Grande	33,00	Itanhaém, Peruíbe
Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de São Paulo	29 000 000,00	Bertioga, Cubatão, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, São Vicente, Guarujá e Santos

(1) APA: Área de Proteção Ambiental. (2) ARIE: Área de Relevante Interesse Ecológico.

Fonte: EMPLASA, 2006

Os Sistemas Estuarinos de Santos, São Vicente e Cubatão possuem grande importância ecológica, uma vez que possuem elevada produtividade e formam habitats naturais para uma diversidade de espécies de aves, peixes, mamíferos, crustáceos, etc. Arelado a estes fatores, segundo Devids (2008), nesses estuários a pesca artesanal de subsistência e lazer é intensa. Pescam-se siris, peixes e são coletados caranguejos nos manguezais durante todo o ano.

Todavia, devido a sua inserção em conglomerados urbanos e industriais, os sistemas estuarinos da Baixada Santista são extremamente degradados.

De acordo com Lamparelli et al. (2001), o Sistema Estuarino de Santos é um dos mais degradados ambientalmente pela poluição hídrica e atmosférica as quais são causadas pelo maior complexo industrial do país. Arelado a isso, o intenso fluxo de navios petroleiros no Porto de Santos, o maior da América Latina, e a vasta rede de oleodutos na região contribuem para possíveis derramamentos de óleo.

3.2. Contextualização das Cartas SAO

Após o derramamento de óleo do navio *Exxon Valdez* em 1989, no Alasca, considerado um dos piores desastres ambientais do mundo, foram criadas legislações internacionais relativas ao caráter ambiental a fim de estabelecer diretrizes a respeito das atividades de prospecção, transporte e armazenamento de petróleo e derivados.

Em 1995, passou a vigorar a Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em caso de Poluição por Óleo (OPRC 90), adotada pela Organização Marítima Internacional (IMO) a qual estabeleceu aos países signatários a elaboração de Planos Nacionais de Contingência, baseados nos Planos de Emergência Individuais utilizados em portos organizados, instalações portuárias e plataformas, e suas instalações de apoio.

Segundo a IPIECA (2002), o Plano de Contingência consiste numa proposta estratégica de resposta ao derramamento de óleo, devendo envolver o delineamento de possíveis fontes de derramamento de óleo e seus padrões de dispersão; a degradabilidade do óleo; a determinação de métodos de controle; e um sistema organizado de dados para uma resposta rápida a qualquer derramamento de óleo. (GUNDLACH e HAYES, 1978).

No Brasil, a preocupação ambiental com relação a derramamentos de óleos aumentou após uma série de acidentes envolvendo produtos químicos em terminais marítimos e dutos no estado de São Paulo. Assim, foi implantado em 1999 pelo Governo do Estado de São Paulo, em conjunto com a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), o PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos dos Terminais e Dutos da Baixada Santista e Litoral Norte, contemplando onze instalações, visando identificar as hipóteses e os cenários acidentais nos terminais de graneis líquidos e sistemas de dutos para transporte de petróleo e derivados, além de implementar medidas de gerenciamento de riscos naquelas instalações. (CETESB, 1999)

As diretrizes estabelecidas pela OPRC 90 foram impostas no país através da Lei Federal nº 9.966 (“Lei do Óleo”) apenas em 28 de abril de 2000. Desta forma, a Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA/MMA) em parceria com outras instituições preparou o manual de *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo na Zona Costeira e Marinha*.

As Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO) constituem ferramentas essenciais e fonte primária de informações para o planejamento de contingência e para a implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo, permitindo identificar os ambientes de prioridade de proteção e as eventuais áreas de sacrifício que possibilitará o correto direcionamento dos recursos disponíveis e a mobilização adequada das equipes de contenção e limpeza (BRASIL, 2004).

As Cartas SAO devem atender a todos os níveis de derramamento de óleo, desde os grandes vazamentos aos de incidentes localizados, sendo elas divididas em três níveis com base cartográfica nas Bacias Marítimas (BRASIL, 2004).

É imprescindível que as Cartas SAO contenham três tipos de informações principais: a caracterização dos ambientes litorâneos e seus respectivos graus de sensibilidade ambiental ao óleo (variando de 1 a 10), a descrição e localização dos recursos biológicos e a das atividades socioeconômicas que podem ser afetadas por derramamentos de óleo ou pelas ações de resposta. (JENSEN et al, 1998)

A fim de detalhar a sensibilidade dos ambientes litorâneos a derramamentos de óleo dois pesquisadores norte-americanos pioneiros na área, Gundlach e Hayes (1978), criaram o *Vulnerability Index* que posteriormente foi adaptado no Brasil como Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) de acordo com as normas recomendadas pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) em 2002.











Tal índice pode variar de 1 a 10, correspondendo respectivamente aos ambientes de menor e maior sensibilidade. Os critérios de classificação são baseados na interação dos processos físicos de deposição do óleo, na persistência do óleo no ambiente e nos danos ambientais causados.

Três fatores estão diretamente ligados a esses critérios de classificação, são eles: (i) a geomorfologia: ambientes expostos a ondas são mais suscetíveis à limpeza natural do óleo e, conseqüentemente, menos sensíveis que ambientes abrigados; (ii) o tipo de substrato: exercendo influência de acordo com a sua permeabilidade, sendo os menos permeáveis considerados como menos vulneráveis à exposição ao óleo; e (iii) a declividade do terreno: ambientes inclinados levam ao rompimento abrupto e reflexão das ondas, diminuindo o tempo de permanência do óleo na área atingida. De acordo com Kingston (2002), a dispersão é considerada como maior responsável pela remoção natural do óleo nos ambientes e por isso estes três fatores devem ser devidamente analisados em caso de derramamento de óleo.

Assim, o sistema proposto corresponde a uma ordem crescente de sensibilidade: ISL 1 para costas rochosas expostas; ISL 2 para costas erodidas; ISL 3 para praias de areia fina; ISL 4 para praias de areia média; ISL 5 para praias expostas; ISL 6 para praias de areia de areia mista ou cascalho; ISL 7 para praias de areia grossa; ISL 8 para costas rochosas abrigadas, planícies; ISL 9 para recifes e corais e ISL 10 para manguezais.

Ao serem representados nas Cartas SAO, os índices de sensibilidade devem possuir cores próprias a fim de facilitar a visualização. As especificações das cores e dos ambientes que compõem os ISL (figura 2) devem seguir as diretrizes do manual de *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo na Zona Costeira e Marinha* (BRASIL,2004).

Figura 2- Esquema de cores para classificação dos ISL

COR	ÍNDICE	CÓDIGO			TIPOS DE COSTA
		R	G	B	
	ISL 1	119	38	105	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos ▪ Falésias em rochas sedimentares, expostas ▪ Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
	ISL 2	174	153	191	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos ▪ Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
	ISL 3	0	151	212	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Praias dissipativas de areia média a fina, expostas ▪ Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo "long beach") ▪ Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos ▪ Campos de dunas expostas
	ISL 4	146	209	241	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Praias de areia grossa ▪ Praias intermediárias de areia fina a média, expostas ▪ Praias de areia fina a média, abrigadas
	ISL 5	152	206	201	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais ▪ Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação ▪ Recifes areníticos em franja
	ISL 6	0	149	32	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Praias de cascalho (seixos e calhaus) ▪ Costa de detritos calcários ▪ Depósito de talus ▪ Enrocamentos ("rip-rap", guia corrente, quebra-mar) expostos ▪ Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
	ISL 7	214	186	0	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planície de maré arenosa exposta ▪ Terraço de baixa-mar
	ISL 8	225	232	0	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada ▪ Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada ▪ Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados ▪ Enrocamentos ("rip-rap" e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
	ISL 9	248	163	0	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planície de maré arenosa / lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas ▪ Terraço de baixa-mar lamoso abrigado ▪ Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
	ISL 10	214	0	24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deltas e barras de rio vegetadas ▪ Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas ▪ Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum ▪ Marismas ▪ Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)

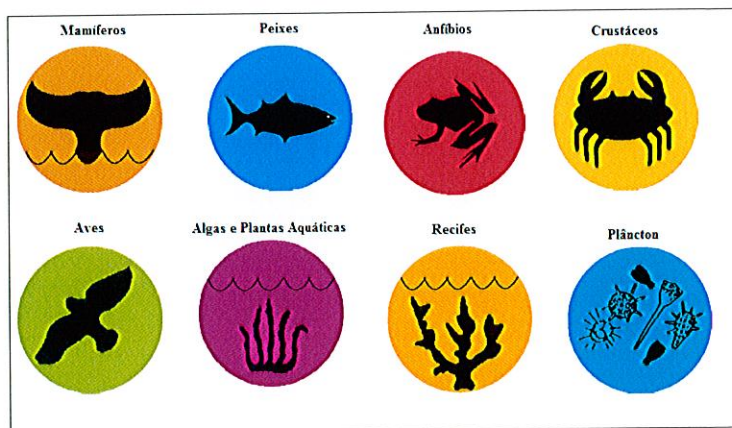
NOTA: Face às dificuldades para reprodução perfeita das tonalidades adotadas, pois estas podem variar dependendo da impressão, a escala de cores deverá ser entendida como um guia a ser obrigatoriamente ajustado passo-a-passo, de modo à obtenção de cores no padrão internacional acima apresentado (R – red / vermelho; G – green / verde; B – blue / azul).

Fonte: BRASIL, 2004

O ISL é, então, uma forma de agrupar ambientes que possuem características semelhantes, essenciais para a análise do grau de impacto e permanência do óleo no caso de um derramamento. Esta classificação, porém, reflete apenas o quadro ambiental dos ambientes costeiros, não levando em conta os aspectos bióticos e socioeconômicos da área. Assim, tais aspectos devem ser incluídos nas Cartas SAO de forma a complementar a caracterização da sensibilidade ambiental. (BRASIL, 2004)

Desta forma, deve-se dar devida atenção às características biológicas da região, pois elas influenciam diretamente na sensibilidade dos ambientes: aqueles que possuem ISL baixo podem abrigar importantes comunidades à vida marinha e terrestre. Nas Cartas SAO, os indivíduos da fauna local são representados por ícones (figura 3) de cores diferentes, que variam de acordo com o grupo que ele pertence (mamífero; peixe; réptil/anfíbio; invertebrado marinho; ave; alga e plantas aquáticas; recifes, plâncton; ou outros grupos bênticos). São representadas, ainda, as áreas de reprodução, áreas de berçários e áreas de alimentação/sítios de pouso da fauna local.

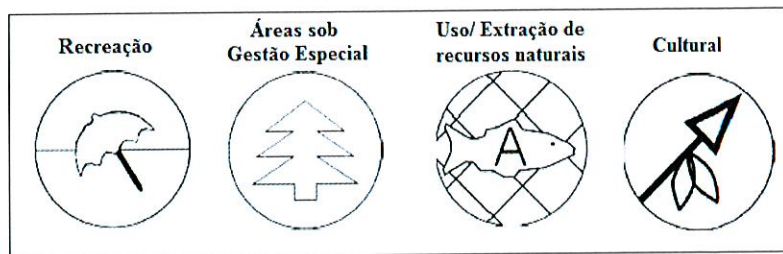
Figura 3- Ícones dos aspectos bióticos



Fonte: BRASIL, 2004

As características socioeconômicas da região também são de grande importância para o estudo de caracterização da sensibilidade ambiental ao óleo, uma vez que é imprescindível se saber a localização e o tipo de atividade socioeconômica existente na região que possa ser afetada no caso de um derramamento de óleo. Assim como os aspectos bióticos, os socioeconômicos são representados através de ícones (figura 4) de acordo com sua classificação.

Figura 4- Ícones dos aspectos socioeconômicos



Fonte: BRASIL, 2004

As informações dos aspectos socioeconômicos da região, juntamente com os aspectos bióticos, ambientes costeiros e seus respectivos ISL servirão como base para o estudo dos locais prioritários de proteção, e posterior direcionamento de recursos humanos e financeiros para ações de resposta ao derramamento de óleo.

A elaboração de Cartas SAO vem sendo feita desde 1989 de maneira digital, através do Sistema de Informações Geográfica (SIG) e tecnologias de sensoriamento remoto que auxiliam na compilação, síntese e atualização da rede complexa de informações relevantes nos mapas de sensibilidade ao óleo (JENSEN et al., 1998). O formato digital dos mapas possibilita um melhor entendimento, uma vez que o SIG é capaz de integrar diversas informações de maneira sucinta, podendo dispensar o manuseio de mapas extensos e facilitando a visualização dos mesmos.

3.3. Caracterização dos ambientes

3.3.1. Mangues

Os manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre ambientes terrestres e marinhos, típicos de regiões tropicais e subtropicais, sujeitos ao regime das marés e flutuação de salinidade. (SCHAEFFER-NOVELLI,1995).

São ambientes típicos de regiões costeiras abrigadas e por se inserem numa unidade geomorfológica singular, seu relevo plano propicia a deposição de sedimentos e de argila. Essas características influenciam na fixação de terras, proteção e estabilização das formações costeiras, purificação e armazenamento de água, retenção de contaminantes, além de servir como base de cadeias alimentares estuarinas e marinhas.

Por apresentarem uma alta diversidade estrutural e funcional, atuam como exportadores de biomassa para as regiões adjacentes.

Os manguezais abrigam uma grande biodiversidade de crustáceos, peixes e moluscos, fornecendo local de berçário, alimentação, proteção e reprodução para uma diversidade de espécies da fauna local. Os manguezais possibilitam ainda a geração de bens e serviços como turismo, recreação e pesca.

A soma das características singulares dos manguezais torna-os ambientes extremamente sensíveis ao óleo. Segundo a IPIECA (1993), os manguezais são assim classificados pela sua diversidade, extensão dos bosques de mangue, elevada sensibilidade aos poluentes, longo período para a recuperação de suas comunidades e dificuldade de remoção do óleo.

Assim, de acordo com o manual de *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo na Zona Costeira e Marinha* os manguezais são classificados como ISL 10.

De acordo com o Manual de Orientação da Cetesb para Ambientes Costeiros Contaminados por Óleo – Procedimentos de Limpeza:

“Os manguezais brasileiros são vulneráveis e suscetíveis a impactos de vazamentos, porque em geral se concentram em enseadas, baías e estuários, justamente regiões com a maior concentração de indústrias, portos e terminais da costa do País. Isso significa que esses ambientes devem ser tratados prioritariamente, tanto nas ações emergenciais de proteção e recuperação, como nas ações preventivas dos planos de gerenciamento de risco individuais e regionais.”

3.3.2. *Costões Rochosos*

De acordo com LITTLE e KITCHING (2000), costão rochoso é um ambiente costeiro constituído por rochas situado entre os ecossistemas terrestre e aquático. São afloramentos na linha do mar provenientes de rochas cristalinas, que podem se apresentar na conformação de falésias, matacões ou costões verdadeiros de acordo com o grau de intemperismo sofrido. (CARVALHAL e BERCHEZ, 2005)

Os costões, ambientes da zona costeira, se destacam entre as regiões entremarés por abrigarem uma diversidade de espécies de grande importância ecológica e econômica. A complexidade das comunidades dependem basicamente de dois fatores: (i) grau de hidrodinamismo; e (ii) o nível de heterogeneidade do substrato. (CETESB, 2007)

O grau de hidrodinamismo é definido pela ação das ondas nos costões. Quanto maior a exposição às ondas, maior a facilidade de limpeza natural no caso de poluição por óleo. Os costões classificados como expostos são considerados ambientes de baixa sensibilidade ao óleo por serem susceptíveis a alto hidrodinamismo e por abrigarem uma quantidade menor de indivíduos. Diferentemente dos costões expostos, os costões abrigados estão susceptíveis a um baixo hidrodinamismo e conseqüentemente são mais ricos em questão de biodiversidade e possuem uma maior sensibilidade ao óleo.

O nível de heterogeneidade do substrato também irá definir o grau de complexidade das comunidades nos costões. Quanto mais heterogêneo for o ambiente, ou seja, quanto maior for a quantidade de refúgios (e.g. fendas, fissuras, poças, etc.), haverá mais locais propícios a instalação, colonização e desenvolvimento da biodiversidade. (CETESB, 2007)

Desta forma, os costões são classificados de acordo com o manual de *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo na Zona Costeira e Marinha* (BRASIL, 2004) como:

- **ISL 1** – Costões rochosos homogêneos de elevada declividade, em locais expostos à ação hidrodinâmica; falésias formadas por rochas sedimentares expostas à ação hidrodinâmica.
- **ISL 2** – Costões rochosos homogêneos de média a baixa declividade, expostos à ação hidrodinâmica.
- **ISL 6** – Encostas rochosas formadas por matacões (depósito de tálus).
- **ISL 8** – Costões rochosos de superfície homogênea ou não homogênea em locais de baixa energia hidrodinâmica.

3.3.3. Praias

As praias se caracterizam por serem sistemas dinâmicos, em que elementos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e

deposicionais complexos (BROWN e MCLACHLAN, 1990). De acordo com Lamparelli (1998), o aspecto desse ambiente depende da interação das propriedades físicas do sedimento e a dinâmica construtiva/destrutiva das praias.

As praias são compostas basicamente por areias (fina, média e grossa), lodo (silte, argila), cascalhos, pedras roladas, seixos, calhaus, conchas de moluscos, restos de corais e algas calcáricas, etc. (LAMPARELLI et al., 1998).

Podem ser classificadas de duas formas ao se analisar a morfodinâmica: praias reflectivas e praias dissipativas. As praias reflectivas são aquelas em que a declividade é alta, maior que 4 a 5 graus, e por serem atingidas mais fortemente pelas ondas, apresentam estreita zona de surfe, areia grossa e menor biodiversidade. Já as praias dissipativas são caracterizadas por baixa declividade, areia fina e extensa zona de surfe.

De acordo com Gundlach e Hayes (1978), as praias reflectivas são mais vulneráveis ao óleo, uma vez que em praias de areia grossa a dificuldade de limpeza do óleo é maior, em decorrência da facilidade de penetração do óleo nesse tipo de sedimento.

Desta forma, as praias são classificadas nas cartas SAO de acordo com a permeabilidade do sedimento e grau de exposição às ondas, conforme descrito abaixo:

- **ISL 3** - Praias dissipativas de areia média a fina, expostas;
- **ISL 4** - Praias de areia grossa, praias intermediárias de areia fina a média, expostas, praias de areia fina a média, abrigadas;
- **ISL 5** - Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais;
- **ISL 6** - Praias de cascalho (seixos e calhaus);
- **ISL 7** - Terraço de baixa-mar;
- **ISL 9** - Terraço de baixa-mar lamoso abrigado

No entanto, deve-se destacar que devido ao menor impacto das ondas, as praias de areia fina e lamosas abrigam uma maior quantidade de espécies, se comparadas às praias de areia grossa e de cascalho. Assim, as praias de areia fina e lamosas são mais sensíveis no que tange as questões bióticas. É necessária, então, uma criteriosa análise para a definição de áreas prioritárias de proteção e escolha dos procedimentos de limpeza destes ambientes em um derramamento de óleo. (CETESB, 2007)

3.3.4. *Estruturas artificiais*

Na zona costeira, as estruturas artificiais representam ambientes formados por material sólido impermeável à penetração do óleo como o concreto, madeira ou aço ou por enrocamentos com pedras de variados tamanhos ou rip-raps permeáveis à penetração do óleo. (BRASIL, 2004).

Pela semelhança do substrato das estruturas artificiais com os costões rochosos, há uma relação de similaridade da fauna e flora entre estes dois ambientes. A complexidade das comunidades bióticas irá depender do grau de heterogeneidade do substrato e do hidrodinamismo. Os ambientes mais heterogêneos, ou mais fragmentados, abrigam uma maior quantidade de espécies, da mesma forma que ambientes em que há baixa circulação de água. Nestes ambientes há uma maior retenção e percolação do óleo, tornando-os mais vulneráveis (CESTEB, 2007). Desta forma, as estruturas artificiais são classificadas de acordo com o índice de sensibilidade ao óleo da seguinte forma (BRASIL, 2004):

- **ISL 1** - Estruturas artificiais lisas expostas;
- **ISL 6** - Enrocamentos expostos;
- **ISL 8** - Enrocamentos e outras estruturas não lisas abrigados.

Segundo Perinotto (2010), na região da Baixada Santista, em específico nos municípios de Santos, Guarujá e São Vicente, as estruturas artificiais representam grande impacto negativo ao ambiente natural pela simples existência e/ou pela instalação e construção em manguezais, planícies de marés estuarinas e restingas, ambientes altamente sensíveis. Estas estruturas são geralmente estruturas náuticas, construções do tipo palafitas ou muros de concreto, compactos, lisos, de alta declividade, abrigadas da ação das ondas, recebendo índices altos de sensibilidade de acordo com o índice proposto pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

3.3.5. *Planícies de maré*

As planícies de maré são ambientes de declividade muito baixa, menor que um grau, expostos durante a maré baixa. Geralmente, limitam-se com as faixas arenosas das praias e apesar de possuírem algumas características geomorfológicas em comum, nas

planícies de maré a erosão e deposição sedimentar apresenta-se muito mais lenta (MICHEL; HAYES, 1992) e sua sensibilidade é muito maior que a das praias.

Por serem ambientes deposicionais e de abundância de alimentos, em que há baixo hidrodinamismo, estes ambientes são biologicamente ricos. Assim, a contaminação destes ambientes é extremamente preocupante, uma vez que há alta biodiversidade e grande dificuldade de limpeza. De acordo com a classificação de sensibilidade ao óleo proposto pelo MMA, as planícies se dividem em:

- **ISL 7** - Planície de maré arenosa exposta. Terraço de baixa-mar.
- **ISL 9** - Planície de maré arenosa / lamosa abrigada. Terraço de baixa-mar lamoso abrigado.
- **ISL 10** – Terraços alagadiços.

3.3.6. *Taludes*

Os taludes podem ser definidos como superfícies inclinadas as quais delimitam um maciço terroso ou rochoso.

Os taludes encontrados na zona costeira são geralmente com inclinação maior que 15°, que resultam em um estreita e densa faixa coberta por algas e outros organismos. Da mesma forma que os demais ambientes, a sensibilidade deste ambiente é delimitada principalmente pelo grau de exposição à ação das ondas e à biodiversidade existente no local. Assim, taludes íngremes de areia são mais sensíveis se comparados ao das formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos, já que a infiltração em taludes de areia é maior e a epifauna local é mais abundante. (BRASIL, 2004)

Os taludes íngremes da formação do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos são mais susceptíveis ao alto hidrodinamismo, além de serem caracterizados por substratos semipermeáveis, de baixa penetração e soterramento de petróleo, e por isso são considerados de baixa sensibilidade. (BRASIL, 2004)

De acordo com o manual de *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo na Zona Costeira e Marinha*, estes ambientes são classificados de duas maneiras:

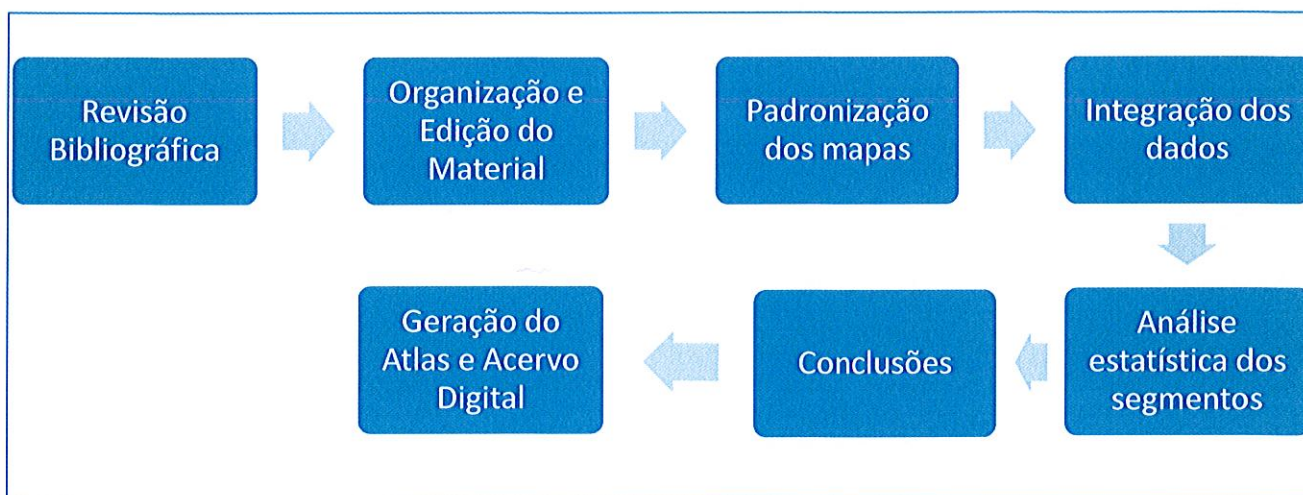
- **ISL 3** - Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos)
- **ISL 8** - Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas fases, Fase 1 e 2. Cada fase consta de diferentes etapas e métodos próprios, como demonstrado pelo fluxograma da Figuras 5.

4.1 Fase 1

Figura 5 - Fluxograma das atividades realizadas no projeto



Durante toda a fase 1, foi realizada a revisão bibliográfica que auxiliou no desenvolvimento do projeto.

Os materiais utilizados fazem parte do banco de dados das Cartas SAO do Estado de São Paulo, mais especificamente da região da Baixada Santista. O banco de dados é composto por *arquivos vetoriais* dos ambientes costeiros e seus ISL, informações do meio biótico e socioeconômico e base cartográfica de cada município do litoral paulista. Assim, para o presente trabalho foi feita a organização e edição dos *arquivos vetoriais* dos municípios da Baixada Santista de forma a atualizar, padronizar e corrigir cartograficamente os produtos gerados nas dissertações de Devids (2008), Perinotto (2010), Romero (2009), Cunha (2009).

O material desses autores foi produzido na escala de detalhe operacional denominada de operacional (de 1:50.000 e 1:25.000), dependendo da homogeneidade dos ambientes. Assim, ambientes contínuos de alguns municípios como Mongaguá e Praia Grande foram mapeados em escala 1:50.000 e regiões onde os ambientes apresentam formatos mais recortados, como por exemplo no município de Guarujá e Santos, utilizou-se a escala 1:25.000.

Desta forma, foi necessário realizar no software ArcGis 9.3 (ESRI, 2008) a padronização dos dados e a transformação dos arquivos vetoriais no formato de polígonos, para o formato de linhas baseando-se na área de influência das marés dos ambientes. Em cima dos arquivos vetoriais de polígonos, compostos pelos ambientes de manguezal, planície de maré, terraço alagadiço e lagoa costeira, foram delimitadas as linhas somente nos trechos dos polígonos sob influência das marés e calculados os perímetros que sofriam com a variação das marés e que seriam afetados por possíveis derramamentos. Em sequência, foram calculadas as extensões dos ambientes em quilômetros para realização das análises da fase 2.

Posteriormente, foi feita a padronização das cartas da Baixada Santista de acordo com os mapas das regiões do Litoral Norte e do Litoral Sul no mesmo software, o ArcGis 9.3, (ESRI,2008)

Vale salientar a importância da padronização das cartas da Baixada Santista e de todas as regiões do litoral paulista, uma vez que está sendo elaborado o *Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo do Litoral Paulista* pelo Grupo de Sensibilidade Ambiental ao Óleo.

5.1 Fase 2

Para a fase 2 também foi feita a revisão bibliográfica. Foram, ainda, propostas análises estatísticas descritivas dos segmentos da área de estudo, as quais englobam as análises de: (i) porcentagem dos ambientes; (ii) frequência de ocorrência dos ISL em cada ambiente litorâneo e na Baixada Santista; extensão média dos segmentos de cada ambiente, bem como seu desvio padrão e moda por meio do software Excel 2007.

Por fim, foram delineados o panorama dos ambientes, as sensibilidades predominantes da região da Baixada Santista e as devidas discussões/conclusões das análises.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 . Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Peruíbe

A partir das análises da distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Peruíbe (Tabela 2), pode-se observar que a maior parte do município é constituída de manguezal, com 52,62% da totalidade dos ambientes. O manguezal é de grande importância para o turismo do município, uma vez que neste ambiente é feito o banho de Lama Negra, considerada pela população com fins medicinais, de estética e relaxamento. Ademais, nota-se a presença de sítios arqueológicos, os sambaquis.

Os 47,38% restantes dos ambientes se dividem em praia e costão rochoso. As praias correspondem a 27,82%, sendo que 25,47% (aproximadamente 1/4) são de praia dissipativa de areia fina, exposta e 2,35% são de praia de areia fina a média, abrigada. A predominância de praias dissipativas é um fator positivo na remoção natural de óleo neste ambiente, uma vez que são áreas mais susceptíveis à ação das ondas.

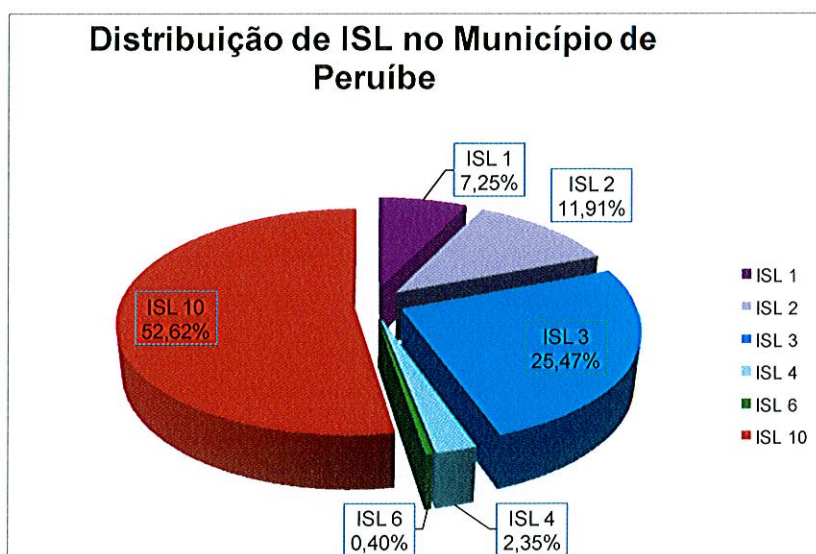
Os costões rochosos representam aproximadamente 20% dos ambientes de Peruíbe. Há a predominância de costão rochoso liso, de declividade média a baixa e exposto, com 12% de representatividade, seguido do costão rochoso liso, de declividade alta, exposto com 7,25% e em menor escala, o costão rochoso de matacões (depósito de tálus), com menos de 1%.

Tabela 2 - Distribuição dos ambientes e dos ISL do Município de Peruíbe

Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de Peruíbe						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
	52,62%	Manguezal			10	
27,82%	Praia	Praia dissipativa de areia fina, expostas		3	25,47%	22,09
		Praia de areia fina a média, abrigadas		4	2,35%	2,04
19,57%	Costão rochoso	Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto		2	11,91%	10,33
		Costão rochoso liso, declividade alta, exposto		1	7,25%	6,29
		Costão rochoso de matacões (depósito de tálus)		6	0,40%	0,35
TOTAL	100,00%					86,729

A distribuição dos ISLs pode ser visualizada pela Figura 6.

Figura 6- Gráfico de distribuição de ISL no Município de Peruíbe



A análise do gráfico de distribuição de ISL no município de Peruíbe (Figura 6) permite constatar que há a predominância de ISL 10 na região, que confere ao litoral de Peruíbe um perfil de alta sensibilidade. Seguido do ISL 10, o ISL 3, composto de praias dissipativas de areia fina e exposta possui representatividade de 25,47%. Apesar de ser caracterizado como baixa sensibilidade é importante levar em conta a importância das praias para o turismo local.

5.2. Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Itanhaém e Mongaguá

Para os municípios de Itanhaém e Mongaguá, a distribuição dos ambientes e seus respectivos ISLs é representada pela Tabela 3:

Tabela 3 - Distribuição dos ambientes e dos ISL dos Municípios de Itanhaém e Mongaguá

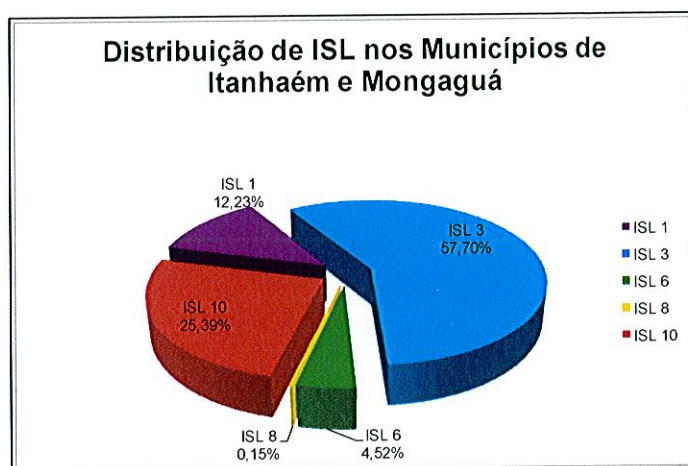
Distribuição dos ambientes e dos ISLs dos Municípios de Itanhaém e Mongaguá						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
	57,70%	Praia	Praia dissipativa de areia fina, expostas (Itanhaém)		3	36,78%
Praia dissipativa de areia fina, expostas (Mongaguá)			3	20,92%	12,384	
Manguezal				10		15,026
16,91%	Costão Rochoso	Costão rochoso liso, declividade alta, exposto		1	12,23%	7,241
		Costão rochoso de matações (depósito de tálus)		6	4,52%	2,675
		Costão rochoso, abrigado		8	0,15%	0,0900
TOTAL	100,00%					59,183

Observa-se que aproximadamente 58% dos ambientes dos municípios de são de praia, sendo em ambos os municípios praias dissipativas de areia fina, expostas. Estas características influenciam na facilidade de remoção de óleo, conferindo uma sensibilidade baixa.

Os manguezais representam 25,39% dos ambientes, seguidos de 16,91% de costão rochoso e suas demais subclassificações, sendo o costão de menor sensibilidade, o mais predominante.

A distribuição de ISL nos municípios de Itanhaém e Mongaguá é representada pela Figura 7:

Figura 7 – Gráfico de distribuição de ISL nos municípios de Itanhaém e Mongaguá



Observa-se pelo gráfico de distribuição de ISLs que na região há a predominância de ambientes de baixa sensibilidade: a somatória dos ISL 3 e ISL 1 representa aproximadamente 70% dos ISLs.

Todavia, é importante ressaltar que, apesar da predominância de ISL de baixa sensibilidade, há uma quantidade significativa do ISL 10, altamente sensível ao óleo.

5.3. Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Praia Grande

De acordo com a Tabela de distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Praia Grande (Tabela 4), observa-se que o município é caracterizado em sua maioria por manguezais (aproximadamente 52%) e praias dissipativas de areia fina e expostas com

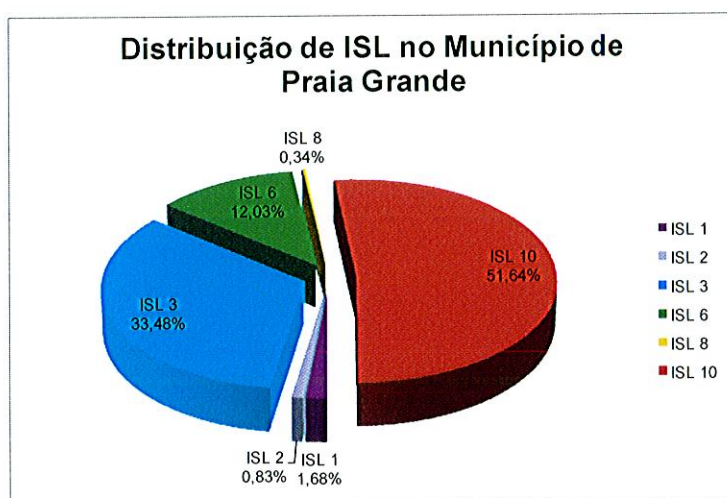
22,76 km de extensão. Os costões rochosos representam 14,36% dos ambientes, sendo eles divididos de acordo com as suas características geomorfológicas, granulométricas e de exposição à ação das ondas. Dentro desta subclassificação, os costões rochosos de matacões são os mais representativos e também os mais sensíveis, uma vez que o diâmetro de suas partículas e sua conformação arredondada facilitam a infiltração do óleo e dificultam os procedimentos de limpeza.

Observa-se ainda, pela distribuição dos ambientes e ISLs de Praia Grande, a presença de estruturas artificiais em pequena quantidade, com representatividade de apenas 0,51% (Figura 8).

Tabela 4- Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Praia Grande

Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de Praia Grande						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
		51,64%	Manguezal		10	
	33,48%	Praia dissipativa de areia fina, expostas		3		22,776
	14,36%	Costão rochoso	Costão rochoso de matacões (depósito de tálus)	6	12,03%	8,181
			Costão rochoso liso, declividade alta, exposto	1	1,51%	1,026
			Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto	2	0,83%	0,564
	0,51%	Estruturas Artificiais	Estruturas artificiais abrigadas	8	0,34%	0,229
			Estruturas artificiais lisas, expostas	1	0,17%	0,119
TOTAL	100,00%					68,02

Figura 8 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Praia Grande



De acordo com a Figura 8, que ilustra a distribuição de ISL no município de Praia Grande, o ISL 10 é o mais representativo, conferindo à região uma alta sensibilidade ao óleo.

O ISL 3 é o segundo mais representativo, com 33,48%, seguido do ISL 6, composto unicamente por costões rochosos de matacões no caso do município de Praia Grande.

Os demais ISL (1,2 e 8) ocorrem em proporções quase desprezíveis.

5.4. Distribuição dos ambientes e dos ISL do município de São Vicente

A distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de São Vicente pode ser observada pela Tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de São Vicente

Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de São Vicente						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
	64,07%	Manguezal		10		77,473
	14,54%	Planície de maré	Planície de maré lamosa, abrigada	9	14,06%	17,005
			Planície de maré arenosa, exposta	7	0,47%	0,573
	6,49%	Estruturas artificiais abrigadas		8		7,849
	5,21%	Costão rochoso	Costão rochoso de matacões (depósito de tálus)	6	3,09%	3,732
			Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto	2	1,79%	2,169
			Costão rochoso liso, declividade alta, exposto	1	0,33%	0,399
	4,48%	Praia	Praia dissipativa de areia fina, expostas	3	3,33%	4,026
			Praia de areia fina a média, abrigadas	4	1,15%	1,388
	2,33%	Enroncamentos expostos		6		2,823
	2,22%	Taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais)		8		2,686
	0,34%	Terraço alagadiço		10		0,411
	0,31%	Margem de rio (alagado)		10		0,38
TOTAL	100,00%					120,914

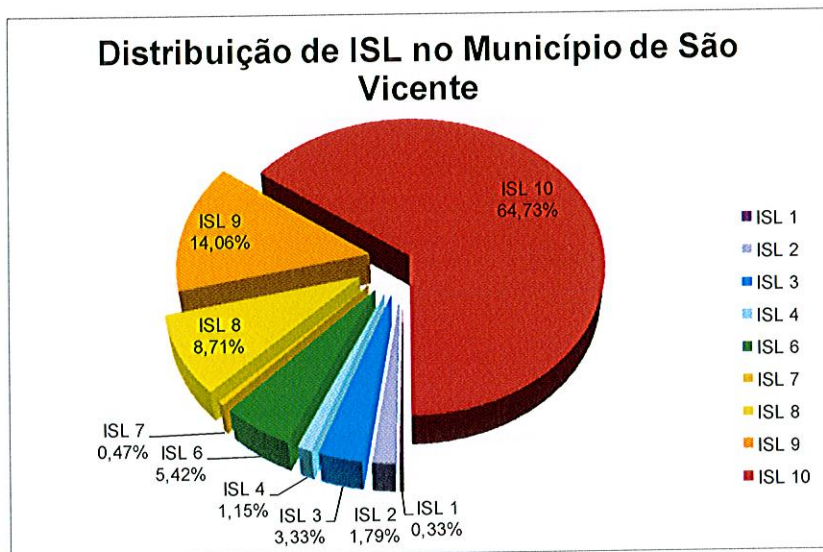
Em São Vicente há uma maior variedade de ambientes, com a predominância de manguezais (64,07%). Em sequência, as planícies de maré e suas subclassificações de acordo com seus ISLs representam 14,54% dos ambientes, seguidos das estruturas artificiais abrigadas que correspondem a 6,49%.

Apenas 5,21% dos ambientes de São Vicente são de costões rochosos. As praias, apesar do caráter turístico da região, representam somente 4,48% dos ambientes. Os enroncamentos rochosos correspondem a 2,33% e os taludes íngremes, abrigados, de areia, 2,22%. Em decorrência do Sistema Estuarino de Santo-São Vicente, observa-se a presença de terraços alagadiços e margem de rio (alagado), que apesar de possuírem baixa representatividade são altamente sensíveis (ISL 10), devendo dar-lhes a devida importância.

O gráfico de distribuição de ISL no município de São Vicente (Figura 9) mostra a delicada situação em que se encontra o município: a região é composta por 81,5% de ambientes de alta sensibilidade (ISL 10, ISL 9 e ISL 8) e se localiza próxima ao Porto

de Santos, onde a probabilidade de contaminação por derramamento de óleo nos ambientes é alta.

Figura 9 - Gráfico de distribuição de ISL no município de São Vicente



5.5. Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Santos

A distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Santos (Tabela 6) mostra claramente a alta ocorrência de manguezais na região. Isto se deve principalmente ao Sistema Estuarino de Santos, em que a vegetação característica é o mangue.

O segundo ambiente com maior predominância são as estruturas artificiais (8,33%), em quantidade bem menos significativa que os manguezais. As estruturas artificiais são compostas por rip-rap, enrocamentos com pedras, muros e/ou outras estruturas de material sólido que são mais ou menos sensíveis, dependendo do grau de exposição às ondas. A presença deste ambiente no município se deve principalmente ao Complexo Portuário de Santos, que depende da infraestrutura instalada na região costeira.

Além do manguezal, outros ambientes do município estão associados ao Sistema Estuarino de Santos: os taludes íngremes de areia, abrigados (6,55%) e as planícies de maré (6,44%) que são divididas em planícies de maré lamosa abrigada (6,16%) e, de maré arenosa exposta (0,28%). Todos estes ambientes possuem alta sensibilidade ao óleo.

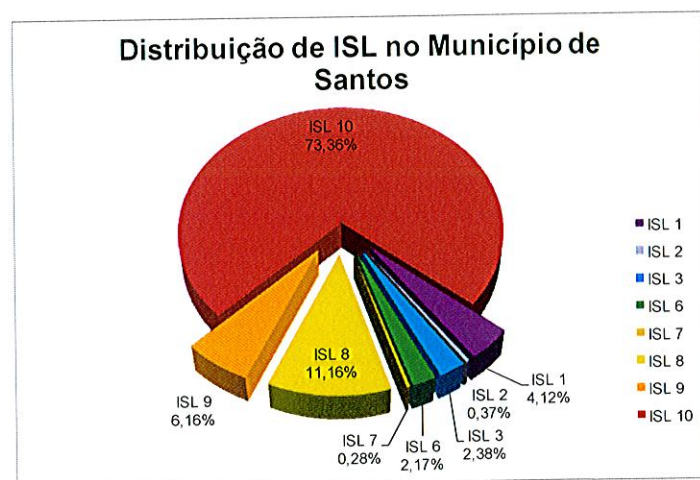
Os demais ambientes são pouco representativos, com porcentagens inferiores a 3%. São eles: praias dissipativas (2,38%); enroncamentos expostos (1,95%) e; costões rochosos (0,99%) e suas subclassificações.

Tabela 6 - Tabela de distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Santos

Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de Santos						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
		73,36%	Manguezal		10	
	8,33%	Estruturas artificiais	Estruturas artificiais abrigadas	8	4,45%	9,315
			Estruturas artificiais lisas, expostas	1	3,88%	8,12
	6,55%	Taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais)		8		13,709
	6,44%	Planície de maré	Planície de maré lamosa, abrigada	9	6,16%	12,904
			Planície de maré arenosa, exposta	7	0,28%	0,582
	2,38%	Praia dissipativa de areia fina, expostas		3		4,974
	1,95%	Enroncamentos expostos		6		4,078
	0,99%	Costão rochoso	Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto	2	0,37%	0,772
			Costão rochoso liso, declividade alta, exposto	1	0,25%	0,514
			Costão rochoso de matacões (depósito de tálus)	6	0,22%	0,465
			Costão rochoso, abrigado	8	0,16%	0,328
TOTAL	100,00%					209,316

De acordo com o gráfico de distribuição de ISL no município de Santos (Figura 10) nota-se a predominância do ISL 10 (73,35%), composto basicamente pelo ambiente de manguezal. Seguidos do ISL 10, o ISL 8 representa 11,16% e o ISL 9 corresponde a 6,16%. Estes três ISL somados representam 90,67% dos ISLs, que conferem à região a característica de alta sensibilidade. O ISL 1, índice de menor sensibilidade caracterizado por substratos impermeáveis, de declividade alta a média e expostos, representa 4,12% dos ISL. Os demais ISL são pouco representativos.

Figura 10 – Gráfico de distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Santos



5.6. Distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Cubatão

Pelo fato de Cubatão não possuir face voltada para o mar, não há ocorrência de praias na região. Assim, os ambientes descritos na tabela de distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Cubatão (Tabela 7) são de ambientes que possuem interface com os sistemas fluviais da região.

Tabela 7 - Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Cubatão

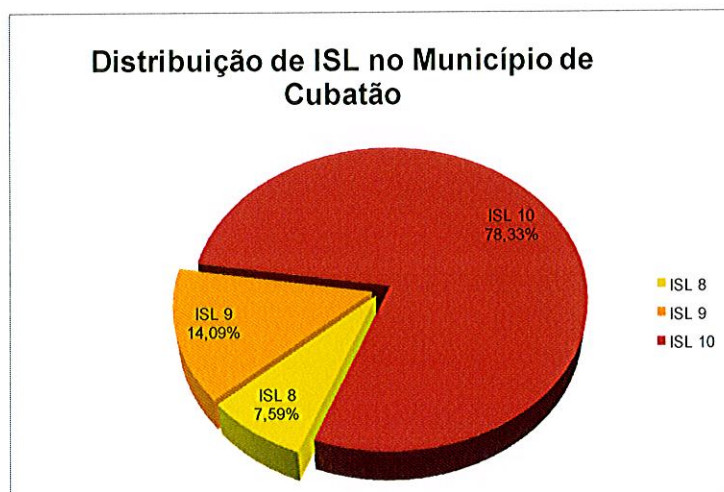
Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de Cubatão				
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente	ISL	Extensão (km)
	78,33%	Manguezal	10	126,0980
	14,09%	Planície de maré lamosa, abrigada	9	22,6750
	4,58%	Taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais)	8	7,372
	3,01%	Estruturas artificiais abrigadas	8	4,84
TOTAL	100,00%			160,985

Observa-se que em Cubatão há a predominância de manguezais, com representatividade de 78,33%. As planícies de maré (ISL 9) correspondem a 14,09% dos ambientes, sendo consideradas de alta sensibilidade por serem substratos semipermeáveis, planos e abrigados de difícil limpeza natural e por abrigarem uma diversidade de espécies.

Os taludes e estruturas artificiais possuem baixa representatividade, com 4,58% e 3,01% respectivamente. Entretanto, eles não devem ser desconsiderados na análise, pois são considerados ambientes sensíveis ao óleo (ISL 8).

O gráfico de distribuição de ISL no município de Cubatão (Figura 11) demonstra visivelmente a alta sensibilidade da região. Esta propriedade se dá pelas características dos ambientes: baixo hidrodinamismo e conseqüente remoção natural do óleo lenta e alta diversidade biológica, entre outros aspectos.

Figura 11 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Cubatão



5.7. Distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Guarujá

A Tabela 8 consta a distribuição dos ambientes e ISL do município de Guarujá.

Tabela 8 - Distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Guarujá

Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de Guarujá						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente	ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)	
		35,56%	Manguezal	10		65,314
	30,28%	Costão Rochoso	Costão rochoso de matações (depósito de tálus)	6	17,97%	33,006
			Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto	2	5,48%	10,061
			Costão rochoso, abrigado	8	4,56%	8,382
			Costão rochoso liso, declividade alta, exposto	1	2,26%	4,157
	10,99%	Praia	Praia dissipativa de areia fina, expostas	3	6,70%	12,299
			Praia de areia fina a média, abrigadas	4	3,71%	6,821
			Praias mistas de areia e cascalho	5	0,58%	1,057
	10,16%	Estruturas artificiais abrigadas	8		18,658	
	4,06%	Margem de rio (alagado)	10		7,463	
	3,60%	Taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais)	8		6,618	
	2,00%	Planície de maré	Planície de maré lamosa, abrigada	9	1,41%	2,592
			Planície de maré arenosa, exposta	7	0,59%	1,084
	1,40%	Terraço alagadiço	10		2,563	
	0,91%	Lagoa costeita	10		1,672	
	1,04%	Enroncamentos expostos	6		1,918	
TOTAL	100,00%				183,665	

No município de Guarujá, a distribuição dos ambientes de manguezal e costão se dá de maneira praticamente equiparada, com 35,56% e 30,28% de representatividade respectivamente. Observa-se a presença de vários tipos de costão, com a predominância de matações.

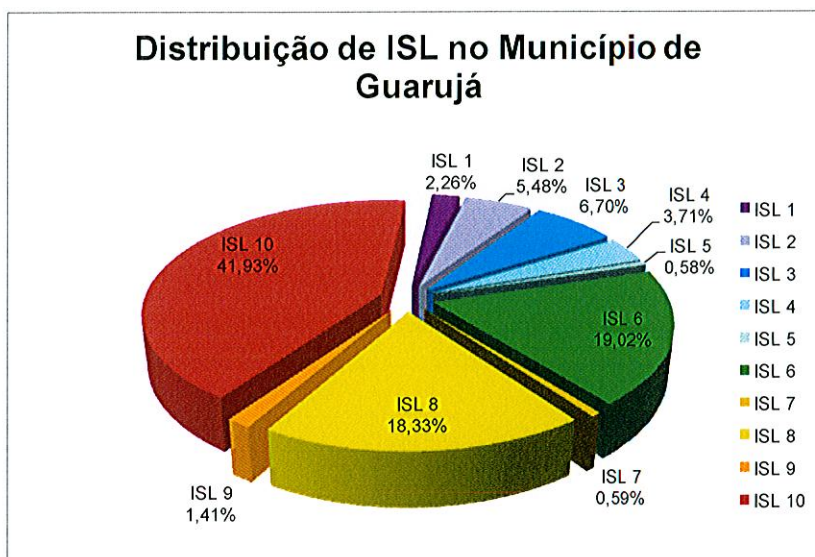
As praias e estruturas artificiais também apresentam porcentagens similares. As praias correspondem a aproximadamente 11% dos ambientes, sendo este ambiente subdividido em categorias diferentes de sensibilidade de acordo com as características próprias de declividade, grau de exposição às ondas e marés, tipo de substrato e aspectos biológicos atrelados.

A ocorrência considerável de estruturas artificiais (10,16%) pode estar atrelada a dois fatores: (i) ao fato de Guarujá sediar parte importante do complexo portuário da Baixada Santista, e (ii) propiciar a instalação de casas de veraneio e construções na costa em função do turismo.

O restante dos ambientes são pouco representativos, porém não menos importantes que os citados anteriormente por também possuírem alto grau de sensibilidade.

A partir do gráfico de distribuição de ISL no município de Guarujá, ilustrado pela Figura 12, nota-se a predominância de ISL 10 (41,93%), seguido de ISL 6 (19,02%) e ISL 8 (18,33%). Somados, estes índices representam 79,28% dos ambientes, que caracteriza o município em sua totalidade como ambientalmente sensível ao óleo.

Figura 12 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Guarujá



5.8. Distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Bertoga

Pela análise da distribuição dos ambientes e dos ISL do município de Bertoga (Tabela 9), nota-se a predominância dos manguezais com porcentagem de ocorrência de

60,13%. O município possui 37,455 km de praias, que correspondem a 24,81% dos ambientes, sendo as praias dissipativas de areia fina e expostas as mais representativas e as menos sensíveis. Em sequência, os costões rochosos e suas subclassificações representam 7,5%, os taludes (4,89%), as planícies de maré (1,65%) e as estruturas abrigadas (0,93%) com menor representatividade.

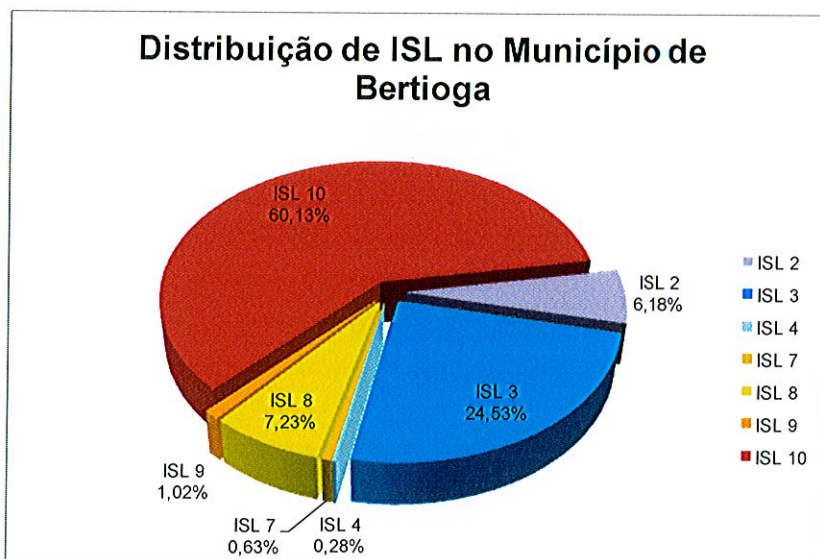
Tabela 9 - Distribuição dos ambientes e dos ISLs do município de Bertioga

Distribuição dos ambientes e dos ISLs do Município de Bertioga						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
		60,13%	Manguezal		10	
	24,81%	Praia	Praia dissipativa de areia fina, expostas	3	24,53%	37,038
			Praia de areia fina a média, abrigadas	4	0,28%	0,417
	7,50%	Costão Rochoso	Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto	2	6,18%	9,324
			Costão rochoso, abrigado	8	1,32%	1,997
	4,98%	Taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais)		8		7,516
	1,65%	Planície de Maré	Planície de maré lamosa, abrigada	9	1,02%	1,547
			Planície de maré arenosa, exposta	7	0,63%	0,948
	0,93%	Estruturas artificiais abrigadas		8		1,406
TOTAL	100,00%					150,966

De acordo com o gráfico de distribuição de ISL no município de Bertioga, Figura 13, observa-se que no município de Bertioga há uma maior quantidade de ambientes altamente sensíveis (60,13%), representados pelo ISL 10. O ISL 3, composto pelas praias dissipativas de areia fina e expostas, representa 24,53%, ou seja, representa aproximadamente $\frac{1}{4}$ dos ISL do município. Em sequência, o ISL 8 corresponde a 7,23%, seguido do ISL 2 (6,18%). Os demais ISL (ISL 4, ISL 7 e ISL 9) possuem baixa representatividade.

De acordo com Cunha (2009), em Bertioga há uma grande diversidade de ambientes costeiros sensíveis ao óleo em decorrência da grande área mapeada em seu estudo em ambientes estuarinos. (e.g. manguezal, banco de lama, estruturas artificiais e costões rochosos abrigados)

Figura 13 - Gráfico de distribuição de ISL no município de Bertioga



5.9. Distribuição dos ambientes e dos ISL da Baixada Santista

Para análise da distribuição dos ambientes litorâneos da Baixada Santista, observa-se pela Tabela 10 que os ambientes mais representativos são: manguezal (58,57%), praia (14,34%) e costão rochoso (10,78%),

Tabela 10 - Tabela de Distribuição dos ambientes litorâneos da Baixada Santista

Distribuição dos ambientes litorâneos da Baixada Santista						
Distribuição por ambiente	% de ocorrência dos ambientes	Ambiente		ISL	Detalhamento da % de ocorrência dos ambientes	Extensão (km)
		58,57%	Manguezal		10	
	14,34%	Praia	Praia dissipativa de areia fina, expostas	3	13,21%	137,352
			Praia de areia fina a média, abrigadas	4	1,03%	10,662
			Praias mistas de areia e cascalho	5	0,10%	1,057
	10,78%	Costão Rochoso	Costão rochoso de matacões (depósito de tálus)	6	4,66%	48,407
			Costão rochoso liso, declividade média a baixa, exposto	2	3,20%	33,221
			Costão rochoso liso, declividade alta, exposto	1	1,89%	19,628
			Costão rochoso, abrigado	8	1,04%	10,797
	5,76%	Planície de Maré	Planície de maré lamosa, abrigada	9	5,46%	56,723
			Planície de maré arenosa, exposta	7	0,31%	3,187
	4,86%	Estruturas artificiais	Estruturas artificiais abrigadas	8	4,07%	42,297
			Estruturas artificiais lisas, expostas	1	0,79%	8,239
	3,65%	Taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais)		8		37,901
	0,85%	Enrrocamentos expostos		6		8,819
	0,75%	Margem de rio (alagado)		10		7,843
	0,29%	Terraço alagadiço		10		2,974
	0,16%	Lagoa costeira		10		1,672
TOTAL	100,00%					1039,778

As praias predominantes são as dissipativas de areia fina e expostas. Tal característica é de extrema importância para a remoção do óleo pelo efeito das ondas.

De acordo com Romero (2009), para os municípios de Praia Grande, Itanhaém, Mongaguá e Peruíbe, onde há uma forte vocação para o turismo, devem ser consideradas as diferenças sazonais da sensibilidade das praias e principalmente da sazonalidade do uso turístico, mais intensos nos meses de verão, no planejamento e combate a derramamento de óleo.

Os costões rochosos da Baixada Santista são compostos por costões de matacões, lisos, expostos, de declividade alta ou declividade média a baixa; e costões abrigados. Os costões rochosos correspondem ao terceiro ambiente mais representativo da região e totalizam 112,053 km de extensão, sendo 49% deles localizados no município de Guarujá.

As planícies de maré, ambientes naturalmente sensíveis (ISL 9 e ISL 7), representam 5,76% dos ambientes da Baixada Santista. Observa-se que neste grupo, as planícies de maré lamosas e abrigadas são predominantes (5,46%) e também possuem maior sensibilidade que as planícies de maré arenosas, expostas (0,41%).

As estruturas artificiais representam 4,86% dos ambientes, com 50,536 km de extensão. É interessante notar que as estruturas artificiais possuem boa representatividade na região. Tal fato pode estar atrelado à influência do Complexo Portuário de Santos, do polo industrial de Cubatão e do desenvolvimento turístico da região que induzem à construção de estruturas artificiais nas regiões costeiras da Baixada Santista.

Os taludes correspondem a 3,65% dos ambientes, sendo caracterizados por ambientes típicos de sistemas fluviais: os taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais). Suas características propiciam uma maior dificuldade de remoção do óleo que lhe conferem o grau 8 no Índice de Sensibilidade do Litoral.

Os demais ambientes são pouco representativos, porém não menos importantes ao se analisar a sensibilidade ao óleo. São ambientes com o mais alto grau de sensibilidade, o ISL 10, com exceção dos enrocamentos expostos, que possuem ISL 6.

Para realizar análise da distribuição dos ISL na Baixada Santista, foram elaborados dois gráficos: o gráfico em forma de pizza contendo a distribuição de ISL na Baixada Santista (Figura 14) e o gráfico de barras com a composição dos ambientes dos ISL 1, ISL 6, ISL 8 e ISL 10 (Figura 15). Os ISLs não citados no gráfico de barras

possuem apenas um ambiente na sua composição, não sendo necessária a representação no gráfico.

Figura 14 - Gráfico de distribuição de ISL na Baixada Santista

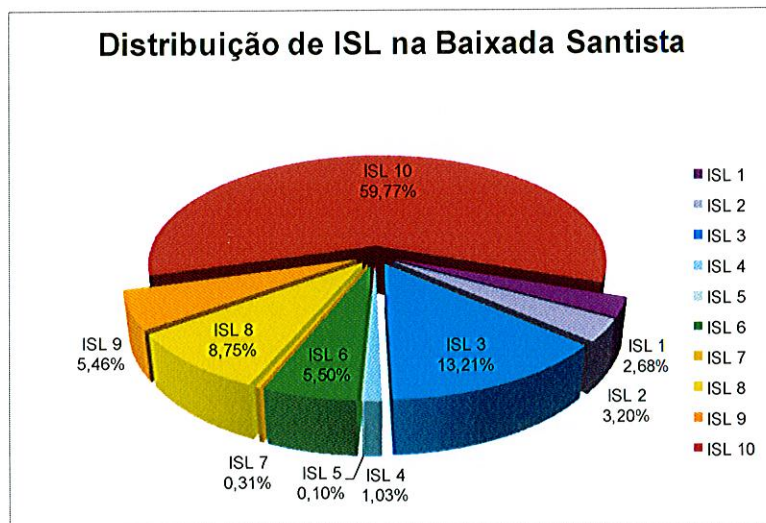
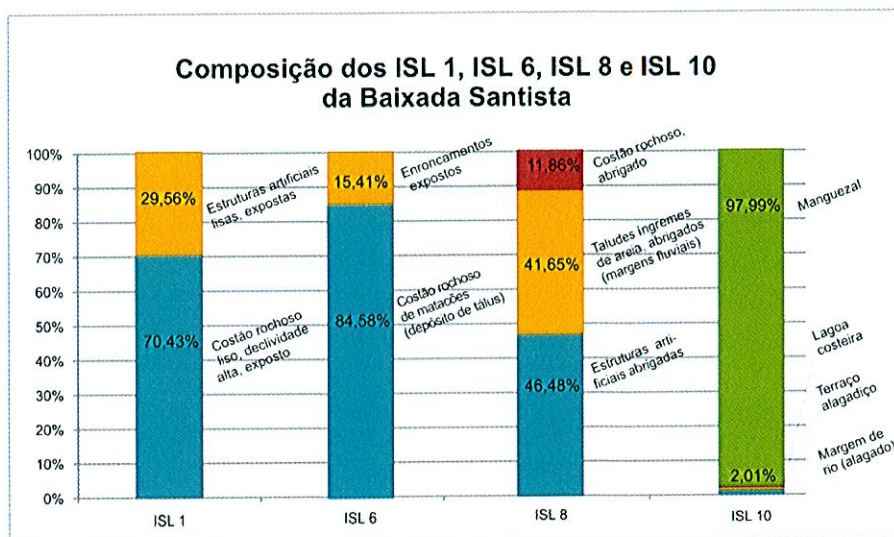


Figura 15 - Gráfico da composição dos ISL 1, ISL 6, ISL 8 e ISL 10 da Baixada Santista



Assim, observa-se pela Figura 14 que todos os ISLs (ISL 1 ao ISL 10) estão presentes na Baixada Santista, sendo o ISL 10 o predominante (com aproximadamente 60%). Dentro deste ISL, nota-se pela Figura 15 que o manguezal é predominante com relação aos demais (lagoa costeira, terraço alagadiço e margem rio) os quais somados correspondem a 2,01%.

O ISL 3, composto unicamente pelas praias dissipativas de areia fina, expostas, corresponde ao ISL de segunda maior representatividade (13,21%), seguido do ISL 8 com 8,85%.

O grupo de ambientes que compõem o ISL 8 são os costões rochosos abrigados, os taludes íngremes de areia, abrigados (margens fluviais); e as estruturas artificiais abrigadas. Estes ambientes são assim agrupados por possuírem características semelhantes de baixo hidrodinamismo, presença de densa cobertura de alga e outros organismos na superfície, e difícil acesso, que influenciam o comportamento do óleo e as ações de respostas necessárias num derramamento de óleo.

O ISL 6 e ISL 9 possuem praticamente a mesma porcentagem de distribuição na região: 5,5% e 5,46% respectivamente. O ISL 6 é basicamente representado pelos costões rochosos de matacões (depósito de tálus), que corresponde a 84,58%, o restante dos ambientes são representados pelos enrocamentos expostos. O ISL 9, caracterizado por ambientes altamente sensíveis, priorizados no momento de ação de resposta a um derramamento de óleo, são compostos na Baixada Santista pelas planícies de maré lamosa, abrigadas.

Os demais ISLs possuem baixa representatividade: ISL 2 (3,2%), ISL 1 (2,68%), ISL 4 (1,03%), ISL 7 (0,31%), ISL 5 (0,1%).

5.10. Análise Estatística Descritiva

Para o presente trabalho, a análise estatística descritiva foi direcionada aos ambientes mais representativos da Baixada Santista: manguezal, praia, costão rochoso, planície de maré, estruturas artificiais e taludes.

Da mesma forma que as análises de distribuição dos ISL e dos ambientes da Baixada Santista, as análises estatísticas descritivas foram baseadas nas extensões em quilômetros de cada ambiente.

5.10.1. Manguezal

De acordo com a tabela da estatística descritiva do ambiente de manguezal da Baixada Santista (Tabela 11), observa-se que os manguezais possuem extensões médias de 76,13 km e mediana de 71,39 km. A assimetria é positiva e muito próxima de zero (0,5), indicando que há tendência de distribuição normal com o predomínio de

extensões de valores médios, como ilustrado pelo histograma das extensões dos manguezais da Baixada Santista (Figura 16).

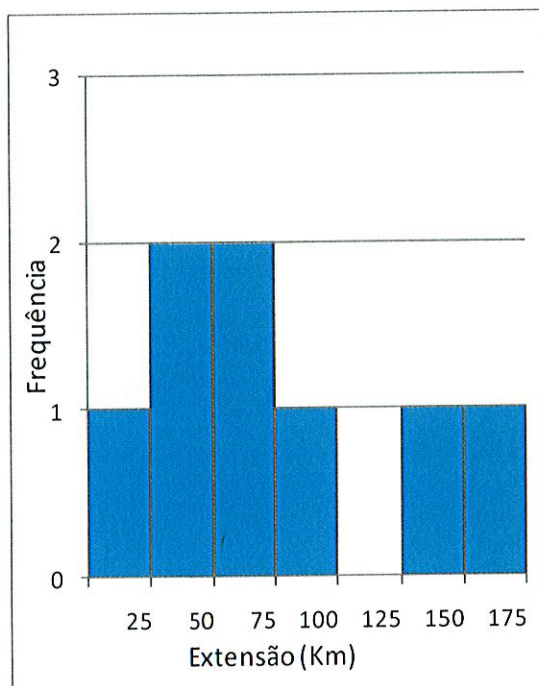
Outro dado que confirma o predomínio de extensões médias dos manguezais é o 1º quartil da amostra, que possui valor igual a 43,01 km. Este dado indica que 75% dos manguezais apresentam extensões maiores ou iguais a 43,01 km. O terceiro quartil que equivale a 75% da distribuição é igual a 99,6km. Além disso, a moda da amostra varia em torno de 25 a 75 km, ou seja, as extensões dos manguezais ocorrem com maior frequência nesse intervalo.

A Baixada Santista possui no total oito manguezais, totalizando 609 km de extensão, sendo o município de Santos o maior contribuidor de manguezais.

Tabela 11- Estatística descritiva do ambiente de manguezal da Baixada Santista

Manguezal	
Nº de dados da amostra	8
Média	76,13 Km
Mediana	71,39 Km
Moda	25 Km a 75 Km
1º quartil	43,01 Km
3º quartil	99,60 Km
Mínimo	15,03 Km
Máximo	153,56 Km
Soma	609,00 Km
Desvio Padrão	46,55 Km
Coefficiente de variação	0,61
Assimetria	0,5

Figura 16 - Histograma das extensões dos manguezais da Baixada Santista



5.10.2. Praia

A Baixada Santista possui 22 praias, totalizando 149,07 km de extensão.

Pela análise da tabela de estatística descritiva do ambiente de praia da Baixada Santista (Tabela 12), observa-se que o 3º quartil é igual a 21,77 km, indicando que 75% das praias da Baixada Santista possuem extensões menores ou iguais a 21,77 km. Este

dado é confirmado pelo histograma das extensões das praias da Baixada Santista (Figura 17).

Os valores da média e mediana são muito discrepantes devido ao fato dos valores da amostra possuírem valores extremos: mínimo de 0,42 km e máximo de 37,04 km de extensão. Nesse casos, a mediana é a medida mais adequada como valor de referência, deve-se assim considerar que as praias da Baixada Santista possuem valores médios de 6,82 km. Tais valores são considerados baixos se comparados com toda a amostra.

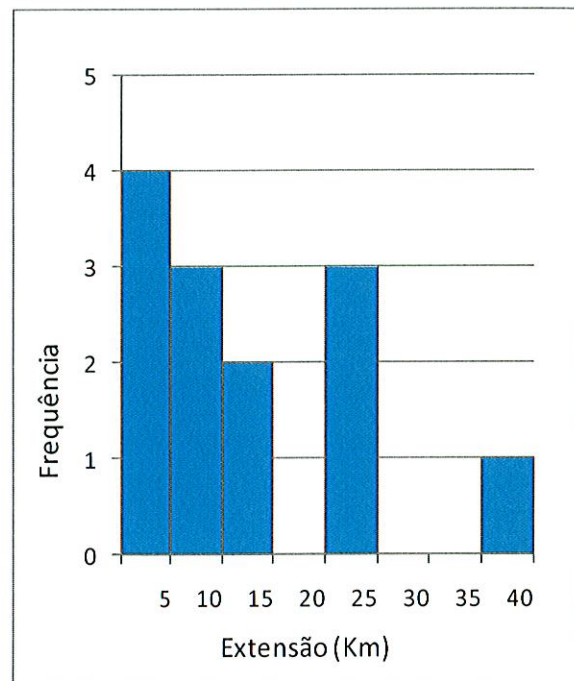
A moda, valor que aparece com mais frequência na amostra, é igual a 5 km. Em outras palavras, há o predomínio de praias de extensões pequenas de até 5 km.

A discrepância dos valores de média e mediana reflete na assimetria da amostra, a qual apresenta valor igual a 1,04. A assimetria positiva indica a predominância de valores menores de extensão.

Tabela 12 - Estatística descritiva do ambiente de praia da Baixada Santista

Praia	
Nº de dados da amostra	13
Média	11,47Km
Mediana	6,82 Km
Moda	até 5 Km
1º quartil	2,04 Km
3º quartil	21,77 Km
Mínimo	0,42 Km
Máximo	37,04 Km
Soma	149,07 Km
Desvio Padrão	11,34 Km
Coefficiente de variação	0,99
Assimetria	1,04

Figura 17 - Histograma das extensões das praias da Baixada Santista



5.10.3. Costão Rochoso

A Baixada Santista possui 22 costões rochosos, totalizando 112,05 km de extensão, concentrados principalmente no município de Guarujá que, segundo Perinotto

(2010), encontram-se entre a Ilha de Santo Amaro e as ilhas adjacentes costeiras menores.

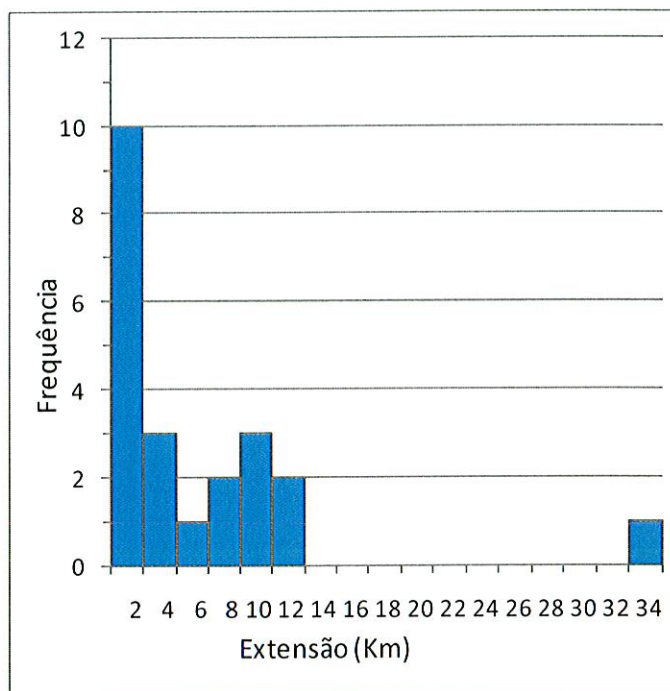
De acordo com a estatística descritiva do ambiente de costão rochoso da Baixada Santista (Tabela 13) e o histograma das extensões dos costões rochosos da Baixada Santista (Figura 18), 75% dos costões possuem extensões menores ou iguais a 7,95 km, havendo o predomínio de costões com até 2 km (moda igual a 2 km com frequência igual a 10). As extensões variam de 0,09 km a 33,01 km e não se observa presença de costões com extensões de 14 km a 32 km.

Da mesma forma que o ambiente praia, a média dos costões rochosos possui valor muito diferente da mediana, em decorrência dos valores extremos da amostra. Assim, considera-se que este ambiente possui valor médio de extensão igual a 2,42 km. Esta característica é confirmada pela assimetria da amostra, igual a 2,96 km e de valor positivo, que conseqüentemente influencia no predomínio de valores menores de extensão.

Tabela 13 - Estatística descritiva do ambiente de costão rochoso da Baixada Santista

Costão rochoso	
Nº de dados da amostra	22
Média	5,09 Km
Mediana	2,42 Km
Moda	até 2 Km
1º quartil	0,53 Km
3º quartil	7,95 Km
Mínimo	0,09 Km
Máximo	33,01 Km
Soma	112,05 Km
Desvio Padrão	7,21 Km
Coefficiente de variação	1,42
Assimetria	2,96

Figura 18 - Histograma das extensões dos costões rochosos da Baixada Santista



5.10.4. Planície de Maré

A estatística descritiva do ambiente de planície de maré da Baixada Santista, bem como o histograma das extensões das planícies de maré da Baixada Santista podem ser visualizados respectivamente pela Tabela 14 e Figura 19.

A partir da assimetria e a distribuição da frequência, pode-se concluir que há na Baixada Santista o predomínio de extensões de valores baixos: a assimetria é positiva e a moda é igual a 3 km, ou seja, as planícies de maré com até 3 km aparecem com mais frequência que as demais.

As planícies de maré da Baixada Santista são caracterizadas principalmente por serem planícies lamosas. Totalizam 69,9 km de extensão e variam de 0,57 km a 22,67 Km.

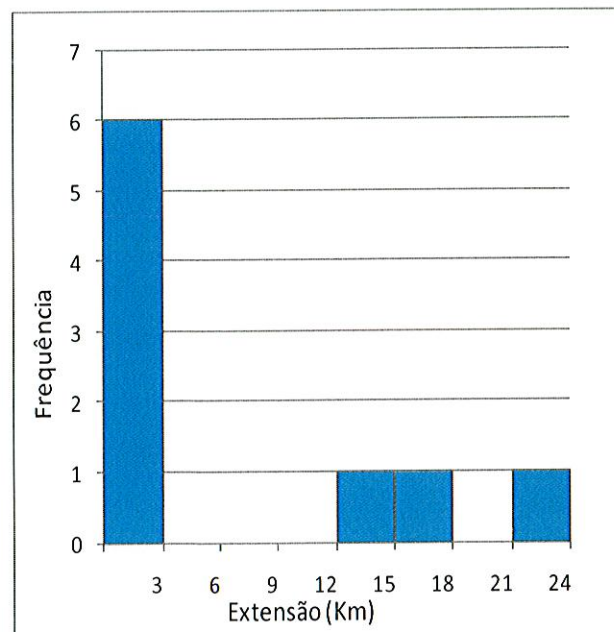
Para definição do valor médio das planícies de maré, foi adotado o mesmo parâmetro que para os demais ambientes: como o valor de média e mediana são muito diferentes, utiliza-se a mediana (1,55 km) para fins de análise.

O 3º quartil indica que 75% da amostra possuem valor menor ou igual a 12,9 km. Ao se confrontar este dado com o histograma, nota-se que estes 75% da amostra na realidade correspondem aos ambientes com extensões menores que 3 km.

Tabela 14 - Estatística descritiva do ambiente de planície de maré da Baixada Santista

Planície de maré	
Nº de dados da amostra	9
Média	6,66 Km
Mediana	1,55 Km
Moda	até 3 Km
1º quartil	0,95 Km
3º quartil	12,90 Km
Mínimo	0,57Km
Máximo	22,67 Km
Soma	59,91 Km
Desvio Padrão	8,54 Km
Coefficiente de variação	1,28
Assimetria	1,15

Figura 19 - Histograma das extensões das planícies de maré da Baixada Santista



5.10.5. Estruturas Artificiais

As estruturas artificiais da Baixada Santista representam 4,86% dos ambientes da região e possuem no total 50,54 km de extensão.

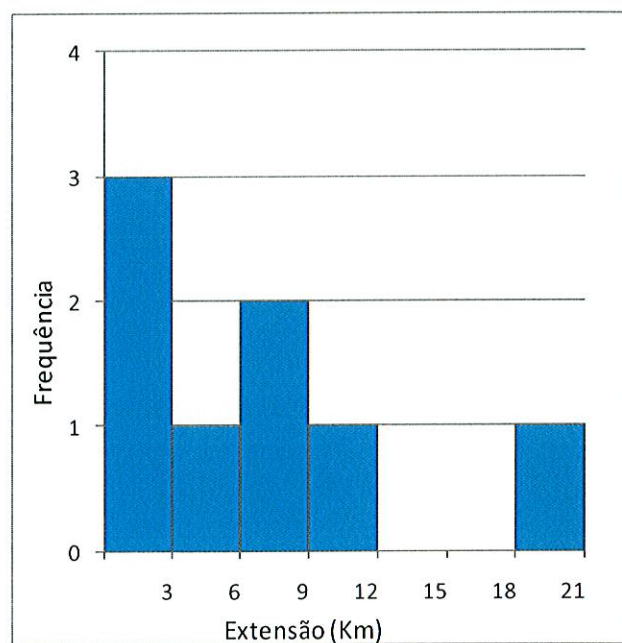
Pela tabela de estatística descritiva do ambiente de estruturas artificiais da Baixada Santista (Tabela 15) e pelo histograma das extensões das estruturas artificiais da Baixada Santista (Figura 20), observa-se a predominância de extensões pequenas, uma vez que a moda igual a 3 km (maior frequência da amostra na classe de até 3 km) e o 3º quartil igual a 8,42 km (75% da amostra possuem extensão menor ou igual a 8,42 km). Tais ambientes são estruturas pequenas, com no mínimo 0,12 km que são possivelmente construções de casas de veraneio e de atividades relacionadas ao turismo.

As estruturas artificiais maiores, com 18 a 21 km de extensão, podem estar atreladas às atividades industriais e principalmente às construções na área portuária. Não são observadas estruturas artificiais com extensões de 12 a 18 km,

Tabela 15 - Estatística descritiva do ambiente de estruturas artificiais da Baixada Santista

Estruturas artificiais	
Nº de dados da amostra	8
Média	6,32 Km
Mediana	6,34 Km
Moda	até 3 Km
1º quartil	1,11 Km
3º quartil	8,42 Km
Mínimo	0,12Km
Máximo	18,66 Km
Soma	50,54 Km
Desvio Padrão	6,20 Km
Coefficiente de variação	0,98
Assimetria	1,07

Figura 20 - Histograma das extensões das estruturas artificiais da Baixada Santista



5.10.6. Taludes

Os taludes da Baixada Santista, sexto ambiente mais representativo, são compostos unicamente por taludes íngremes de areia, abrigados e localizados às

margens dos rios da região, em especial do Sistema Estuarino de Santos. O município de Santos detém 36,72% dos taludes da Baixada Santista, que correspondem a 13,71 quilômetros.

Os taludes variam em extensão de 2,69 km a 13,71 km. Pela tabela de estatística descritiva do ambiente de taludes da Baixada Santista (Tabela 16), é possível observar que os valores da média (7,58 km), mediana (7,34 km) e moda (6 a 8 km) são muito próximos, o que indica uma distribuição normal da amostra, também observada pelo histograma das extensões dos taludes da Baixada Santista (Figura 21).

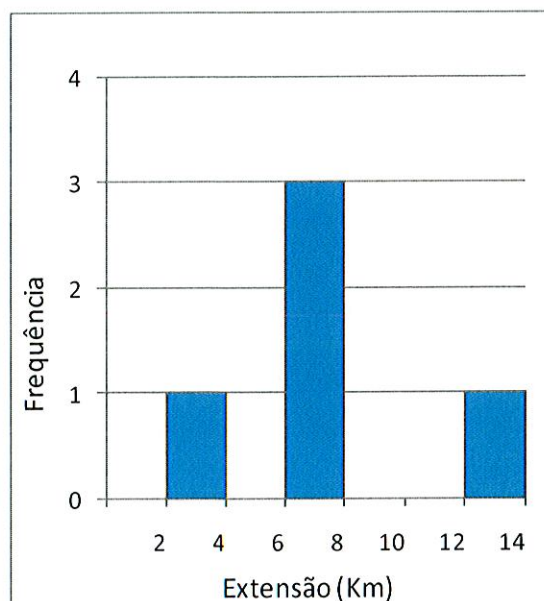
O coeficiente de variação da amostra de taludes, se comparada com os coeficientes dos demais ambientes, apresenta o menor valor (0,52). Isto indica que a amostra apresenta a menor variação de dados em relação à média, ou seja, a amostra possui os dados mais homogêneos.

Atrelados a essas questões, os valores do 1º quartil e do 3º quartil também são semelhantes, indicando a concentração da amostra em valores médios entre 6,62 km e 7,52 km. Este dado é confirmado por outra variável obtida na estatística descritiva dos taludes: a assimetria. Seu valor é próximo de zero (0,76) e confirma a distribuição dos dados concentrada em valores médios de extensão.

Tabela 16 - Estatística descritiva do ambiente de taludes da Baixada Santista

Taludes	
Nº de dados da amostra	5
Média	7,58 Km
Mediana	7,34 Km
Moda	6 Km a 8 Km
1º quartil	6,62 Km
3º quartil	7,52 Km
Mínimo	2,69 Km
Máximo	13,71 Km
Soma	37,90 Km
Desvio Padrão	3,95 Km
Coeficiente de variação	0,52
Assimetria	0,76

Figura 21- Histograma das extensões dos taludes da Baixada Santista



6. CONCLUSÕES

As mudanças na percepção ambiental da sociedade, atreladas ao aumento do rigor da legislação ambiental brasileira, em principal no Estado de São Paulo, juntamente com as recentes descobertas do pré-sal na Bacia de Santos, acarretaram a necessidade de aprofundamento nos estudos de caracterização ambiental voltada ao óleo no país. É neste contexto que se julgam necessários tais estudos no litoral paulista, em especial na Baixada Santista, região onde há alta probabilidade de poluição por óleo em decorrência da localização de um dos maiores pólos industriais brasileiro, o Complexo Industrial em Cubatão e o maior porto da América Latina, o Porto de Santos.

Desta forma, foram realizadas no presente trabalho análises para a complementação dos estudos de caracterização da sensibilidade ambiental da Baixada Santista. A partir das análises de distribuição dos ISL, pode-se, então, concluir que a região é extremamente sensível ao óleo, uma vez que há a predominância em quase todos os municípios do mais alto Índice de Sensibilidade do Litoral, o ISL 10, com exceção dos municípios de Itanhaém e Mongaguá, em que predominam o ISL 3.

O ISL 10 é composto basicamente por manguezais, sendo os municípios de Santos e Cubatão os maiores contribuintes, com 153,55 km e 126,09 km de extensão, respectivamente. Deve-se dar a devida importância para estes dados, uma vez que são estes os municípios mais desenvolvidos economicamente da Baixada Santista e também os mais sensíveis.

O segundo ISL mais representativo é o ISL 3, constituído pelo ambiente que exerce papel fundamental para o turismo regional: as praias. Com relação às análises de distribuição dos ambientes na Baixada Santista, as praias são também o segundo mais representativo, com porcentagem igual a 14,34%.

Seguidos do ISL 3, os ISL 8 e 9 possuem baixa representatividade, com 8,75% e 5,46% respectivamente, porém não devem ser desconsiderados em decorrência da sua alta sensibilidade.

Com relação às análises estatísticas descritivas dos principais ambientes da Baixada Santista, pode-se concluir que:

- ✓ *Os manguezais* da região possuem extensões médias próximas a 70 km, com o predomínio de manguezais que variam de 25 a 75 km.

- ✓ Há o predomínio de praias pouco extensas, de até 5 km. As extensões médias também são de baixo valor de 6,82 km.
- ✓ Os Costões Rochosos da Baixada Santista possuem extensões pequenas de até 2 km e a média é igual a 2,42 km.
- ✓ As Planícies de maré e as estruturas artificiais apresentam-se como ambientes de baixa extensão: até 3 quilômetros.
- ✓ Os Taludes constituem o ambiente cuja distribuição mais se aproxima da normal, indicando o predomínio de extensões médias de 6 a 8 km.

A realização do presente trabalho possibilitou, ainda, uma melhor compreensão da importância da caracterização da sensibilidade ao óleo dos ambientes costeiros e da relação entre esta caracterização e as ações de resposta a um derramamento de óleo. É uma evidência clara da importância dos estudos de sensibilidade ambiental ao óleo para o planejamento/gestão ambiental e planos de contingência, tanto a nível nacional como regional, em específico na Baixada Santista, área de estudo do presente trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, C. M. **A Paisagem da Baixada Santista: Urbanização, transformação e conservação.** São Paulo, Edusp/Fapesp, 2006. 309p.

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA – AGEM. Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado – PMDI - 2002. Região Metropolitana da Baixada Santista. Disponível em <<http://agem.sp.gov.br>>. Acesso em 09 de jul. 2011

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo.** Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. Brasília, 2004. 107p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo.**

Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. Brasília, 2004. 107p.

CARVALHAL, F.; BERCHEZ, F.A.S. **Costão rochoso: a diversidade em microescala**. São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://www. ib.usp.br](http://www.ib.usp.br) >.Último Acesso em: 21 abril. 2011

CETESB **Mapeamento dos Ecossistemas Costeiros do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 1999. 103 p.

CETESB, **Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 120 p, 2007

CUNHA, F. P. **Mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo na região costeira de Bertioga – SP**. Rio Claro, SP, 2009, 144p.

DEVIDS, C. C., **Mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de petróleo do Sistema Estuarino de Santos, Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). UNESP, Rio Claro, SP, 2008. 86p.

ESRI, ArcGIS 9.3. ,2008

FARINACCIO, A. **Alterações relacionadas à ação antrópica na dinâmica dos processos costeiros nas planícies da Praia Grande/ Mongaguá e enseada de Caraguatatuba, SP**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geologia). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GUNDLACH, E. R. & HAYES, M. O., Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. **Marine Technology Society Journal**. v. 12, p. 18-27. 1978.

IPIECA. **A guide to contingency planning for oil spills on water**. 2nd ed. IPIECA Report Series. v. 2. 2000. Disponível em: <http://www.iecea.org>. Último acesso em: 06 dez. 2009.

IPIECA. **Biological impacts of oil pollution: mangroves.** [S.L.], 1993. (IPIECA Reports Series, 4). Disponível em: <http://www.ipieca.org>. Último acesso em: 06 jun. 2011.

JENSEN, J. R.; HALLS, J. N.; MICHEL, J. A system approach to environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spill contingency planning and response. **Photogrametric Engineering & Remote Sensing.** v. 64, n. 10, p. 1003-1014. 1998.

LAMPARELLI, M. L.; COSTA, M. P.; PRÓSPERI, V. A.; BEVILÁCQUA, J. E.; ARAÚJO, R. P. A.; EYSINK, G. G.; POMPÉIA, S. **Sistema estuarino de Santos e São Vicente.** Relatório Técnico CETESB. 2001. 178p.

LAMPARELLI, C. C. et al. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo.** São Paulo: Secretaria do Estado de Meio Ambiente; CETESB, 1998.

LITTLE, C. & KITCHING, J.A. 2000. **The Biology of Rocky Shores.** Oxford : University Press Inc., 240p.

MICHEL, J.; HAYES, O. Sensitivity of coastal environments to oil. In: NOAA. **An introduction to coastal habitats and biological resources for oil spill response.** [S.L.], 1992. (NOAA Report, HMRAD 92-4). Disponível em: <<http://ww.response.restoration.noaa.gov>>. Último acesso em 10 dez. 2010.

NATIONAL OCEANIC and ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 3.0.** NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division. 2002. 79 pp.+ appendices.

PERINOTTO, R. R. C. **Mapeamento de sensibilidade ao derrame de óleo dos ambientes costeiros dos municípios de São Vicente, Santos e Guarujá – SP.** Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). UNESP, Rio Claro, SP. 2010, 344p.

- RODRIGUES, J.C. As Bases Geológicas. In: AZEVEDO, A. **Baixada Santista, Aspectos Geográficos**: as bases físicas. São Paulo: EDUSP, 1965. v.1, p. 24-48.
- ROMERO, A. F. **Mapa de vulnerabilidade ambiental ao óleo e cartas SAO. Trecho: Praia Grande – Ilha Comprida, Litoral Paulita**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). UNESP, Rio Claro, SP. 2009. 203p.
- SANTOS, Elina de Oliveira. “Características Climáticas”. In: AZEVEDO, Aroldo de (Org.). **Baixada Santista: Aspectos Geográficos**. São Paulo, Edusp, 1965, vol.1, pp. 95-150.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.S.; **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar**; Carribbean Ecological Research; São Paulo; 1995.
- SOUZA, C.R.G.; SOUZA, A.P. Geologia e Geomorfologia da área da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O.A.V; DULEBA, W. (Editores). **Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente Físico, Flora e Fauna**. Ed. Holos. Ribeirão Preto, 2004. p.16-31
- TOMASSI, L.R.; (1994). **Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das Regiões Sul Sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: FUNDESPA/PETROBRÁS. v 9,10p.