

# MAPEAMENTO DA SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO DA BACIA MARÍTIMA DE SANTOS

GHERARDI, D.F.M.<sup>1</sup>; CABRAL, A.P.<sup>2</sup>; KLEIN, A.H.F.<sup>3</sup>; MUEHE, D.C.E.H.<sup>4</sup>; NOERNBERG, M.A.<sup>5</sup>; TESSLER, M.G.<sup>6</sup> & SARTOR, S.M.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Sensoriamento Remoto - INPE, Av. dos Astronautas, 1758, São José dos Campos, SP, 12227-010  
douglas@dsr.inpe.br.

<sup>2</sup>FUGRO OCEANSATPEG SA, Rua Santa Luzia, 651, 32 andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, 20031-041  
alexandre.cabral@fugro-br.com.

<sup>3</sup>Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Laboratório de Oceanografia Geológica. Rua Uruguai, 458, Centro, 88302-202, Itajaí, SC, Caixa-Postal: 360  
klein@univali.br.

<sup>4</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro.  
Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21941-590, Rio de Janeiro, RJ  
dieter@ufrj.br.

<sup>5</sup>Universidade Federal do Paraná – Centro de Estudos do Mar. Av. Beira Mar s/n. Caixa Postal: 50002.  
Pontal do Paraná, PR, 8355-000  
m.noernberg@ufpr.br.

<sup>6</sup>Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico, 191, Cidade Universitária, Butanta, 05508900 - São Paulo, SP  
mgtessle@usp.br.

<sup>7</sup>Centro Universitário Monte Serrat, Instituto Oceanográfico de Santos - UNIMONTE, Rua Brás Cubas, 344, Vila Mathias, CEP: 11015-555, Santos, SP.

## ABSTRACT

Gherardi, D.F.M.; Cabral, A.P.; Klein, A.H.F.; Muehe, D.C.E.H.; Noernberg, M.A.; Tessler, M.G. & Sartor, S.M. 2008. Mapping the Sensitivity to oil spill of the Santos basin coastline, Southeast Brazil. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 12(2):11-31. ISSN 1808-7035. For the last ten years new offshore oil fields were brought into production in the Santos Basin. This has led to an increase in the processing and transportation of crude oil and its derived products, hence posing new threats to the integrity of coastal environments and human resources. The Brazilian Ministry of Environment responded by coordinating an initiative aimed at mapping the sensitivity to oil spill of the Brazilian coastline. The results for the Santos Basin are presented here, for which the appropriate technologies had to be integrated in order to cover over 1300 km of the coastal environment. A partnership between public and private sectors was established in order to achieve high-quality mapping standards by sharing data and expertise. A total of ten ETM+ Landsat images have been mosaicked and processed using spectral image techniques such as restoration and band fusion. Remote sensing and field data have been organized into a digital database following an object-oriented model devised to allow the retrieval and upgrading of spatial and tabular data. These procedures are now standard practices for mapping the sensitivity to oil spill of other marine basins in Brazil. A total of 44 maps have been produced in three different geographic scales for specific contingency planning and spill scenarios. Paraná state has 82% of its coastline occupied by mangrove vegetation, the most sensitive ecosystem. In contrast, 52% of the Rio de Janeiro coastline are composed of different types of rocky shores, from vertical impermeable substrates to thalys deposits. Rio de Janeiro also has the largest proportion of sandy substrates, with 41% of its coastline. Many other diagnostic information and quantitative analyses can be carried out by querying the available geographic database, which are necessary for any contingency planning and emergency response actions.

**Palavras-chave:** Sensibilidade ambiental ao óleo, cartas SAO, Bacia de Santos.

## INTRODUÇÃO

Diversos países vêm adotando, desde a década de 70, planos de contingência, avaliação de risco e de vigilância marinha no combate à poluição por petróleo. Inicialmente, esses planos eram baseados apenas em observações, coletas de dados *in situ*, e experimentos laboratoriais. Em 1976, foi criado um índice de sensibilidade ao impacto por óleo, através do qual os diferentes ecossistemas costeiros foram mapeados e hierarquizados em uma escala de sensibilidade relativa (Michel *et al.* 1978, NOAA, 1997; Michel, 1998). A partir da década de 90, o uso de imagens obtidas por sensores orbitais, aerotransportados e de sistemas de informações geográficas (SIG) permitiu a padronização e operacionalização da geração de mapas de sensibilidade ambiental dos ambientes costeiros à poluição por óleo (Jensen *et al.*, 1990; Jensen *et al.*, 1993; El-Raey *et al.*, 1996; IPIECA, 1996, Carvalho, 2003, Carmona *et al.*, 2006). As principais vantagens dessas ferramentas são: 1) a extração de informações sobre a morfologia costeira e a identificação dos ecossistemas costeiros a partir da análise visual e/ou digital de imagens de sensoriamento remoto. Esse aspecto é fundamental quando se trata de áreas com fisiografia complexa; 2) o armazenamento e organização dos dados em um banco de dados geográficos (BDG), que permita a rápida identificação, recuperação e atualização dos dados; e 3) a integração das imagens com dados coletados *in situ* para a geração de mapas e simulações de cenários através de ferramentas de análise espacial.

No Brasil, a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental é responsabilidade dos órgãos governamentais. No Brasil, a Lei Nº 9.966, de 28 de abril de 2000 (“Lei do Óleo”) atribuiu ao MMA (Ministério do Meio Ambiente) a responsabilidade na identificação, localização e definição dos limites das áreas ecologicamente sensíveis com relação à poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. As áreas ecologicamente sensíveis, por sua vez, são descritas no inciso IV do Art. 2º da referida Lei como “regiões de águas marítimas ou interiores, definidas por ato do Poder Público, onde a prevenção, o controle da poluição e a manutenção do equilíbrio ecológico exigem medidas especiais para a proteção e preservação do meio ambiente”.

A Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQA/MMA) preparou as Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo na zona costeira e marinha, em conjunto com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA),

responsável direto pelo controle ambiental e pelo licenciamento das atividades da indústria do petróleo, e a Agência Nacional do Petróleo (ANP), órgão regulador do setor petrolífero. Estas especificações foram elaboradas com base nas normas internacionais editadas pela Organização Marítima Internacional (IMO) e pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA/EUA), dos Estados Unidos. Houve também um processo de inclusão de habitats e feições costeiras brasileiras no sistema de classificação da costa, considerando as experiências do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CENPES) da PETROBRAS, a Marinha do Brasil, a comunidade científica e representantes da indústria do petróleo. Esse processo culminou com a validação das Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração das Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (SAO) em um workshop ocorrido no Rio de Janeiro, em dezembro de 2001, contendo o Índice de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (ISL).

Em março de 2002, as especificações foram submetidas à apreciação da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), de acordo com a legislação em vigor, a fim de que as cartas SAO pudessem ser consideradas documentos cartográficos oficiais brasileiros, de uso obrigatório no planejamento de contingência, na avaliação geral de danos e na implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo na zona costeira e nas áreas marítimas sob jurisdição nacional. Isto resultou, em 2002, na preparação de um Plano Cartográfico para o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da zona costeira e marinha, tomando como unidade cartográfica as bacias marítimas.

A experiência internacional demonstra que, além do seu uso no planejamento de contingência e na implementação de ações de resposta a derramamentos de óleo, as cartas SAO podem ser utilizadas no planejamento ambiental da zona costeira e marinha. Isso é possível devido à organização de dados referentes aos principais ambientes costeiros e às atividades humanas em uma base digital chamada de Banco de Dados Geográficos (BDG). A tecnologia incorporada no BDG permite a consulta e a atualização das informações espaciais e não-espaciais com agilidade, além da geração de produtos cartográficos para fins específicos e de produtos para a internet.

As cartas SAO auxiliam na redução e na mitigação dos impactos ambientais causados por vazamentos de óleo e orientam os esforços de contenção, limpeza e remoção do óleo, por meio da identificação da sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos, de seus recursos biológicos e das atividades socioeconômicas que caracterizam a ocupação dos espaços e do uso dos recursos costeiros

e marinhos nas áreas representadas. Elas são elementos fundamentais nas seguintes situações:

1) definição de planos de contingência: na identificação de riscos, no planejamento de prioridades de proteção, na definição de estratégias de contenção e limpeza/remoção, incluindo a escolha de locais para a guarda de equipamentos de contingência e quantificação dos recursos necessários ao combate a derramamentos;

2) operações de combate a derramamentos de óleo: nos procedimentos emergenciais para a avaliação de acidentes e seus danos; facilitando a identificação dos locais sensíveis, rotas de acesso, áreas de sacrifício e quantificação/localização de equipamentos de resposta; e

3) planejamento ambiental: na avaliação de recursos que possam estar em perigo e de conflitos de uso da zona costeira. Podem ser também fazer parte de estudos de impacto ambiental, auxiliando na definição de locais para a instalação de empreendimentos da indústria do petróleo. Mais especificamente, servem de auxílio para os instrumentos políticos e administrativos de ordenamento territorial.

O trabalho apresentado aqui mostra um diagnóstico da bacia quanto à presença de ambientes suscetíveis à contaminação por óleo e de seus recursos biológicos e socioeconômicos. Este diagnóstico baseia-se nos resultados do mapeamento do ISL e de criação do BDG para a Bacia Marítima de Santos (BMS) (Fig. 1), limitado a norte pelo município de Cabo Frio, no Rio de Janeiro, e ao sul pelo município de Laguna, em Santa Catarina.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto de mapeamento do Índice de Sensibilidade Ambiental (ISL) ao óleo da Bacia de Santos tem como foco o litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Esse é o maior trabalho de mapeamento de ISL já posto em prática no Brasil, contemplando mais de 1300 km de litoral. Isto exigiu a formação de uma rede de colaboradores com a participação de sete instituições públicas e privadas, incluindo uma de ensino e pesquisa privada de direito público e uma de prestação de serviços de capital privado especializada em oceanografia e sensoriamento remoto. Além da competência técnico-científica dos colaboradores, o projeto demanda também a participação de um grupo com infraestrutura operacional adequada para a geração dos mapas e de um banco de dados digital. Este banco de dados deve

ser montado em um ambiente computacional chamado genericamente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Por tudo isto, adotou-se um esquema de colaboração sustentado em três fundamentos: a identificação de competências locais, a articulação de colaboradores com atuação regional reconhecida, e a incorporação de um colaborador com capacidade operacional de gerar o atlas com as cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (SAO). A familiaridade dos colaboradores com aspectos complexos dos segmentos costeiros investigados tais como a presença e distribuição dos recursos biológicos, caracterização dos ecossistemas sensíveis e a natureza dos recursos socioeconômicos, garante a precisão e a acurácia do mapeamento. Conseqüentemente, os usuários dos mapas poderão utilizar informações qualificadas para orientar as tomadas de decisão durante a execução dos planos de contingência ao derramamento de óleo. Foram utilizadas 10 cenas do imageador orbital ETM+ e TM a bordo do LANDSAT, obtidas entre os anos de 2000 e 2004 produzidas pela Divisão de Geração de

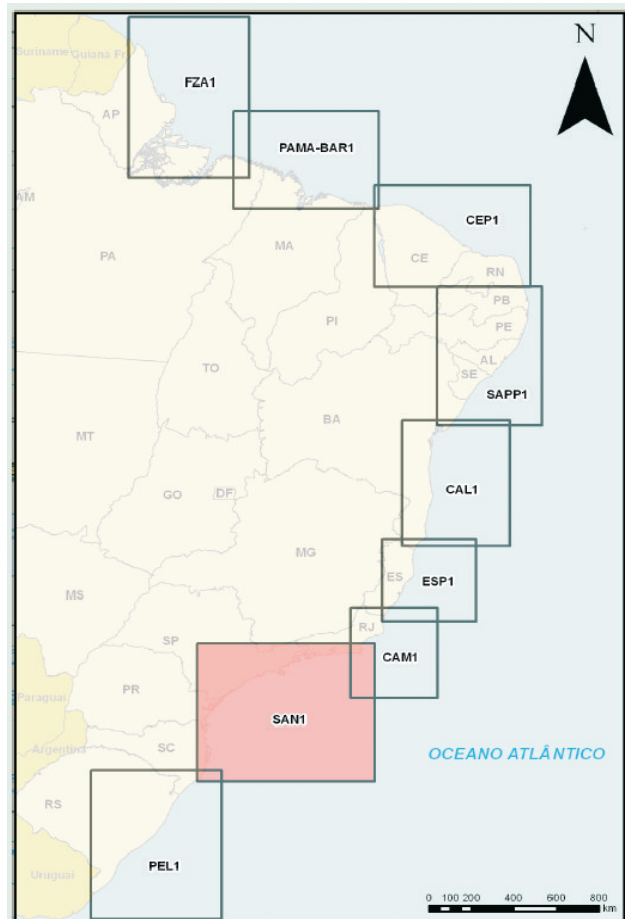


Figura 1 - Articulação das cartas estratégicas de sensibilidade ambiental ao longo do litoral brasileiro. A área mapeada pelo projeto Cartas SAO Santos é a SAN1 (polígono preenchido).

Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e depositadas na cdteca do Atendimento ao Usuário da Divisão de Sensoriamento Remoto, deste instituto. O processamento das imagens e a geração das cartas-imagem segue a metodologia desenvolvida por Carvalho (2003).

A sensibilidade da linha de costa classifica os segmentos do litoral em habitats, de acordo com suas características geomorfológicas, tipo de substrato, regime hidrodinâmico, persistência natural do óleo e condições de limpeza e remoção. Com isso é possível inferir padrões de comportamento do óleo derramado e de transporte de sedimentos. As Cartas SAO devem incluir três tipos de informações principais: sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos; recursos biológicos; e atividades socioeconômicas.

Os recursos biológicos nas cartas SAO devem representar as plantas e animais sensíveis ao óleo, com informação em nível de espécie. As informações sobre esses recursos devem incluir as áreas onde ocorrem concentrações de espécies sensíveis ao óleo, como áreas de alimentação, reprodução, nidificação, berçários, e áreas de trânsito/rota de migração. As informações sobre recursos biológicos são apresentadas por estágios específicos do ciclo de vida das espécies, considerando sua sazonalidade.

As cartas de sensibilidade também identificam os recursos socioeconômicos que possam sofrer impactos causados por derramamentos de óleo ou pelas ações de resposta. Esses recursos incluem: áreas de recreio e de lazer no litoral; áreas de pesca e maricultura; áreas sob gerenciamento especial (unidades de conservação); aquíferos (fontes e lençóis freáticos) e sítios históricos e culturais.

Os acidentes envolvendo o derramamento de óleo são classificados em três níveis, desde grandes vazamentos em áreas remotas (offshore), passando por derramamentos de porte médio a alguma distância das instalações da indústria (ao largo do litoral), até derramamentos localizados (em pontos específicos da costa). As cartas SAO atendem a todos os níveis de derramamentos de óleo, consolidados de acordo com um Plano Cartográfico que define as prioridades do mapeamento de sensibilidade (Fig. 2): cartas estratégicas (de abrangência regional/bacia marítima), cartas táticas (de escala intermediária/todo o litoral da bacia) e cartas operacionais ou de detalhe (locais de alto risco/sensibilidade).

As cartas SAO constituem documentos operacionais para o planejamento de contingência e devem ser adequados para o uso em ações de resposta a incidentes envolvendo o derramamento de óleo. Por isso, não devem ser vistas como representações completas da geomorfologia costeira, dos recursos

biológicos ou socioeconômicos de um segmento costeiro.

As cartas SAO devem ser documentos cartográficos precisos e completos e, ao mesmo tempo, compreensíveis e de fácil uso, cujos requisitos são:

- 1) apresentar informações suficientes, mantendo a clareza cartográfica;
- 2) não segmentar desnecessariamente a representação dos ambientes naturais por causa da escala. Por exemplo, uma baía ou estuário deve ser mostrado em uma única carta, sem ser dividido entre dois ou mais documentos cartográficos;
- 3) utilizar símbolos padronizados para a representação dos índices de sensibilidade do litoral, dos recursos biológicos e das atividades socioeconômicas que podem ser afetadas por derramamentos de óleo, para facilitar a sua compreensão por qualquer usuário;
- 4) incluir uma escala gráfica, qualquer que seja a escala da carta SAO, mesmo que a carta venha a ser reproduzida, expandida ou reduzida em uma fotocopiadora;
- 5) utilizar símbolos padronizados para representação dos índices de sensibilidade do litoral, dos recursos biológicos e das atividades socioeconômicas sensíveis ao óleo, de forma a permitir a sua utilização por usuários de qualquer nacionalidade;
- 6) incluir uma legenda com o significado de todos os símbolos nela empregados para representar os índices de sensibilidade do litoral, os recursos biológicos sensíveis e as atividades socioeconômicas que podem ser afetadas por um incidente de poluição por óleo;
- 7) incluir um mapa de localização, para mostrar a relação entre a subárea representada e a região em que se encontra;
- 8) apresentar dimensões adequadas, em especial as de nível operacional, para serem utilizadas com facilidade no campo, a bordo de uma viatura, embarcação ou aeronave e em condições adversas de tempo;
- 9) ser complementadas por tabelas de dados, que apresentem informações adicionais, sobre a sensibilidade do litoral ao óleo, sobre os recursos biológicos e sobre as atividades socioeconômicas, impossíveis de serem representadas de forma gráfica;
- 10) disponibilizar as cartas SAO e as tabelas de dados

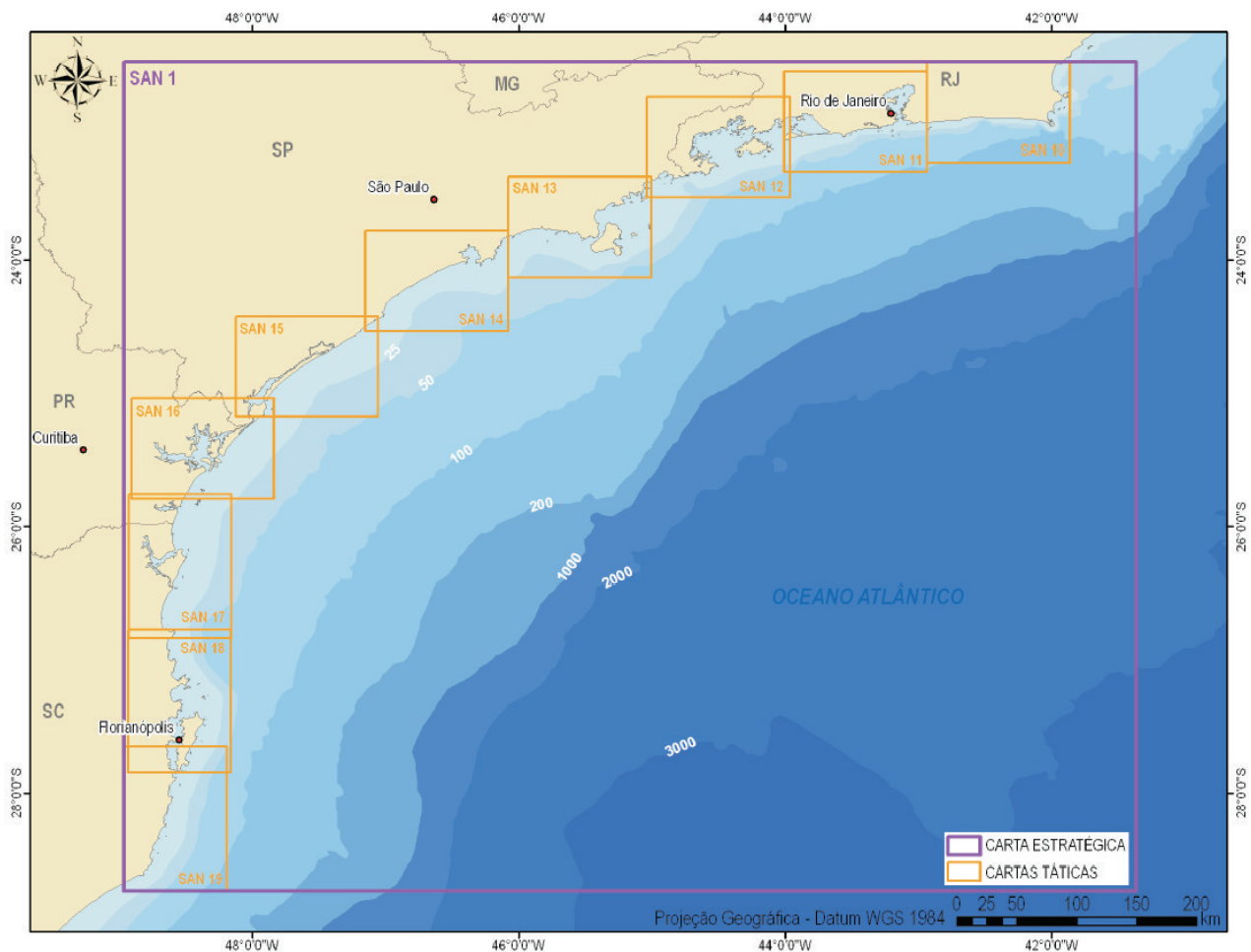


Figura 2 – Articulação das cartas táticas de sensibilidade ambiental ao longo da área de estudo na Bacia Marítima de Santos.

que as complementam em papel e em meio digital.

#### *A sensibilidade da costa*


As Cartas SAO operacionais e táticas classificam a linha de costa utilizando o índice de sensibilidade do litoral (ISL) apresentado na Tabela 1. Este índice classifica os diversos tipos de segmentos litorâneos em uma escala que varia de 1 a 10, sendo o índice tanto mais alto quanto maior a sensibilidade. A classificação da sensibilidade é baseada nos seguintes fatores: grau de exposição à energia de ondas e marés; declividade do litoral e tipo do substrato. A maioria dos habitats costeiros é representada por uma linha, podendo haver mais de um tipo de substrato em contato com a água como, por exemplo, uma praia em frente a um enrocamento. Nesse caso as cores para cada substrato são mostradas, cuja seqüência deve ser a mesma em que ocorrem os substratos no ambiente. Em áreas onde a zona intermarés é larga (tais como, planícies de maré) o habitat do estirâncio (área entre a linha de preamar e a linha de baixa-mar) é mostrado com a respectiva cor da classificação de sensibilidade. A área abrangida por

manguezais, pântanos costeiros e áreas úmidas são representados por polígonos coloridos de acordo com a classificação correspondente a esses habitats.

No caso da carta estratégica, a classificação da sensibilidade é simplificada para três níveis (baixo, médio e alto), conforme descrito na Tabela 2. Além dos índices de sensibilidade do litoral, as seguintes informações constam da carta SAO estratégica:

- Batimetria;
- Parâmetros de circulação oceânica;
- Direção predominante do transporte litorâneo;
- Indicação da amplitude de maré;
- Climatologia dos ventos em superfície;
- Contorno da linha de costa;
- Unidades de conservação costeiras e marinhas, com

Tabela 1 – Descrição dos Índices de Sensibilidade do Litoral com seus respectivos códigos de cores e tipos de substrato.

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

Fonte: MMA (2004).

os seus respectivos nomes, classificação e limites;




zona costeira;

- Principais recursos e atividades socioeconômicas que podem ser afetados por derramamentos de óleo;

- Informações relevantes para resposta a incidentes de poluição por óleo (estradas de acesso à costa, aeroportos, portos e atracadouros, rampas para embarcações, instalações militares que possam prover

- Sítios históricos e reservas indígenas localizados na

Tabela 2 – Descrição dos Índices de Sensibilidade do Litoral para a carta estratégica nos três níveis: baixo, médio e alto.

COR	ÍNDICE	CÓDIGO			TIPOS DE COSTA
		R	G	B	
	BAIXA	0	151	212	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos.</li> <li>– Falésias em rochas sedimentares, expostas.</li> <li>– Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas.</li> <li>– Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos.</li> <li>– Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc).</li> <li>– Praias dissipativas de areia média a fina, expostas.</li> <li>– Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo "long beach").</li> <li>– Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos.</li> <li>– Campos de dunas expostas.</li> <li>– Praias de areia grossa.</li> <li>– Praias intermediárias de areia fina a média, expostas.</li> <li>– Praias de areia fina a média, abrigadas.</li> </ul>
	MÉDIA	0	149	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais.</li> <li>– Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação.</li> <li>– Recifes areníticos em franja.</li> <li>– Praias de cascalho (seixos e calhaus).</li> <li>– Costa de detritos calcários.</li> <li>– Depósito de tálus.</li> <li>– Enrocamentos ("rip-rap", guias corrente, quebra-mar) expostos.</li> <li>– Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas.</li> <li>– Planície de maré arenosa exposta.</li> <li>– Terraço de baixa-mar.</li> <li>– Escarpa/encosta de rocha lisa, abrigada.</li> <li>– Escarpa/ encosta de rocha não lisa, abrigada.</li> <li>– Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados.</li> <li>– Enrocamentos ("rip-rap" e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados.</li> </ul>
	ALTA	214	0	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planície de maré arenosa/lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas.</li> <li>– Terraço de baixa-mar lamoso abrigado.</li> <li>– Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais.</li> <li>– Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas vegetadas.</li> <li>– Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado, apicum, marismas, manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)</li> </ul>

Fonte: MMA (2004).

apoio logístico às operações de combate a derramamentos de petróleo e derivados);

- Blocos de exploração de petróleo no mar e na costa, oleodutos, locais de transbordo e terminais petrolíferos.

Para a classificação da sensibilidade da costa é fundamental o entendimento das inter-relações entre os processos físicos, os tipos de substrato e a biota associada, assim como padrões previsíveis de comportamento do óleo, de transporte de sedimentos e impactos biológicos. O conhecimento das

características geomorfológicas da costa é fundamental para a determinação do tipo e densidade das comunidades biológicas presentes na área do impacto, da permanência do óleo derramado, assim como para a definição dos procedimentos de limpeza adequados.

No entanto, a geomorfologia não esgota a caracterização da sensibilidade ambiental ao óleo. É necessário considerar, ainda, os diversos usos desses ambientes, tanto pela biota terrestre e aquática, quanto pela atividade humana. Assim, a presença de recursos biológicos, em momentos diversos de seus ciclos de vida, e as atividades socioeconômicas poderão potencializar a sensibilidade de segmentos específicos do litoral.

O objetivo do mapeamento dos recursos biológicos é o de identificar as áreas de maior concentração de espécies, as fases de seus ciclos de vida e as espécies protegidas, para subsidiar o planejamento e resposta aos acidentes e na determinação das prioridades de proteção. A distribuição dos recursos biológicos é representada usando um ícone associado a um ponto, linha ou polígono, indicando a distribuição espacial de uma espécie ou grupo funcional. Para fins de mapeamento, os recursos biológicos são organizados de acordo com os seguintes grupos principais: aves, mamíferos aquáticos e terrestres, peixes, invertebrados marinhos (moluscos, crustáceos e equinodermos), répteis/anfíbios, algas e plantas marinhas submersas, recifes de corais, recifes algálicos e outros recifes orgânicos, plâncton marinho e grupos de múltiplos recursos. Os ícones representativos de recursos biológicos são, com poucas exceções, de uso padronizado no mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo. Entretanto, para possibilitar a leitura e interpretação correta das informações, sem necessidade de consulta a qualquer outro documento, cada Carta SAO deverá conter uma legenda com o código de cores e o significado de todos os ícones nela representados para indicar os recursos biológicos

As atividades socioeconômicas que caracterizam a ocupação dos espaços e o uso dos recursos costeiros e marinhos, como o turismo, a pesca, a aquicultura e o extrativismo costeiro, são frequentemente sensíveis aos impactos por derramamentos de óleo. As praias de intenso uso recreacional, marinas, áreas de proteção ambiental, sítios de mineração e sítios arqueológicos, por exemplo, são representados nas cartas de sensibilidade, sempre que localizados em áreas que possam ser afetadas por um derramamento de óleo. Os recursos socioeconômicos são agrupados da seguinte forma: áreas de intenso uso recreacional e locais de acesso à linha de costa, áreas sob gerenciamento especial, locais de cultivo e extração de recursos naturais, sítios arqueológicos, históricos e culturais.

São também incluídas informações adicionais impossíveis de serem representadas na forma gráfica:

- 1) habitats costeiros ocorrentes na bacia, com os seus respectivos ISL, descrição, fotografias ilustrativas e informações sobre o possível comportamento e persistência do óleo derramado, bem como sobre as técnicas de resposta (contenção e limpeza/remoção) recomendadas;
- 2) recursos biológicos sensíveis ao óleo existentes na bacia, com dados sobre densidade ecológica/concentração, sua sazonalidade, fases especiais do ciclo biológico e informações sobre espécies protegidas por lei, raras, ameaçadas ou em perigo de extinção;
- 3) atividades socioeconômicas com dados complementares, como os referentes ao transporte de cargas marítimas;
- 4) dados que podem facilitar o acesso às áreas impactadas, para operações de resposta a incidentes de poluição por óleo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BMS concentra a maior população humana do litoral brasileiro e esse adensamento aumenta a diversidade dos recursos socioeconômicos associados, conferindo uma alta complexidade no padrão de ocupação da região. Isso torna o trabalho de determinação dos ISLs mais difícil na medida em que as propriedades privadas, de uso residencial ou comercial, dificultam o acesso, principalmente nos canais e estuários e contribuem para o aumento da diversidade de substratos. Há também a dificuldade de representação desses diferentes substratos nas escalas de mapeamento, devido à presença de diferentes tipos de ocupação.

Observa-se na variabilidade natural da fisiografia costeira da BMS a influência do controle tectônico, do regime hidrodinâmico, do suprimento de sedimentos, do clima e das oscilações do nível do mar. Esses fatores determinam os processos morfogenéticos, a ocorrência dos ambientes costeiros, e a sensibilidade de um substrato ao óleo. Tão importante quanto o tipo de substrato para a definição do comportamento esperado do óleo é a dinâmica atmosférica regional (Carmona *et al.*, 2006). No litoral da BMS essa dinâmica é resultante de duas massas de ar, uma tropical marítima e outra polar marítima. A alternância sazonal dessas massas de ar é controlada pela interação do Anticiclone Tropical Atlântico (ATA) com o Anticiclone Polar Móvel (APM). O ATA é responsável pela geração de ventos em torno



de 5 m/s, provenientes do quadrante NE e E e o APM é associado à passagem das frentes frias e ventos provenientes de SW e SE, com velocidades acima dos 5 m/s. O clima de ondas é influenciado pela mudança na direção dos ventos causada pela passagem dessas frentes e pela incidência do marulho (swell), que possui origem remota.

Os ventos de nordeste são também responsáveis pelo fenômeno de ressurgência costeira da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) em Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC). Essas ressurgências são os principais responsáveis pelo aumento de produção primária (REVIZEE, 2006). Há também ressurgências de quebra de plataforma induzidas por vórtices ciclônicos que ocorrem ao longo de todo o ano. O padrão de variabilidade temporal da ressurgência faz com que, no período entre a primavera e o verão, a produção biológica seja maior. A penetração sazonal da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e seu aporte de nutrientes fazem da região sudeste-sul uma região de alta produtividade primária, responsável pelo sustento de um grande estoque de peixes pelágicos e demersais (Matsuura, 1995).

O ambiente marinho composto pelas províncias nerítica e oceânica não oferece substratos suscetíveis à contaminação por óleo como no caso dos ecossistemas costeiros. Porém, é uma região de exploração de recursos pesqueiros e rota de migração de aves, quelônios e mamíferos marinhos. Portanto, os impactos de um derramamento de óleo nesse ambiente estão associados, principalmente, ao contato do óleo com esses grupos de organismos e com o impedimento da atividade pesqueira.

#### *Praias arenosas, restingas, dunas e costões rochosos*

Os ambientes de praias arenosas, restingas e costões rochosos se alternam formando sub-sistemas de características próprias. A apresentação desses ambientes de praia e costão rochoso, sem respeitar os distintos compartimentos costeiros, dificultaria a compreensão de importantes diferenças entre os mesmos. Para maior clareza, a apresentação desses ambientes será feita de norte para sul, ao longo da BMS.

No litoral fluminense, merecem destaque o embaçamento cabo Búzios-cabo Frio, os compartimentos da Região dos Lagos, da baía de Guanabara, de Jacarepaguá, da baía de Sepetiba e da baía de Ilha Grande (Muehe et al. 2006). O embaçamento cabo Búzios-cabo Frio é composto pelos campos de dunas na praia do Perú, que se iniciam como barcanas e se transformam ao longo de seu deslocamento para o interior em dunas parabólicas. As praias são expostas, refletivas e intercaladas por costões rochosos cristalinos. Os arcos praias, associados a cordões litorâneos estreitos estão sob o efeito de transposição

de ondas e podem ocorrer na forma de duplos cordões paralelos. Essa associação forma uma das maiores lagunas costeiras hipersalinas permanentes do mundo, a lagoa de Araruama (Braga et al. 2004).

A lagoa de Araruama é um dos principais locais de criação do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e *F. brasiliensis* do Estado do Rio de Janeiro. Estes entram pelo Canal de Itajuru na fase de pós-larva, pela ação da maré, e permanecem lá por até 4 meses, quando retornam ao mar (PROLAGOS, 1996). Os cordões litorâneos se estendem até próximo de Niterói, assumindo uma forma linear quase contínua, interrompida pelos promontórios rochosos que separam as baixadas costeiras.

No compartimento da baía de Guanabara há uma convergência do escoamento da rede de drenagem fluvial da escarpa da serra do Mar e do reverso do maciço costeiro. A enseada do Flamengo, Botafogo, Ingá e Icaraí sofrem, esporadicamente, a ação de tempestades, enquanto que a orla a leste da ilha do Governador pode ter o berma da praia inundado pelas ondas geradas pelo vento de nordeste. A baía de Guanabara caracteriza-se, principalmente, pelo alto grau de impacto causado pela atividade industrial e densidade populacional no seu entorno.

Os cordões litorâneos também ajudam a moldar o compartimento de Jacarepaguá, composto por praias refletivas a intermediárias. Esses cordões contribuem para o represamento de água à sua retaguarda formando as lagunas de Marapendi e o sistema lagunar interligado Jacarepaguá-Camoçim-Tijuca. A partir da Barra de Guaratiba a oeste, há um recuo do embasamento formando a baía de Sepetiba, que possui uma área de 300 km<sup>2</sup>. Em seu interior predominam os costões rochosos, seguido de manguezais e trechos curtos de planícies de crista de praia associados a terraços de baixa-mar. A comunicação da baía com o mar se faz por intermédio de dois canais com profundidades entre 24 e 31m, sendo que o localizado entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum serve de acesso dos navios ao porto de Sepetiba. Na Barra de Guaratiba e à sua retaguarda desenvolve-se um manguezal, que faz parte da reserva biológica e arqueológica de Guaratiba. Na restinga da Marambaia há uma tendência erosiva na porção central do flanco lagunar, com evidências de transposição de ondas. Embora a orla continental da baía seja protegida da ação das ondas do oceano, aquelas geradas no interior são capazes de transportar sedimentos.

O último compartimento do estado do Rio de Janeiro, antes da divisa com o estado de São Paulo, é a baía de Ilha Grande. Ela tem sua energia hidrodinâmica influenciada pela presença da Ilha Grande e apresenta dois embaçamentos distintos, a oeste e a leste. As ondas de sul a sudeste são as mais freqüentes

e as que mais penetram nos embaiamentos. De Mangaratiba até o saco da Barraquina (na baía do Ribeiro) o tipo de substrato predominante é de costão rochoso intercalado com algumas praias arenosas, principalmente em Angra dos Reis. Entre Angra dos Reis e Parati ocorrem costões rochosos cristalinos com algumas plataformas de abrasão e as praias próximas ao limite com São Paulo apresentam forte tendência de erosão. As praias localizadas no bordo oceânico da Ilha Grande estão expostas às ondas de tempestade, que pode intensificar a erosão de seus sedimentos.

O litoral de São Paulo é também classificado em compartimentos (Tessler *et al.*, 2006) e apresenta 426,7 km de costa arenosa formada por um total de 292 praias. A maior extensão está localizada na Baixada Santista, com 160,9 km e 82 praias. Em seguida, tem-se o litoral sul, com 137,4 km constituído de 26 praias, e, o litoral norte com 128,4 km referentes a 184 praias. O sistema de praias do litoral de São Paulo pode ser classificado em três categorias, conforme a predominância da fração granulométrica, ou seja: praias de areia fina, praias de areia média e praias de areia grossa. As praias de areia fina e de areia média são as predominantes no litoral do estado de São Paulo. De maneira geral, as praias de areia fina possuem perfis de pente muito suave (<5°) a plano, com uma larga extensão da zona de surfe que permite a gradual dissipação da energia das ondas incidentes. Com comportamento similar, as praias de areia muito fina a fina também foram incluídas nesta categoria. Exemplos destes ambientes são as praias da avenida Beira Mar (Caraguatatuba), Monguagá (Baixada Santista), Dura (Ubatuba), Una (Juréia) e Fazenda (Picinguaba). As praias do litoral sul e da baixada santista também pertencem, predominantemente, a esta categoria.

As praias com predominância de areia média possuem perfis com declividade moderada, variando consideravelmente de local para local, podendo ser suaves ou mesmo atingir valores acima de 10°, junto à zona de espraiamento. São ditas praias de caráter intermediário, podendo ter uma tendência refletiva ou dissipativa conforme sua morfodinâmica praial (Wright e Short, 1984). No geral, as praias de areia média são moderadamente selecionadas devido à contribuição de frações de areia fina. Pertencem a esta categoria as praias da Cocanha e da Mococa em Caraguatatuba, Caçandoca, Itaguá e Toninhas, em Ubatuba, Branca, Pinheiros e Iporanga, em Bertioga, e algumas praias do setor sul de São Sebastião.

O compartimento Tabatinga-Picinguaba apresenta um grande número de ilhas, sendo bastante recortado com uma drenagem limitada. As praias apresentam-se recuadas em baías e enseadas com características morfodinâmicas e sedimentológicas diversas. Por isso, são menos sujeitas à deriva litorânea

e o transporte de grãos predominante é perpendicular à costa, como a praias de Itamambuca, Fazenda e Puruba.

O compartimento Toque-Toque - Tabatinga inclui as praias continentais e insulares de areia grossa a fina do canal de São Sebastião, as praias expostas da ilha homônima, as praias da planície costeira de Caraguatatuba, Massaguaçu e Tabatinga. A praia de Caraguatatuba é intermediária com baixa energia hidrodinâmica e grãos de tamanho areia muito fina. Em Massaguaçu a drenagem fluvial pode ser obstruída por areia grossa a muito grossa depositada pela ação das ondas.

Mais ao sul ocorre o compartimento limitado entre Toque-Toque e Bertioga onde praias menores ocorrem próximo a São Sebastião, tornando-se maiores em direção a Bertioga. As praias entre Barra do Una e Bertioga são dissipativas a intermediárias com predominância de areia fina. O segmento costeiro entre o extremo norte até a ilha de Guarujá (litoral norte) concentra a maior parte dos 16,23 % de costões rochosos do litoral paulista, concentrados nos municípios de Ubatuba e ilha Bela. Para o planejamento de contingência é importante ressaltar que uma grande parte dos costões ocorrem em ilhas, principalmente ilha Bela que possui um perímetro de 145,22 km. A zonation típica de organismos do supra-litoral para o infra-litoral *Littorinal/Chthamalus - Brachidontes - Crassostrea/Tetraclita*/algas (CETESB, 1998).

O segmento costeiro com maior complexidade do litoral paulista localiza-se entre Bertioga e Santos e apresenta as ilhas de São Vicente e Santo Amaro, separadas do continente por canais de maré. No canal da Bertioga, os costões rochosos abrigados da energia de ondas ocorrem em pequenas proporções e sempre intercalados pelos sistemas de manguezais e por margens vegetadas. Em geral, são pequenos afloramentos bastante alterados das rochas da ilha de Santo Amaro ou são depósitos de blocos de rochas, oriundos das encostas dos morros, que se acumulam em suas bases, dando origem a enrocamentos. As praias da ilha de São Vicente são dissipativas, planas e compostas de areia fina a muito fina, ocorrendo deposição nas praias entre a Ilha Porchat e a desembocadura do canal de São Vicente. Na ilha de Santo Amaro ocorrem praias de bolso que variam com relação à exposição ao trem de ondas.

Entre a praia Grande e a ilha do Cardoso, na divisa com o Paraná, as praias estão associadas às planícies costeiras de Itanhaém-praia Grande e de Cananéia-Iguape. As duas planícies apresentam sistemas de canais e rios que se comunicam com o mar por diversas desembocaduras. Na serra do Itatins e no morro de Garaú, localizados na porção mediana desse segmento costeiro, ocorrem os costões rochosos, e no extremo sul os costões ocorrem na ilha

do Cardoso. Há dominância, no setor, de praias dissipativas extensas, planas e retilíneas, compostas por areia fina a muito fina. Em geral, as praias são estáveis em sua dinâmica sedimentar, com exceção da foz dos rios Peruíbe, Itanhaém, rio Una do Prelado e próximo às obras de engenharia como o molhe da foz do rio Mongaguá.

No Paraná as praias dominam o litoral e são compostas por areia fina a média e interrompidas por alguns pontais rochosos e desembocaduras de baías (Angulo et al., 2006). Um esporão arenoso separa o mar de Ararapira do oceano e migra em direção a sudoeste. A praia Deserta apresenta tendência de variação inferior a 10 m e a ponta sul da Ilha das Peças tem experimentado um recuo da costa nos últimos 40 anos. A desembocadura da baía de Paranaguá apresenta uma dinâmica sedimentar complexa com recuos e progradações da linha de costa da ordem de centenas de metros, o mesmo ocorrendo com a ilha do Mel, apenas uma ordem de grandeza a menos. O fenômeno de progradação e recuo, de 300 m e 200 m, respectivamente, foram também observado em Pontal do Sul. Mais ao sul, ocorre alternância de processos construtivos de baixa intensidade na primavera e verão e processos erosivos durante o inverno e outono.

O arco praias entre Pontal do Sul e ponta de Matinhos tem característica intermediária a dissipativa com baixa declividade e formação de bermas e barras. Entre a ponta de Matinhos e de Caiobá há a presença de enrocamentos perpendiculares à praia e no Balneário de Flamingo ocorre enrocamento paralelo à praia. A desembocadura da baía de Guaratuba é limitada por dois pontais rochosos e apresenta a formação de barras em pontal que delimitam o canal e barras frontais. A praia de Brejatuba, no limite com Santa Catarina, é intermediária a dissipativa e apresenta sedimento de areia média na porção norte e fina na porção sul.

As praias arenosas oceânicas de Santa Catarina tornam-se mais extensas, do tipo dissipativas, em direção ao sul do estado, onde ocorrem associadas a sistemas de dunas bem desenvolvidas (Klein et al., 2006). Próximo a São Francisco do Sul predominam as praias de areia grossa com trechos localizados compostos por areia média a fina, como Itapoá e praia Grande na ilha de São Francisco. A partir daí, em direção ao sul, as praias de areia grossa se intercalam com praias dissipativas de areia média a fina, sendo que ao sul da ilha de Santa Catarina, estas últimas predominam. Extensões curtas de costões rochosos ocorrem com mais frequência da região de Porto Belo (litoral central de Santa Catarina) para o sul, incluindo muitos segmentos contendo depósitos de tálus ao longo de todo o litoral do estado.

As praias do setor ocidental da ilha de Santa Catarina apresentam a predominância de areia grossa,

contrastando com o setor oriental onde as praias variam mais em termos de tamanho de grão. Na costa norte da ilha predominam os cordões litorâneos, os esporões arenosos e suas praias são de areia fina com declividade média de 5°. O setor nordeste possui praias de areia média a fina com promontórios rochosos, em direção ao sul as praias passam a apresentar areia grossa com declividade média de 7° até areia fina no extremo sul. As praias dos setores sudoeste e noroeste são curtas, compostas por areia grossa com declividade média de 8° intercaladas por maciços cristalinos que chegam até a costa.

#### *Manguezais e marismas*

As espécies arbóreas de manguezal do Rio de Janeiro são dominadas por *R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa* e formam bosques no fundo da baía de Guanabara, de Sepetiba e em Parati. A degradação ambiental da baía de Guanabara causou a perda de 60% de sua cobertura original, totalizando 180 km<sup>2</sup> (Amador, 1997). Apesar disso, é lá onde se encontra o maior remanescente de manguezal do Rio de Janeiro, protegido na Área de Proteção Ambiental de Guapimirim que inclui os municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo. A reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba preserva o manguezal da baía de Sepetiba que também sofre com a expansão urbana do município do Rio de Janeiro.

Em São Paulo, as áreas de manguezal se concentram na porção central e sul devido ao recuo do embasamento cristalino, que permite o desenvolvimento de canais e estuários. As espécies de mangue que predominam são a *A. schaueriana*, a *L. racemosa* e a *R. mangle*. No litoral norte as concentrações mais expressivas ocorrem em Ubatuba, Caraguatatuba e São Sebastião. Na região central do estado, as maiores concentrações ocorrem na área de São Vicente, estuário de Santos e no canal de Bertiooga. Neste último, o manguezal se encontra em bom estado de conservação e os bosques alcançam as maiores alturas (até 13 m), distribuindo-se ao longo de 25 km de extensão. A região de Cananéia possui a maior concentração de manguezal do sul do estado, seguida por Iguape e Ilha Comprida. O limitado desenvolvimento urbano e industrial da região sul, comparado com o restante do litoral paulista, contribuiu para que esta apresentasse os manguezais mais preservados do estado (CETESB, 1998).

No Paraná, a distribuição das espécies arbóreas de mangue é muito variável de bosque para bosque e padrões de zonação são raramente evidentes. Quando isto acontece, *R. mangle* costuma dominar as áreas frontais dos bosques, próximo à desembocadura de rios ou gamboas. *L. racemosa* possui características mais oportunistas (Martin, 1992), ocupando baixios recém-

formados ou áreas de maior energia hidrodinâmica, principalmente nos setores próximos da entrada da baía de Paranaguá. A espécie *A. schaueriana* tende a ser mais comum em manguezais de bacia, mais internos e menos sujeitos à inundação pelas marés. De uma maneira geral, manguezais mais antigos, encontrados a montante das gamboas, principalmente no setor mediano da baía, tendem a ser dominados por *A. schaueriana*.

Os manguezais de baixios formados nas últimas décadas tendem a ser formados pelas três espécies de árvores, com predominância de *Rhizophora* e *Laguncularia*. Os manguezais locais podem ser monoespecíficos, caso das áreas euhalinas de alta energia das baías, onde se desenvolvem sobre substrato arenoso e são basicamente compostos de *L. racemosa*. Podem também ser pluriespecíficos, em áreas mais internas, com maior aporte de água doce e sedimentos lamoso-lodosos, onde as três espécies podem ser co-dominantes. As espécies de árvores presentes nos manguezais do Paraná apresentam picos de frutifica o, com pequenas varia es, de março a outubro. No entanto,   possível encontrar propágulos viáveis das espécies de *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* durante todo o ano.

Dentre as forma es de manguezal registradas para o estado de Santa Catarina, destaca-se aquela presente no complexo estuarino da Baía de Babitonga, que ocupa uma área de aproximadamente 60 km<sup>2</sup>, representando aproximadamente 75% dos manguezais do estado. Na Ilha de Santa Catarina são encontrados manguezais no rio Tavares (aproximadamente 8 km<sup>2</sup>), do Itacorubi e de Ratonos. Outra  rea importante de manguezal   o complexo lagunar do município de Laguna, o qual   o limite sul da distribui o de manguezais no Brasil. Embora as marismas sejam predominantes, também ocorrem extensas áreas de manguezal nas regiões mais internas, mais protegidas contra os ventos frios.

As principais espécies arbóreas dos manguezais de Santa Catarina são a *R. mangle*, a *A. schaueriana* e a *L. racemosa*. Ocorrem também as gramíneas *Spartina alterniflora* e *S. densiflora*, a samambaia-do-mangue *Acrostichum aureum* e o algodoeiro da praia *Hibiscus pernambucensis*, além de diversas espécies de macroalgas. Espécies bent nicas, como o caranguejo-u   (*Ucides cordatus*), o berbigão (*Anomalocardia brasiliana*), o sururu (*Mytella falcata*) e a ostra (*Cassostrea rhizophorae*) são comumente coletadas por pescadores locais para subsistência e comercializa o. Da mesma forma, camarões (*Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis*, *Litopenaeus schimidti*) e diversas espécies de peixes (*Paralichthys* spp., *Mugil* spp., *Centropomus* sp.)

constituem importantes recursos pesqueiros desse ecossistema no estado.

Os manguezais de Santa Catarina são também utilizados por vertebrados como gambás (*Didelphis* spp.), lontras (*Lutra longicaudis*), mão-pelada (*Procyon* sp.) e o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman longirostris*), este constando na lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extin o. Estes bosques constituem também importantes locais de alimenta o e descanso para diversas espécies de aves como garças (*Egretta* spp., *Casmerodius albus*), soc s (*Ardea cocoi*), saracuras (*Rallus* sp., *Aramides* spp.), bigu s (*Phalacrocorax* sp.) e *martins-pescadores* (*Chloroceryle* spp.).

As marismas são áreas costeiras abrigadas formadas por depósitos marinhos, aluviais ou turfeiras, regular ou irregularmente inundadas por águas salinas ou salobras e colonizadas por plantas vasculares herbáceas, tipicamente halófitas. Seu grau de desenvolvimento depende da topografia local, da amplitude das marés, dos níveis de energia hidrodinâmica e do aporte de água doce. São as forma es dominantes nas zonas intermar s de regiões temperadas, sendo substituídas por manguezais em áreas tropicais e subtropicais. Em geral, esta substitui o ocorre nas regiões em que as temperaturas m dias do mês mais frio e quente excedem, respectivamente, 10 C e 15,5 C.

As marismas ocorrem como associa es mono-específicas ou de baixa diversidade, com predomínio de *Spartina alterniflora*, sob a forma de faixas estreitas e descontínuas, geralmente na margem frontal de manguezais. Em Santa Catarina, *S. alterniflora* encontra-se associada com *S. densiflora*, espécie com características distintamente xerom rficas, mais altas, densas e persistentes e lâminas foliares estreitas. Nestes casos, *S. densiflora* ocorre em níveis superiores das marismas, estando mais sujeita   eventual competi o com as árvores do manguezal. O avanço da cobertura de *Spartina* em dire o aos manguezais está geralmente relacionado com processos erosivos ou com o desmatamento do bosque. Em particular, do norte do estado até o município de Laguna, as temperaturas mais elevadas favorecem o crescimento do manguezal e a *S. alterniflora* costuma funcionar como pioneira na sucessão ecológica. Nesse caso, o ecossistema de marisma raramente ocupa áreas muito extensas. Em Laguna, onde as temperaturas são mais baixas, os manguezais ocorrem apenas nas áreas mais abrigadas do complexo lagunar e a vegeta o predominante nos planos de maré   a de marismas. Ao sul do município de Laguna, as regiões de intermar s lamosas são ocupadas exclusivamente pelas marismas.

Nas áreas de menor frequência de alagamento, que apresentam menor nível de estresse, também ocorrem outras gramíneas (*Spartina densiflora*, *Paspalum* spp.), ciperáceas (*Scirpus* spp., *Cyperus* spp., *Eleocharis* spp.), juncáceas (*Juncus* spp.) e algumas espécies arbóreas, como a capororoca (*Myrsine* sp., *Rapanea* sp.). Algumas das espécies observadas na transição do manguezal para as terras secas, como a samambaia-do-mangue (*Acrostichum aureum*) e o algodoeiro da praia (*Hibiscus pernambucensis*) também ocorrem nas marismas.

#### Planície de maré abrigada

As planícies de maré são feições deposicionais estuarinas, típicas de áreas abrigadas, não sujeitas à ação de ondas e caracterizadas pelo desenvolvimento de frações mais finas de sedimento, em contraposição às áreas de canais. Estas características influenciam fortemente as associações biológicas que ali se instalam. É possível reconhecer pelo menos seis associações vegetais distintas que se desenvolvem nas planícies de maré:

- 1) manguezais;
- 2) manguezais de características transicionais com a samambaia *Acrostichum aureum* e *Hibiscus tiliaceus*, geralmente em locais com baixa salinidade;
- 3) marismas formadas por bancos monoespecíficos de *Spartina alterniflora*;
- 4) brejos de maré que substituem as marismas e os manguezais em áreas oligohalinas, colonizados por *Typha domingensis*, *Scirpus californicus* e *Crinum salsum*;
- 5) pântanos de maré, formação de porte arbóreo não identificada, periodicamente inundada, que se desenvolve a retaguarda dos brejos de maré;
- 6) zona de *Cladium*, formação transicional entre os manguezais e a floresta litorânea, caracterizada por elementos do manguezal, pelo mangue-de-botão *Conocarpus erecta* e por elementos da vegetação de dunas.

A estas formações devem ser adicionados os baixios arenosos e areno-argilosos não vegetados, que constituem uma das feições mais conspícuas das regiões estuarinas paranaenses. Apesar do nome que recebem convencionalmente, estes baixios podem ser recobertos por bancos de macroalgas como *Acanthophora spicifera* ou filmes algais de diatomáceas.

#### Bancos de algas calcárias

A ocorrência de bancos rasos de algas calcárias na BMS está limitada à costa catarinense, em especial na Reserva Biológica Marinha (REBIO) do Arvoredo. O banco localiza-se no bordo oeste da ilha do Arvoredo e é composto por rodolitos que se desenvolvem sobre um fundo arenoso a profundidades que variam de 7 a 20 m, ocupando uma área de aproximadamente 100.000 m<sup>2</sup>. A taxa de produção de carbonato de cálcio varia de 55 a 136,3 g/m<sup>2</sup>/ano e encontra-se dentro da faixa observada para outros ambientes temperados no mundo (Gherardi, 2004). Esses bancos representam o limite sul de distribuição desse ecossistema no Brasil e são formados predominantemente pelas algas calcárias *Lithophyllum stictaeforme*, *Mesophyllum erubescens*, *Lithothamnion superpositum*, *L. margaritae* e *Hydrolithon* sp.

A alta heterogeneidade estrutural dos rodolitos proporciona grande quantidade de microhábitats, responsável pela manutenção de uma grande diversidade de invertebrados associados. Dentre os 168 taxa de invertebrados identificados no banco em questão, os grupos que apresentaram maior diversidade foram os poliquetos, crustáceos e moluscos.

Cabe ainda destacar a presença de inúmeros bancos submersos de *Sargassum* spp. associados a substratos consolidados ao longo da costa catarinense. Esses bancos são responsáveis por sustentar complexas cadeias alimentares em decorrência da elevada geração de biomassa vegetal, não apenas por *Sargassum*, mas também pelas diversas algas associadas.

A construção de um banco digital de dados geográficos permite a organização e a consulta de dados espaciais importantes para a tomada de decisão, como aqueles descritos nas seções acima. As operações de consulta, em contrapartida, ferramentas importantes para o diagnóstico da variabilidade de hábitats em um determinado segmento do litoral. No caso do BDG elaborado para a BMS, é possível caracterizar a distribuição dos tipos de litoral de forma automática, para cada estado.

No caso do tipo de litoral mais sensível ao óleo, o estado do Paraná tem mais de 82% do seu litoral composto por manguezal, embora possua a menor extensão de litoral da BMS. Em contrapartida, pouco mais de 56% do litoral de Santa Catarina possui algum tipo de vegetação, sendo apenas 5% deste composto por manguezal. Outro aspecto importante para o planejamento das ações de resposta emergencial é a ocorrência de costão rochoso exposto (incluindo depósito de tálus) em 52% do litoral do Rio de Janeiro, contra 17% no litoral de São Paulo, 16% em Santa Catarina e menos de 4% no Paraná. O Rio de Janeiro é também o estado com a maior porcentagem de

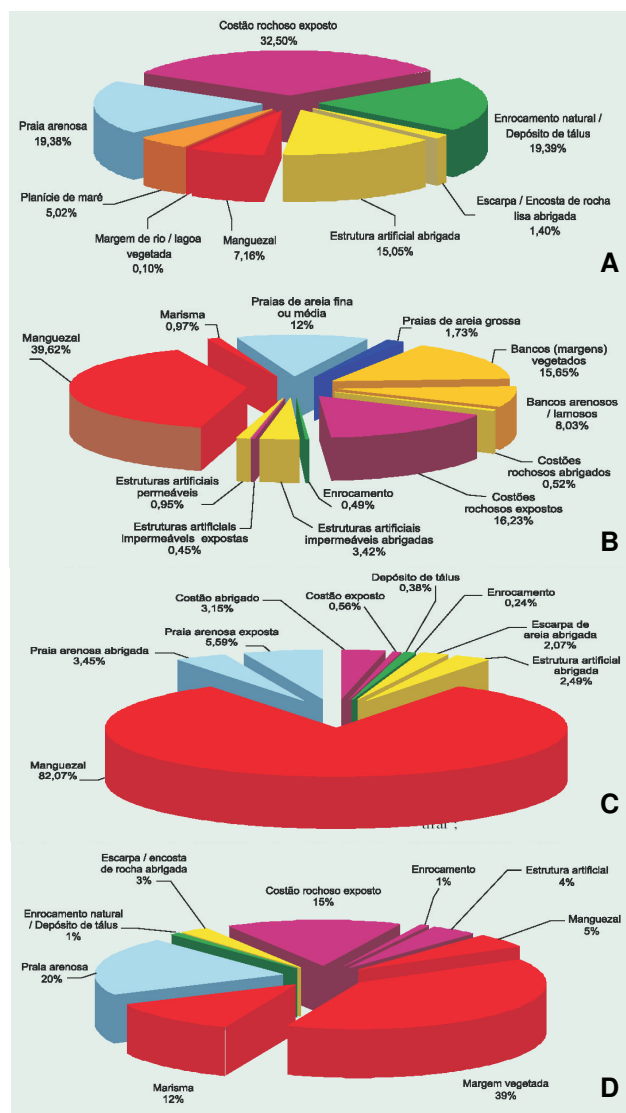


Figura 3 – Tipos de substratos mapeados e seus respectivos percentuais de frequência, ao longo da BMS: (a) Rio de Janeiro; (b) São Paulo; (c) Paraná; (d) Santa Catarina. As cores representam os ISLs.

substrato arenoso com mais de 41% do seu litoral, seguido de Santa Catarina com 20%, São Paulo com 14% e Paraná com 4% (Fig. 3). Diagnósticos deste tipo permitem inferir sobre o grau de complexidade das operações de combate ao derramamento de óleo, permitindo a definição dos equipamentos de proteção e de limpeza prioritários a serem empregados, a organização e treinamento das equipes de resposta.

### Cartas SAO da BMS

A BMS contém todo o espectro possível de ISL, conforme ilustrado na Tabela 1 e a apresentação de exemplos de todos os ambientes contemplados seria incompatível com o espaço disponível nesta publicação. As cartas SAO da BMS atendem a todos os níveis de

incidentes de poluição por óleo e oferecem uma visão integrada do ambiente costeiro que permite, aos responsáveis pela resposta emergencial ao derramamento, o diagnóstico rápido e objetivo dos riscos e das opções de ação. A Carta Estratégica para a BMS (Fig. 4) foi construída na escala de 1:850.000 e é adequada para acidentes de grande porte que extrapolam a capacidade da empresa responsável pelo acidente de responder imediatamente. O acidente pode ocorrer tanto próximo às instalações quanto muito distante e pode mobilizar recursos locais, nacionais e internacionais.

As cartas SAO táticas estão, em geral, associadas a vazamentos de porte médio que podem causar impactos além dos limites das instalações de origem do óleo derramado, envolvendo recursos de terceiros. O óleo tem origem em acidentes com embarcações em portos, baías/estuários, na costa e em oleodutos. Essas cartas devem ser construídas em uma escala intermediária, entre a pequena escala da carta estratégica e as escalas maiores das cartas SAO operacionais, cobrindo todo o litoral das bacias mapeadas. As dez cartas táticas de sensibilidade ambiental ao óleo para a BMS foram construídas na escala de 1:150.000, de acordo com a articulação ilustrada na Figura 5. As cartas táticas contemplam a classificação detalhada dos índices de sensibilidade do litoral (ISL), conforme apresentado na Tabela 1.

As cartas SAO operacionais (Figuras 6 e 7) destinam-se ao planejamento de contingência em nível local e a orientar a implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo em pontos específicos da costa. Referem-se, portanto, a derramamentos localizados, devendo ser elaboradas em escalas grandes, representando com o detalhe necessário os locais de alto risco e/ou sensibilidade existentes na área mapeada. Na BMS foram preparadas cartas SAO operacionais para a baía de Guanabara (RJ), baía de Sepetiba (RJ), a região de Ilha Grande (RJ), Baixada Santista (SP), baía de Paranaguá (PR), baía de São Francisco (SC) e a região do porto de Itajaí (SC).

As 33 cartas SAO operacionais para a BMS foram construídas na escala de 1:50.000 e apresentam a classificação detalhada dos índices de sensibilidade do litoral (ISL), conforme apresentada na Tabela 1.

## CONCLUSÕES

Pela primeira vez, o Estado Brasileiro poderá contar com informações críticas para a resposta emergencial ao derramamento de óleo na BMS, organizadas em uma plataforma digital onde as relações espaciais estão preservadas. Isto significa que é possível obter estatísticas de ocorrência por região ou por

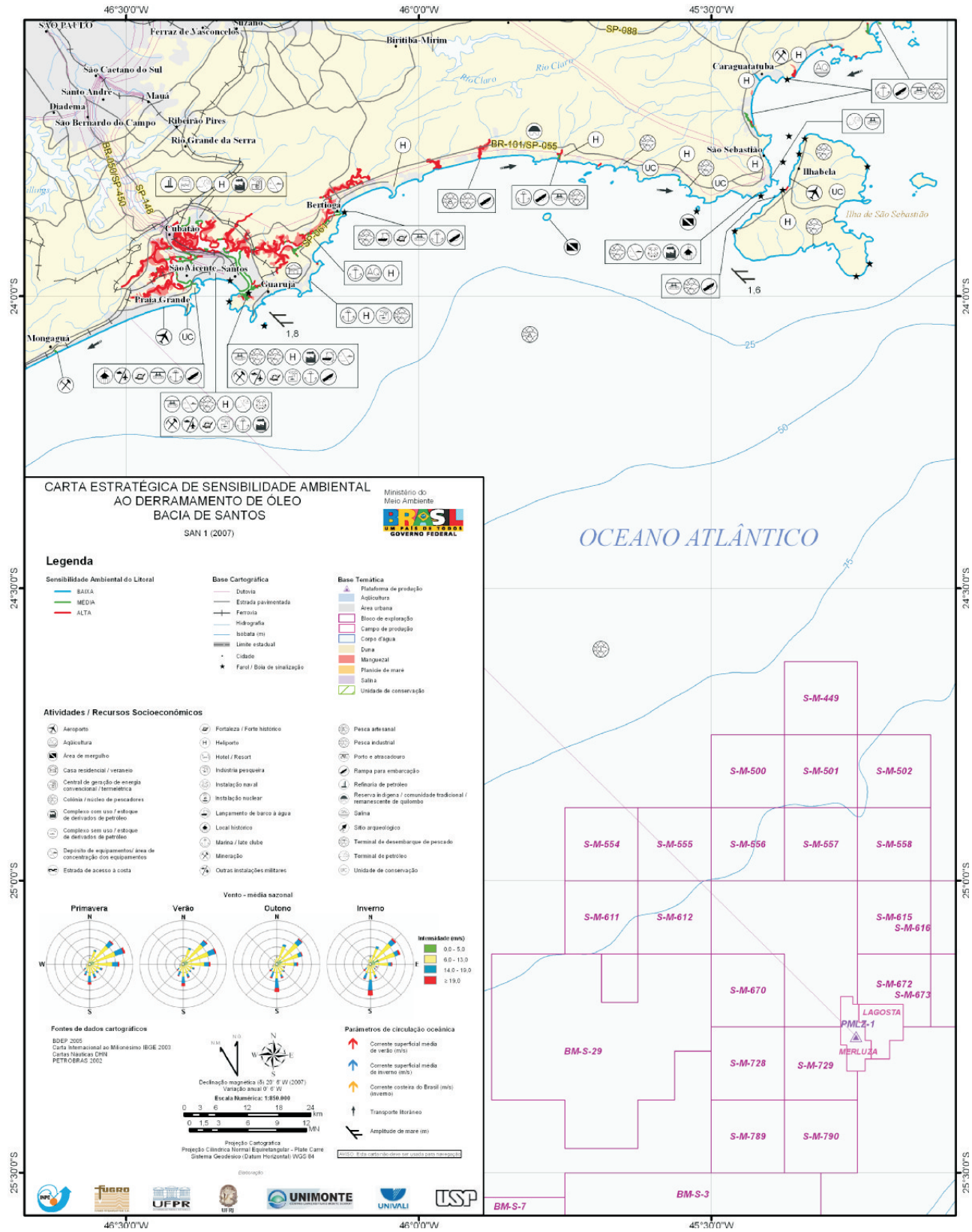


Figura 4 – Detalhe da carta SAO estratégica da BMS com centro entre Ilha Bela e Santos, no litoral de São Paulo.

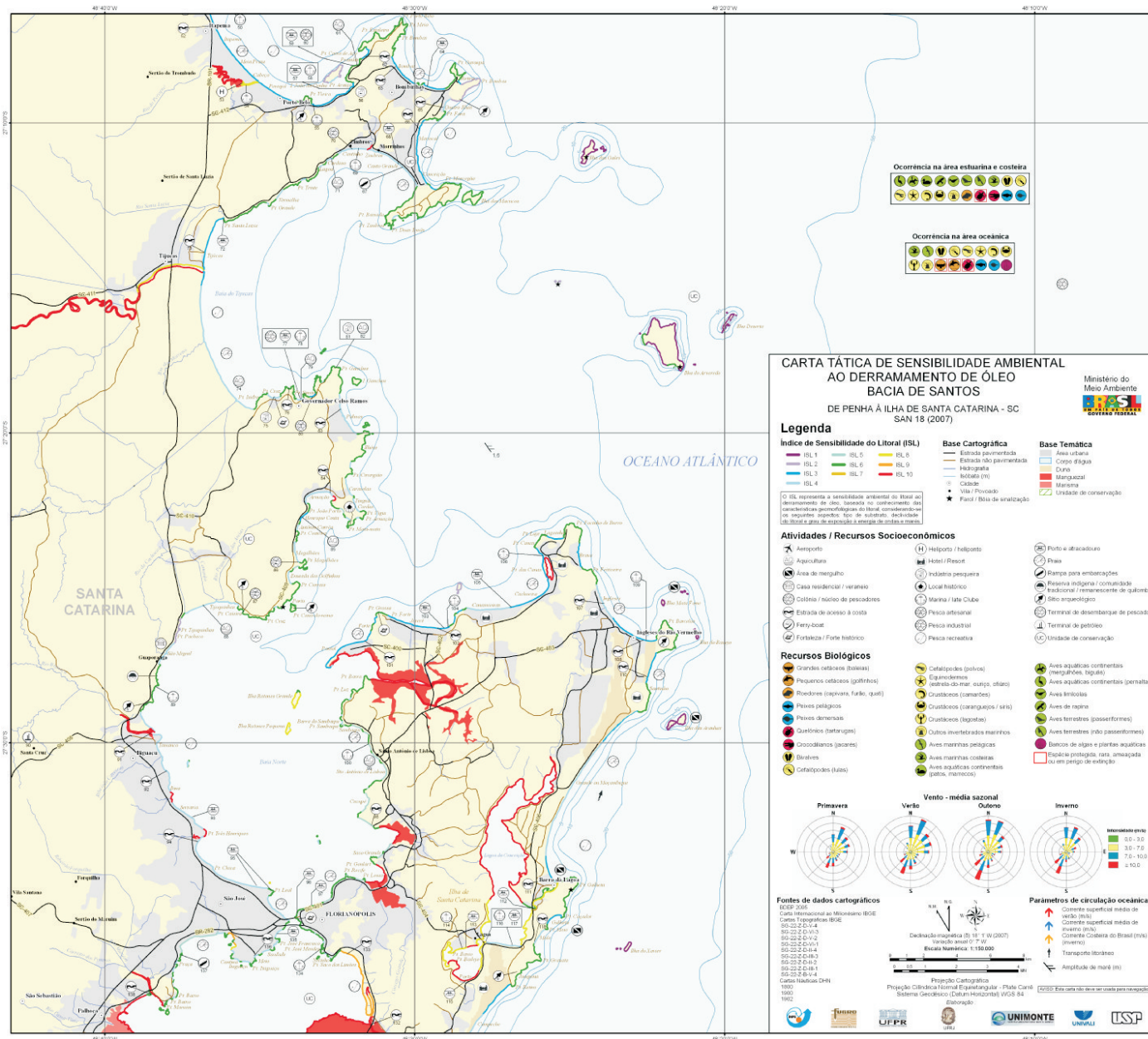


Figura 5 – Detalhe da carta SAO tática (SAN 18) da BMS, com centro na porção norte da Ilha de Santa Catarina.



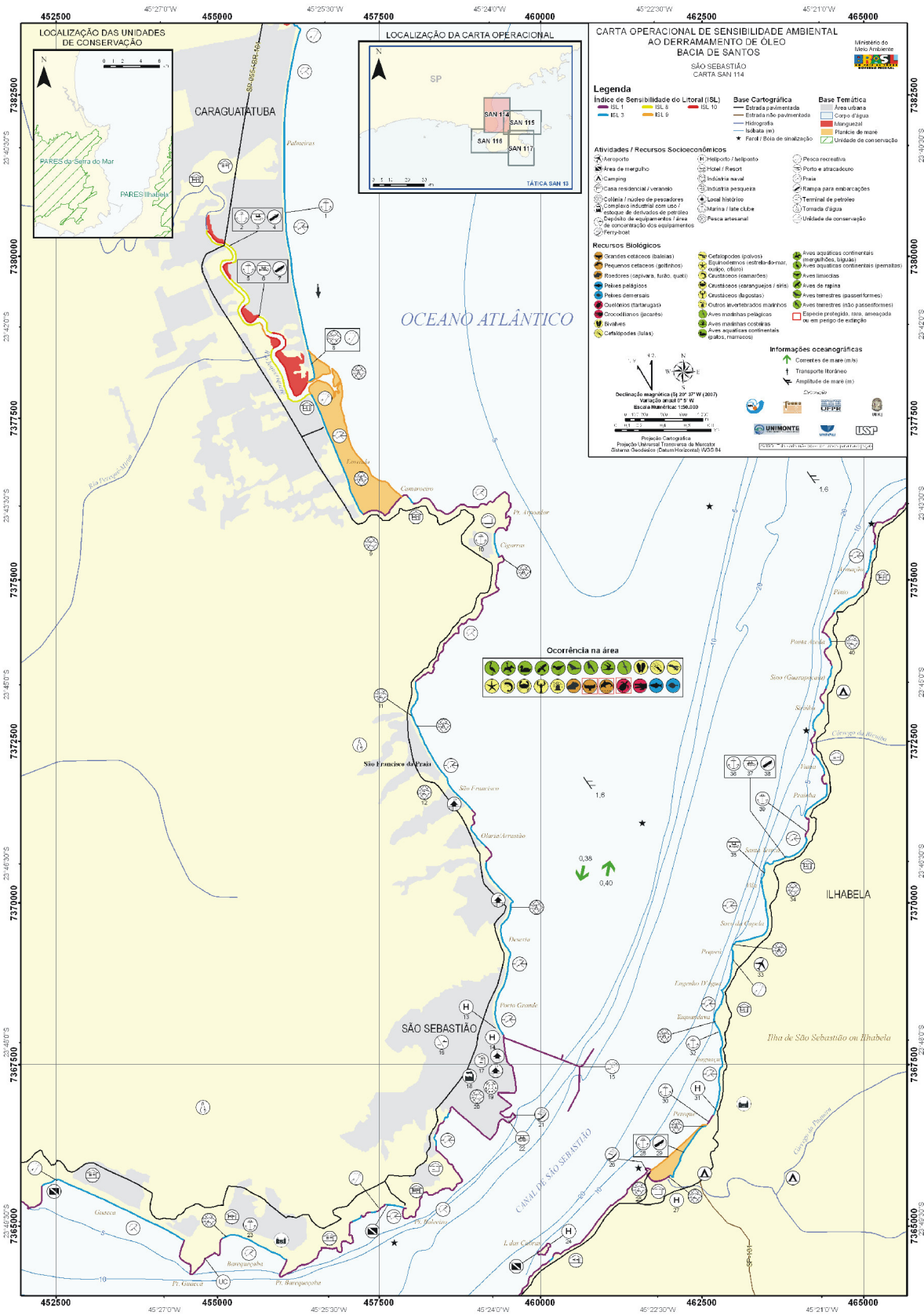
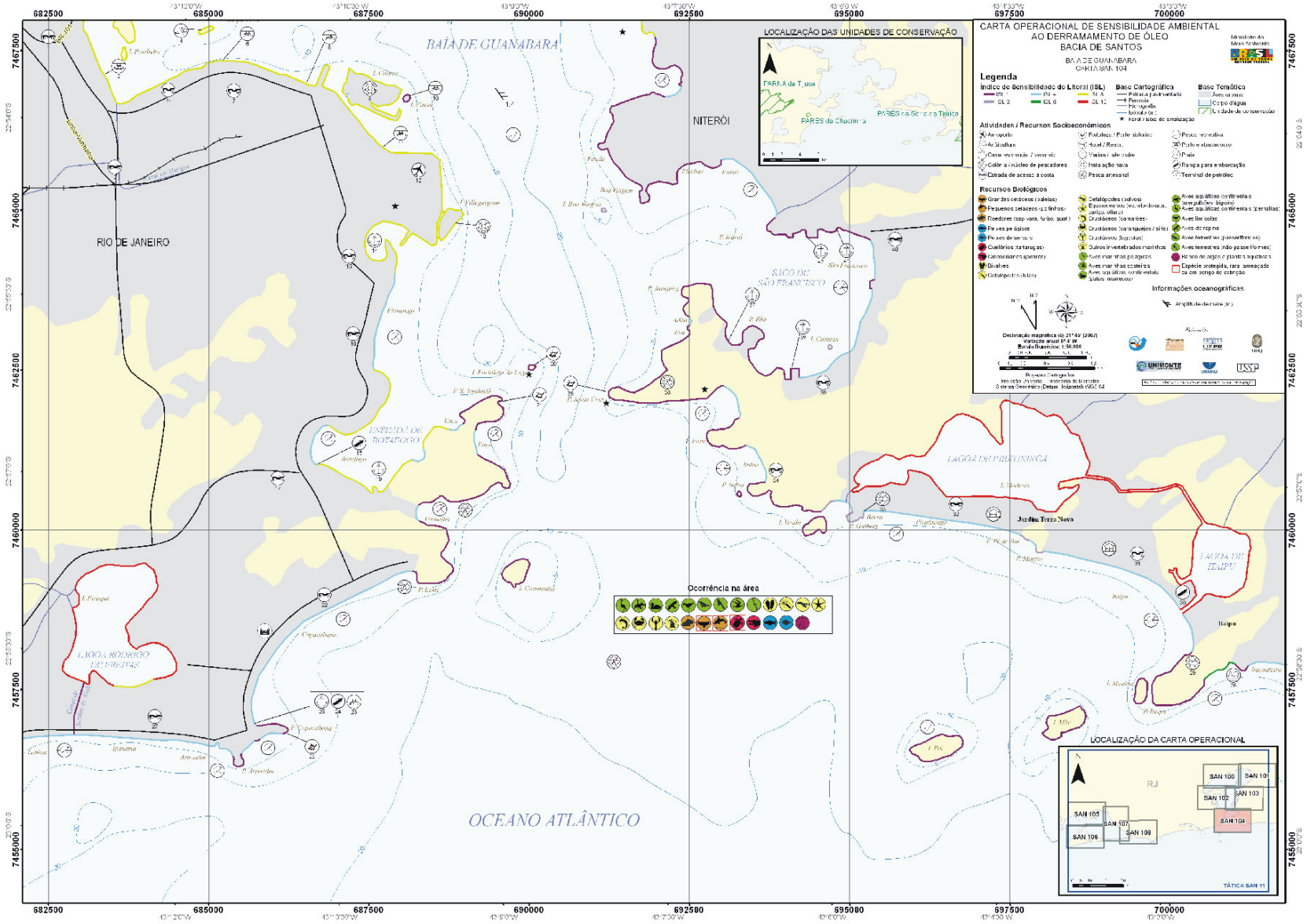


Figura 6 – Exemplo de carta SAO operacional na escala 1:50.000, na área do canal de São Sebastião, no litoral de São Paulo.



Gherardi et al.: Cartas SAO Santos.

Figura 7 – Exemplo de carta SAO operacional na escala 1:50.000, na área da entrada da Baía da Guanabara e adjacências, no litoral do Rio de Janeiro.

qualquer outro atributo relevante como tipos de habitats, acessibilidade ou ocorrência de recursos biológicos e socioeconômicos. Além disso, é possível produzir cartas SAO personalizadas na quantidade que se fizer necessária, inclusive aquelas estipuladas pelo padrão cartográfico. Os investimentos feitos em recursos financeiros e humanos estão preservados em um produto que pode ser atualizado sempre que necessário, desde que haja pessoal qualificado para interagir de forma adequada com o BDG.

As informações sobre os diversos substratos, incluindo sua composição, morfologia, localização, sensibilidade ao óleo, os ecossistemas, suas extensões superficiais e espécies predominantes podem ser utilizadas igualmente para outras finalidades de gestão ambiental. Eventuais adaptações podem ser feitas sobre uma base geográfica georreferenciada de uma das regiões mais populosas e ricas do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- Angulo, R.J.; Soares, C.R.; Marone, E.; Souza, M.C.; Odreski, L.L.R. & Noernberg, M.A. 2006. Paraná. In: Erosão e progradação no litoral brasileiro, (Ed.) Muehe, D., SQA, MMA, Brasília, 348-400pp.
- Bjornberg, T.K.S. 1981. Copepoda. In: Boltowskoy, D. (ed.) Atlas del Zooplankton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con zooplankton marino, Inst. Nac. Invest. Pesq., Mar del Plata, 587-679pp.
- Braga, C.Z.F.; Vianna, M.L. & Kjerfve, B. 2003. Environmental characterization of a hypersaline coastal lagoon from Landsat-5 Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing* 24:3219-3234.
- Brandini, F.P. 1986. Hidrografia e características do fitoplâncton da região sudeste do Brasil: produção primária, biomassa e composição. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 51p.
- Brandini, F.P. & Fernandes, L.F. 1996. Microalgae of the continental shelf off Paraná State, southeastern Brazil: a review of studies. *Rev. Bras. Oceanogr.*, 44:69-80.
- Campaner, A.F. 1986. Planktonbenthic copepods from the southern Brazilian continental shelf. In: Schiever, G.; Schimenne, H. K.; Shih, C., (eds.) Second International Conference on Copepoda, proceedings, Ottawa, Canada, 259-266pp.
- Campaner, A.F. & Honda, S. 1987. Distribution and co-occurrence of *Calanoides carinatus* and larvae of *Sardinella brasiliensis* and *Engraulis anchoita* over the southern Brazilian continental shelf. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 35(1), 7-16p.
- Carmona, S.L.; Gherardi, D.F.M. & Tessler, M.G. 2006. Environmental sensitivity mapping and vulnerability modeling for oil spill response along the São Paulo State coastline. *Journal of Coastal Research*, SI 39:1456-1459.
- Carvalho, M. 2003. Mapeamento da sensibilidade ambiental ao impacto por óleo de um segmento da costa entre os Estados do Rio grande do Norte e Ceará utilizando imagens ETM+/Landsat 7 e geoprocessamento. Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos, SP, 279p. <http://www.ltid.inpe.br/dsr/grupos/hidrosfera/index.php?pagina=tesesd.html>.
- CETESB 1998. Mapeamento dos ecossistemas costeiros do estado de São Paulo. (Ed.) Lamparelli, C.C.; Moura, D.O., Páginas e Letras, São Paulo, 108p.
- Costa, P. A. S., 1994. Alimentação, ciclo reprodutivo e associação de *Loligo sampauiensis* Brakoniecki, 1984 (CEPHALOPODA, LOLIGINIDAE) com a ictiofauna demersal na plataforma costeira do Cabo Frio. Dissertação de Mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 41p.
- D'Amato, A. F., 1992. Ocorrência de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1826) (Testudines: Cheloniidae) para o estado do Paraná - Brasil. *Acta Biol. Leopoldensia*, 14:95-97.
- Dias, C.O. 1996. Copépodes da costa leste do Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.*, 39:113-122.
- El-Raey, A.; Abdel-Kader, A. F.; Nasr, S. M. & El-Gamily, H. I. 1996. Remote Sensing and GIS for oil spill contingency plan, Ras-Mohammed, Egypt. *International Journal of Remote Sensing*, 17: 2013-2026.
- FAO, 1990. FAO species catalog. Sea turtles of the world. V. 11, 81p.
- FUNDESPA, 1994a. Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas, V 4, 362p.
- FUNDESPA, 1994b. Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas, V 6, 412p.
- FUNDESPA, 1994c. Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas, V 8, 158p.
- Gaeta, S.A.; Brandini, F.P. 2006. Produção primária do fitoplâncton na região entre cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil, (Ed.) Rossi-Wongtschowski,

- C.L.B.; Madureira, L.S.-P., EDUSP, São Paulo, 219-264pp.
- Gherardi, D.F.M. 2004. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 53:207-224.
- Giannini, R. & Paiva-Filho, A.M. 1990. Os Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) da Baía de Santos (SP), Brasil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 38:69-86.
- IEPICA 1996. Sensitivity mapping for oil spill response. International maritime organization/International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, London Report Series, V1, 16p.
- Jensen, J.R.; Ramsey, E.W.; Holmes, J.M.; Michel, J.E.; Savitsky, B. & Davis, B.A. 1990. Environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spills using remote sensing and geographic information system technology. *International Journal of Geographic Information System*, 4:181-201.
- Jensen, J.R.; Narumalani, S.; Weatherbee, O.; Murday, M.; Sexton, W.J. & Green, C.J. 1993. Coastal environmental sensitivity mapping for oil spills in the United Arab Emirates using remote sensing and GIS technology. *Geocarto International*, 2:5-13.
- Katsuragawa, M. & Matsuura, Y. 1992. Distribution and abundance of carangid larvae in the southeastern Brazilian Bight during 1975-1981. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 40:55-78.
- Klein, A.H.F.; Menezes, J.T.; Diehl, F.L.; Abreu, J.G.N.; Pollete, M.; Sperb, R.M.; Sperb, R.C. & Horn, N. 2006. Santa Catarina. In: *Erosão e progradação no litoral brasileiro*, (Ed.) Muehe, D., SQA, MMA, Brasília, 402-436pp.
- Lana P.C.; Camargo M.G.; Brogim R.A. & Isaac V.J. 1996. O bentos da costa brasileira. *Fundação de Estudos do Mar, FEMAR*, Rio de Janeiro, 432p.
- Lema, T., 1994. Lista comentada dos répteis ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Série Zoologia*, Porto Alegre, 7:41-150.
- Lopes, R.M.; Montú, M.A.; Gorri, C.; Muxagata, E.; Miyashita, L.K. & Oliveira, L.P. 2006. Produção primária do fitoplâncton na região entre cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*, (Ed.) Rossi-Wongtschowski, C.L.B.; Madureira, L.S.-P., EDUSP, São Paulo, 265-358pp.
- Marcovaldi, M.A. & Marcovaldi, G.G.D., 1987. Projeto Tartaruga Marinha. Áreas de desova, época de reprodução e técnicas de preservação. *Boletim da FBCN*, 22:95-104.
- Matsuura, Y. 1998. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46:33-43.
- Matsuura, Y. 1995. Exploração pesqueira: ambiente marinho no litoral brasileiro. In: *Ecosistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental*. Brasília: Min. Meio Amb. Rec. Híd. Amaz. Legal/Scama/Pnma, 4:42-48.
- Michel, J. 1998. Environmental sensitivity mapping: a key tool for oil spill contingency planning and response. *Exclusive Economic Zone Technology*, 1:193-200.
- Michel, J.; Hayes, M.O. & Brown, P.J. 1978. Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet, Alaska. *Environmental Geology*, 2:107-117.
- Ministério do Meio Ambiente, MMA. 2004. Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo - Cartas SAO, SQA, MMA, Brasília, 107p.
- Montú, M.A., Gloeden, I.M., Duarte, A.K. & Resgalla, C.J.R. 1997. Zooplankton. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C.; Castello, J.P. (eds.) *Subtropical convergence environments. The coast and sea in the southwestern Atlantic*. Berlin, Springer Verlag, 110-114pp.
- Muehe, D.; Lima, C.F. & Lins-de-Barros, F.M. 2006. Rio de Janeiro. In: *Erosão e progradação no litoral brasileiro*, (Ed.) Muehe, D., SQA, MMA, Brasília, 265-296pp.
- NOAA (1997) Environmental sensitivity index guidelines, version 2.0. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 79p.
- Paiva-Filho, A.M. & Toscano, A.P. 1987. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado-Guarujá e Mar Pequeno-São Vicente, SP. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 35:153-165.
- PROLAGOS, 1996. Programa PROLAGOS, uma síntese. Instituto Acqua, UFF. 28p.
- Ribas, W.M.M. & Mureb, M.A., 1986. Ictioplâncton da zona de influência da ressurgência de Cabo Frio (RJ), Brasil. *Acta Leopoldensia*, 2:231-244.
- Sato, G. 1983. Identificação, distribuição e desenvolvimento larval de "lanceta" *Thyrsitops lepidopoides* (Cuvier, 1931) (Pisces: Gempylidae) da região compreendida entre Cabo Frio (23° S) e Cabo de Santa Marta Grande (29° S). *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 64p.
- Soares, F.S. 1983. Estudo do fitoplâncton de águas costeiras e oceânicas da região de Cabo Frio, RJ,

- até o Cabo de Santa Marta, SC. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 188p.
- Soares, C.F.; Habiaga, R.G.P.; Madureira, L.S.P. & Carvalho, L.R., 1996. Principais ocorrências de peixes pelágicos formadores de cardumes na região sudeste/sul brasileira entre as isóbatas de 100 e 1000 m. XI Semana Nacional de oceanografia, resumos expandidos, 295-297pp.
- Soto, J.M.R.; Beheregaray, R.C.P. & Rebello, R.A.R. de P., 1997. Range extension: nesting by *Dermochelys* and *Caretta* in southern Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 77:6-7.
- Spach, H. 1990. Estudo comparativo da distribuição espaço-temporal e de padrões de agregação de ovos e larvas de *Harengula jaguana*, *Sardinella brasiliensis* (Clupeidae: Osteichthyes) e *Engraulis anchoita* (Engraulidae: Osteichthyes) na costa sudeste do Brasil. Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 87p.
- Sumida, P.Y.G. 1994. Associações bênticas da quebra da plataforma e talude superior ao largo de Ubatuba - SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 91p.
- Tessler, M.G.; Goya, S.C.; Yoshikawa, P.S. & Hurtado, S.N. 2006. São Paulo. In: Erosão e progradação no litoral brasileiro, (Ed.) Muehe, D., SQA, MMA, Brasília, 298-346p.
- Valentini, H.; Castro, P.M.G.; Servo, G.J.M. & Castro, A.B. 1991. Evolução da pesca das principais espécies demersais da costa sudeste do Brasil, pela frota de arrasteiros de parelha baseada em São Paulo, de 1968 a 1987. *Atlântica*, 13:87-95.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1991. Síntese de conhecimentos sobre a biologia da corvina, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), da costa do Brasil. *Atlântica*, 13:55-74.
- Wright, L.D. & Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56:93-118.
- Zavala-Camin, L.A. & Silva, J.N.A., 1991. Histórico da pesquisa e pesca de atuns com espinhel no Brasil. *Atlântica*, 13:107-114.

Received: March 31, 2008  
Accepted: December 12, 2008