

CARTA DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO ÓLEO DO SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR DE CANANÉIA-IGUAPE, LITORAL SUL DE SÃO PAULO

Environmental Oil Spills Sensitivity Mapping of the Cananéia-Iguape Estuarine System, Southern Coast of São Paulo

Ágata Fernandes Romero¹
Paulina Setti Riedel²
João Carlos Carvalho Milanelli³

¹**Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro**
Pós Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Av. 24A, 1515, CEP: 13.506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil
agatafr@gmail.com

²**Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro**
Departamento de Geologia Aplicada
Av. 24A, 1515, CEP: 13.506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil
psriedel@rc.unesp.br

²**Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro**
Programa de Formação de Recursos Humanos PRH 05
Av. 24A, 1515, CEP: 13.506-900, Rio Claro, São Paulo, Brasil
jmilanelli@uol.com.br

RESUMO

O sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, localizado ao sul do litoral paulista, ocupa posição de destaque entre os ecossistemas costeiros do estado, abrigando a maior área de manguezal de São Paulo. A presença de Unidades de Conservação aumenta a importância ambiental e socioeconômica da região, com ambientes preservados que servem de refúgio a inúmeras espécies animais. Neste estudo foi mapeado o sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape e a região costeira da Ilha Comprida (Praia de Fora). O Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) classifica os ambientes segundo uma escala crescente de sensibilidade, variando de 1 a 10 (do menos sensível para o mais sensível). A área é caracterizada pela predominância de ambientes com alta sensibilidade ao óleo, como manguezais (ISL 10), planícies de maré lamosa (ISL 9) e taludes marginais (ISL 8).

Palavras chaves: Carta SAO, Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape, Vazamento de Óleo, Poluição.

ABSTRACT

The Cananéia-Iguape estuary lagoon system, located on the southern coast of the state of São Paulo, stands out among the coastal ecosystems of the state because it contains the largest mangrove swamp area in the state. Conservation Units present increase the environmental and socioeconomic importance of the region, with preserved environments that are used as a refuge to countless animal species. In this study the Cananéia-Iguape estuary lagoon system and the coastal region of Ilha Comprida (Praia de Fora) were mapped. The Environmental Sensitivity Index (ESI) classifies environments according to a scale of increasing sensibility, varying from 1 to 10 (from the least sensitive to the most sensitive). The area is noted for its predominance of environments highly sensitive to oil, such as mangrove swamps (ESI 10), muddy tide plains (ESI 9) and shoreline talus (ESI 8).

Keywords: ESI Maps, Cananéia-Iguape Estuarine System, Oil Spill, Pollution.

1. INTRODUÇÃO

As Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (SAO) são ferramentas essenciais no planejamento das ações de combate e prevenção de derramamentos de óleo, indicando a localização dos recursos costeiros e áreas mais sensíveis (IPIECA, 2000; BRASIL, 2004). Segundo a Resolução CONAMA 398 (BRASIL, 2008) as Cartas SAO devem integrar os planos de emergência individuais (PEIs), que são importantes aliados às ações de combate aos derramamentos. A Lei Federal nº9.966, de 28 de abril de 2000 (BRASIL, 2000), determina que “portos organizados, instalações portuárias e plataformas, bem como suas instalações de apoio, deverão dispor de planos de emergência individuais para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas”. Tais planos devem ser consolidados pelo órgão ambiental em planos de contingência locais e regionais, como prevê o Decreto Federal nº4.871 (BRASIL, 2003).

Além disso, as cartas SAO podem ser utilizadas como fonte de informação para o manejo de unidades de conservação e para o gerenciamento costeiro. Nelas estão presentes informações a respeito dos recursos biológicos, recursos socioeconômicos e características físicas das áreas mapeadas. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou um documento, baseado nas propostas da NOAA (1997) e Petrobras (ARAUJO et al., 2001), onde estabelece normas para a elaboração das Cartas SAO no Brasil (BRASIL, 2004).

Em 2008, o Ministério do Meio Ambiente publicou o Atlas de Sensibilidade Ambiental da Bacia de Santos, abrangendo o litoral desde o sul do Rio de Janeiro até Santa Catarina (BRASIL, 2007). Entretanto, devido à grande extensão da área mapeada e a diferença na abordagem metodológica do estudo, não foram elaboradas cartas de detalhe na região do litoral sul paulista. Assim, este trabalho apresenta uma contribuição a ser validada pelo órgão ambiental, com o mapeamento detalhado de uma região ambientalmente muito importante para o estado de São Paulo.

1.1 Área de estudo

O sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, é composto por um complexo sistema de canais entre quatro grandes ilhas: Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha de Iguape, originada com a abertura do canal do Valo Grande (BÉRGAMO, 2000). Os canais entre as ilhas são: Mar Pequeno ou Mar de Cubatão (entre a Ilha Comprida e o continente), Mar de Cananéia (entre a Ilha de Cananéia e a Ilha Comprida) e Mar de Dentro (entre a Ilha de Cananéia e o continente).

O Mar de Cananéia, juntamente com o Mar Pequeno, formam o principal canal do sistema, com aproximadamente 75 km de comprimento e largura máxima de 1,6 km, aproximadamente (BÉRGAMO, 2000). A circulação no Mar de Cananéia é forçada

principalmente pela ação da maré semidiurna, com valores máximos de 0,83 m (sizígia) e 0,13 m (quadratura) (MIYAO, 1977; MIYAO & HARARI, 1989; MIRANDA; MESQUITA & FRANÇA, 1995). Em meses com elevados índices de chuvas, o aporte de água doce, proveniente do Rio Ribeira do Iguape, através do canal do Valo Grande, sobrepõe-se ao efeito da maré (BERNARDES, 2001).

A região sofre influência direta da bacia de drenagem do Rio Ribeira de Iguape e outras pequenas bacias costeiras. O Rio Ribeira de Iguape é o principal contribuinte para o aporte de água doce no sistema, através do canal do Valo Grande (BÉRGAMO, 2000). Na região costeira, predominam trens de ondas provenientes do quadrante Sudeste, com altura de onda de aproximadamente 1 m (ARAUJO, 2005). As correntes residuais de maré e o transporte litorâneo residual de sedimento, na região costeira, atuam na direção Nordeste, paralelos à costa (FULFARO; COIMBRA, 1972; PICARELLI et al., 2002).

Devido à predominância das correntes no sentido NE, combinada com ventos predominantes de S, SSW e SE, uma mancha de óleo proveniente de um incidente ocorrido ao Sul do litoral de São Paulo, poderia ser transportada para as regiões ao Norte. Em um cenário de maré enchente, a mancha de óleo pode adentrar pelos canais estuarinos, atingindo o sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, principalmente nos meses com menor índice pluviométrico.

Em sua face voltada para o mar, a Ilha Comprida apresenta uma praia dissipativa extensa, com aproximadamente 70 km de extensão. Segundo Suguio (1992), a praia dissipativa é caracterizada pela baixa declividade (<2°), onde a energia das ondas é dissipada acentuadamente pelo atrito na zona de surfe, que se apresenta bastante larga.

Os manguezais estão presentes na região do Mar Pequeno, Mar de Dentro e Mar de Cananéia, formando a maior área de manguezal do estado de São Paulo. Muitas espécies animais encontram nos manguezais, condições favoráveis para alimentação, proteção e reprodução (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Estudos realizados por Cunha-Lignon (2005), no Mar de Cananéia mostram que manguezais em estágios iniciais de colonização, são ocupados por *Spartina alterniflora* e *Laguncularia racemosa*, enquanto que as espécies dominantes em bosques já desenvolvidos são *Avicennia shaueriana* e *Rhizophora mangle*.

A pesca artesanal é importante fonte de renda para as famílias que moram na região do sistema estuarino Cananéia-Iguape (SÃO PAULO, 1987; BENDAZOLI et al., 1990; CHABARIBERY, et al., 2004). O turismo também oferece aos moradores da região, a oportunidade de renda (SOS PRÓ-MATA ATLÂNTICA E REGIÃO ESTUARINA LAGUNAR DE IGUAPE-CANANÉIA-PARANAGUÁ, 1986; SOUZA, 2004). Segundo Souza (2004), o comércio de iscas vivas para turistas praticantes de pesca esportiva é uma importante atividade para os pescadores artesanais.

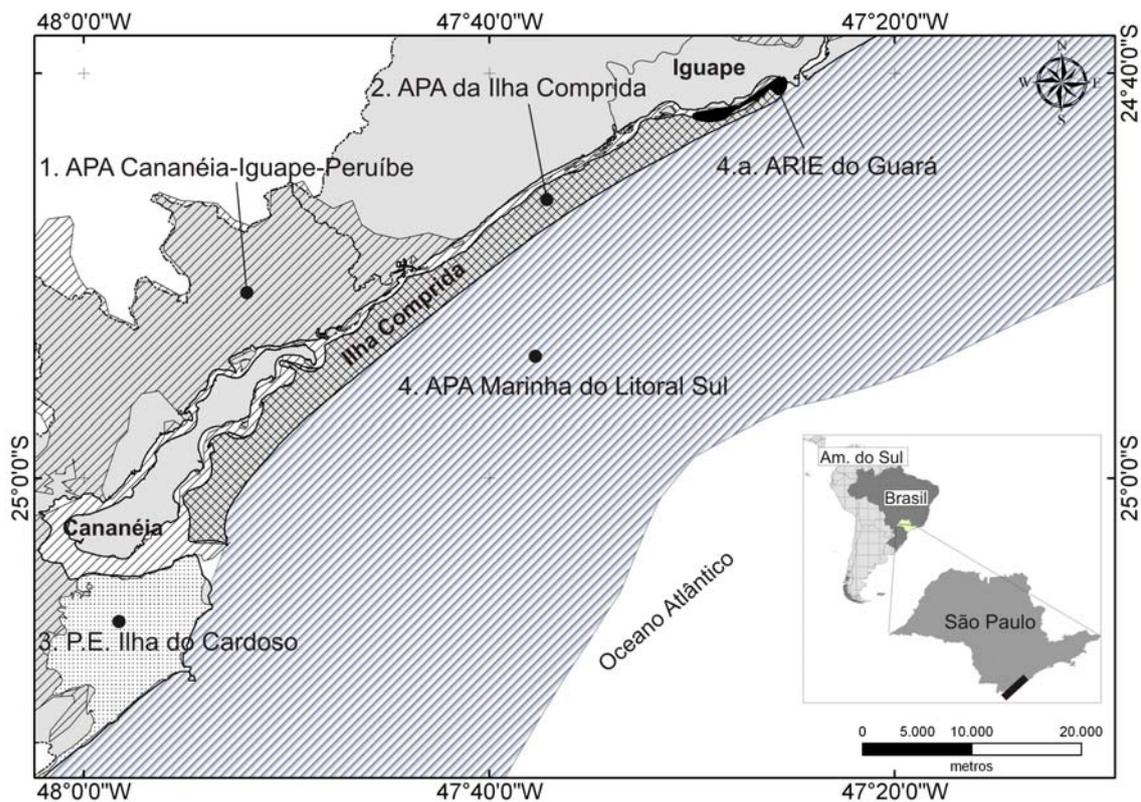


Fig. 1 - Unidades de Conservação existentes na região do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape: 1- APA de Cananéia-Iguape-Peruíbe, 2- APA de Ilha Comprida, 3- Parque Estadual da Ilha do Cardoso, 4- APA Marinha do Litoral Sul e 4a- ARIE do Guará.

Uma grande concentração de sambaquis pode ser encontrada na região de Cananéia, Ilha do Cardoso e Ilha Comprida (CALIPPO, 2004; DIEGUES, 2004). Os sambaquis representam importante registro da atividade do homem pré-histórico na área, sendo formados por depósitos de conchas, artefatos de pedra, ossos e outros vestígios da atividade humana.

O sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, bem como seu entorno, abrigam algumas unidades de conservação, conferindo à área uma importância no contexto ambiental e social (Figura 1): (1) APA de Cananéia-Iguape-Peruíbe (BRASIL, 1984; BRASIL, 1985); (2) APA de Ilha Comprida (SÃO PAULO, 1987; SÃO PAULO, 1989); (3) Parque Estadual da Ilha do Cardoso, criado pelo Decreto Estadual nº 40.319, de 03 de julho de 1962; (4) APA Marinha do Litoral Sul, inserida nos municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape, e (4a) Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Guará, em Ilha Comprida (SÃO PAULO, 2008a).

A APA da Ilha Comprida, o Parque Estadual da Ilha do Cardoso e a APA Marinha do Litoral Sul estão inseridos no Mosaico das Ilhas e Áreas Marinhas Protegidas do Litoral Paulista (SÃO PAULO, 2008b).

2. MÉTODO

O método utilizado para a elaboração das Cartas SAO é baseado na proposta do Ministério do Meio Ambiente (MMA) (BRASIL, 2004). Foram levantadas informações bibliográficas sobre os aspectos físicos, socioeconômicos e biológicos da área mapeada. As lacunas identificadas neste levantamento foram preenchidas durante as campanhas de campo.

Os aspectos socioeconômicos referem-se às atividades de uso humano, ocupação, presença de áreas de pesca, cultivo, aquíicultura, recreação, sítios arqueológicos, locais históricos, entre outros. A caracterização dos aspectos biológicos foi feita através de levantamento sobre as espécies presentes, bem como os locais de nidificação, alimentação e reprodução.

2.1 Campanhas de campo

As campanhas de campo foram realizadas em janeiro de 2007 (verão) e julho de 2007 (inverno). Na campanha de verão, foram percorridos aproximadamente 300 km entre as margens dos canais estuarinos e a linha de costa de Ilha Comprida (Praia de Fora) (Figura 2). Durante a campanha de inverno apenas a Praia de Fora, em Ilha Comprida foi percorrida, a fim de se verificar possíveis alterações sazonais na declividade e tamanho de grãos.

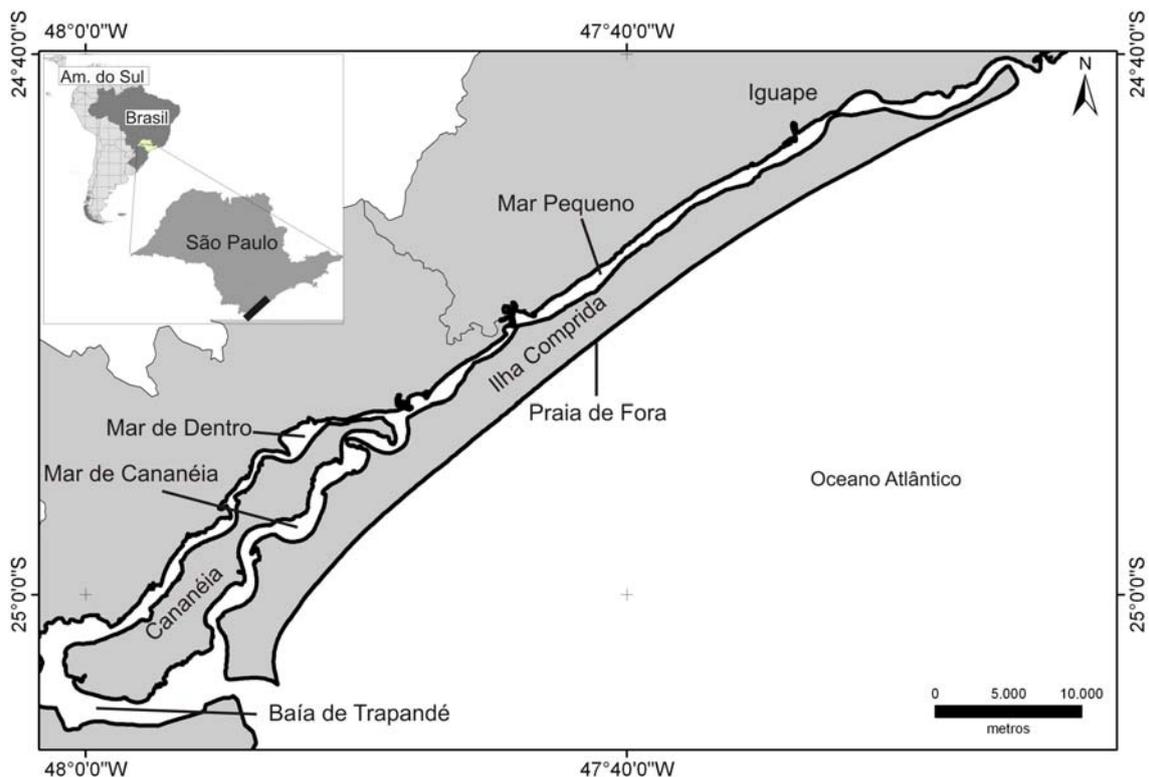


Fig. 2 - Área mapeada no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape e proximidades (em destaque).

De acordo com o previsto na metodologia do MMA para elaboração de Cartas SAO (BRASIL, 2004), a área mapeada foi dividida em segmentos, utilizando o critério da homogeneidade das características geomorfológicas e biológicas (trechos contínuos de praia, costão, manguezal, etc.). Ocorrências de feições ou elementos com extensão reduzida em trechos onde a feição predominante é diferente (por exemplo, a existência de uma formação rochosa onde o manguezal é feição predominante), foram mapeadas como pontos, fotografadas e suas coordenadas registradas utilizando GPS. Foram levantados aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos da área mapeada. Os recursos biológicos e socioeconômicos encontrados durante as campanhas de campo foram fotografados e tiveram sua posição geográfica registrada.

O levantamento dos aspectos físicos dos ambientes costeiros permite determinar o índice de sensibilidade do litoral (ISL). Este índice classifica os ambientes em uma escala de 1 a 10, em ordem crescente de sensibilidade ao óleo, segundo Brasil (2004). O levantamento feito em campo, das características físicas de cada ambiente mapeado é descrito a seguir.

2.1.1 Praias

Os parâmetros físicos que determinam a sensibilidade de uma praia são a declividade, tamanho dos grãos e grau de exposição às ondas. Uma praia abrigada, com baixa declividade, é mais sensível que uma praia exposta, com alta declividade. Praias de areia grossa favorecem a penetração de óleo em camadas mais profundas do sedimento, que pode ser

disponibilizado para o ambiente durante eventos de erosão da praia.

TABELA 1 - DIVISÃO DE CLASSES PARA DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA.

Classe	Intervalo granulométrico (escala "PHI")	Classificação
1	(-1,00 até -0,50)	Grânulos
2	(-0,50 até 0,00)	Muito Grossa
3	(0,00 até 0,50)	Grossa
4	(0,50 até 1,00)	
5	(1,00 até 1,50)	Média
6	(1,50 até 2,00)	
7	(2,00 até 2,50)	Fina
8	(2,50 até 3,00)	
9	(3,00 até 3,50)	Muito Fina
10	(3,50 até 4,00)	

Para determinação da declividade, foram elaborados perfis topográficos, com auxílio de um medidor de declive, segundo método desenvolvido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (SÃO PAULO, 1998). As praias foram classificadas, de acordo com sua declividade em alta (> 5°), média (entre 5° e 1°) e baixa (< 1°). Os perfis foram obtidos perpendicularmente à linha de costa, sendo um

perfil em cada extremidade e os demais perfis dispostos de forma equidistante ao longo da praia (a cada 2km). Cada perfil representa a área da praia que compreende as zonas de supralitoral, mesolitoral e infralitoral com limite inferior no limite da maré baixa, até o início da vegetação, duna, muro ou construção. Foram analisadas amostras de sedimento em cada perfil, na franja do infralitoral e na porção mediana do mesolitoral e supralitoral. O sedimento analisado em campo foi classificado quanto a sua granulometria através de escala visual, dividida em 10 classes, a partir das classes definidas por Wentworth (1922) (Tabela 1).

O grau de exposição da praia às ondas foi determinado a partir de uma série de observações feitas em campo, como a direção predominante das ondas e orientação da praia.

2.1.2 Costões rochosos

Os parâmetros físicos que determinam a sensibilidade de um costão rochoso são a declividade, sua morfologia e grau de exposição às ondas. Em um costão exposto, a ação das ondas promove a limpeza natural deste ambiente, considerado menos sensível que um costão abrigado. Por apresentarem uma extensa zona entremarés, os costões com baixa declividade são mais sensíveis, pois o óleo pode atingir grandes áreas, afetando maior número de organismos.

A declividade dos costões rochosos foi obtida através de critério semi-qualitativo, proposto por Brasil (2004). Dessa forma, os costões foram classificados como apresentando declividade alta (60 a 90°), média (30 a 60°) e baixa (< 30°). Adicionalmente, os costões foram classificados de acordo com sua morfologia, como rocha lisa, heterogênea ou matacões. A heterogeneidade dos costões está relacionada com o número de refúgios, fendas, poças de marés, tocas de ouriço e outras cavidades presentes na rocha, sendo definida visualmente em campo como alta, média e baixa. Este parâmetro está diretamente relacionado com a diversidade biológica nas rochas e interfere no comportamento do óleo (permanência, impactos e procedimentos de limpeza).

2.1.3 Manguezais e outros ambientes estuarinos

Os manguezais apresentam por definição, baixa declividade, são compostos principalmente por sedimento lamoso e estão localizados em áreas abrigadas. De acordo com o MMA (BRASIL, 2004), devido à sua elevada sensibilidade, toda área de manguezal foi classificada com ISL 10. Da mesma forma, outros ambientes estuarinos como planícies de maré lamosas e taludes marginais são ambientes com alta sensibilidade classificados de acordo com o MMA (BRASIL, 2004) com ISL 9 e ISL 8, respectivamente.

2.2 Elaboração da base cartográfica

As informações bibliográficas e os dados coletados em campo foram digitalizados e agregados à base cartográfica, utilizando o *software* ArcGIS 9.1. Todas as informações inseridas no Sistema de Informação Geográfica (SIG) foram elaboradas com projeção UTM, zona 23 S, SAD 69.

A formação da base cartográfica consiste na digitalização de linha de costa, ambientes costeiros, drenagem, altimetria, batimetria e sistema viário. A linha de costa e os ambientes costeiros foram digitalizados através de mosaico semi-ajustado na escala 1:5000, cedido pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2000).

2.3. Recursos visuais

Os recursos visuais, agregados às Cartas SAO, auxiliam o planejamento das ações de combate, servindo como referência às equipes que atuarão em campo. As fotos dos recursos biológicos, recursos socioeconômicos e características físicas de um segmento foram numeradas sequencialmente. Esses números foram inseridos nas Cartas SAO, com sua localização exata, possibilitando a associação da imagem ao ponto ou segmento. A adoção de um banco de imagens vinculado às Cartas SAO é apresentada neste trabalho, como uma sugestão que pode ser incorporada ao método proposto por Brasil (2004).

2.4. Representação gráfica

Os segmentos mapeados de acordo com o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) foram representados como linhas com cores definidas segundo método do MMA (BRASIL, 2004). Cada segmento recebe um código de identificação, composto por letras e números, da seguinte forma: duas letras iniciais representando o estado da federação; as duas seguintes, o município de estudo; os três algarismos identificam o segmento, seguido da letra "S", que significa segmento (BRASIL, 2004). Assim, como exemplo, para a região em estudo: SPIG001-S, onde SP é o estado de São Paulo; IG é Iguape; 001 é o número do segmento e S é a letra que indica que o número se refere àquele segmento (BRASIL, 2004).

A representação dos recursos biológicos e aspectos socioeconômicos seguem o padrão estabelecido pelo MMA (BRASIL, 2004), através de ícones e áreas hachuradas.

2.5. Disponibilização via internet

Este estudo está inserido no projeto "Concepção, desenvolvimento e implementação de um sistema de informação aplicado à elaboração de cartas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo: litoral paulista", financiado pelo CT-PETRO/MCT/CNPQ

(Edital CT-PETRO/MCT/CNPQ 16/2005, processo nº 550233/05-9) que envolve diretamente os professores e alunos do Grupo de Trabalho Sensibilidade Costeira (PRH-05), além de outros profissionais. O projeto prevê o mapeamento de sensibilidade de todo o litoral paulista e os resultados serão disponibilizados através de um Atlas digital, via *Internet*. Atualmente encontra-se em fase de finalização, com sua versão piloto disponível para usuários da rede.

Todas as informações referentes à base cartográfica, sensibilidade do litoral, recursos biológicos, recursos socioeconômicos e recursos visuais utilizadas neste trabalho serão disponibilizadas no “Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo no Litoral Paulista” (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Praia de Fora, na região de Ilha Comprida voltada para o mar, com baixa declividade, caracteriza-se pela presença de dunas em praticamente toda sua extensão. A análise da granulometria mostra a predominância de areia fina nas zonas de supra, infra e mesolitoral durante as campanhas de verão e inverno. Ocorre a predominância de areia fina a muito fina no supralitoral, durante o inverno. A Praia de Fora foi classificada com o ISL 3, que caracteriza praia dissipativa de areia média a fina, exposta, mesmo resultado encontrado por Brasil (2007). As praias estuarinas, que se encontram no interior do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape foram classificadas como praias de areia fina a média, abrigadas, ISL 4. Nenhuma praia estuarina foi mapeada no Atlas da Baía de Santos elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2007).

A classificação das praias segundo o método do MMA (BRASIL, 2004), agrupa em um só índice praias de areia grossa, praias intermediárias de areia fina a média expostas e praias de areia fina a média abrigadas (ISL 4). Entretanto, regiões de canais estuarinos abrigados são mais sensíveis que costas voltadas para o mar, sujeitas à ação das ondas. Essa diferença de sensibilidade entre os dois ambientes pode ser importante no caso de um acidente de derramamento de óleo e deve ser considerada pelo gestor no planejamento das ações de resposta (WIECZOREK, 2006; PINCINATO, 2007; LIMA, DIAS-BRITO, MILANELLI, 2008).

As praias mapeadas não apresentaram mudanças significativas a respeito da sensibilidade durante os períodos de verão e inverno. Resultado similar foi encontrado por Wieczorek (2006), ao mapear as praias da Ilha do Cardoso, em Cananéia, SP. Um padrão diferente foi observado por Lima (2007) e Pincinato (2007), em praias do litoral Norte de São Paulo que apresentaram diferenças de granulometria durante os períodos de verão e inverno, alterando sua sensibilidade ao óleo. Essa diferença de padrões pode ser explicada devido às características peculiares de

cada trecho da costa paulista, apresentando extensas e contínuas faixas de areia em sua porção sul e um litoral bastante recortado ao norte.

A região do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape apresentou costões rochosos classificados como rocha lisa abrigada, ISL 8. Devids (2008), ao mapear o Sistema Estuarino de Santos encontrou diferentes tipos morfológicos de costões, como matacões, seixos e costões lisos, classificados, de acordo com Brasil (2004) com ISL 8. Os costões com pequena extensão foram representados como um ponto dentro do segmento classificado de acordo com a feição dominante. Os manguezais e bancos de gramíneas presentes no interior do estuário foram classificados com ISL 10, sendo considerados os ambientes mais sensíveis na região estudada. As planícies de maré lamosas não vegetadas foram classificadas com ISL 9. Nessa área também estão presentes taludes nas margens dos canais estuarinos (barrancos), classificados com ISL 8.

Foram elaboradas 11 Cartas SAO operacionais, na escalas 1:25.000 representando os ambientes estuarinos e 4 cartas operacionais na escala 1:50.000 representando a Praia de Fora, que estarão disponíveis no Banco de Dados *on line* (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2008). Entretanto, neste trabalho é apresentada a Carta SAO referente ao trecho do Mar de Cananéia e a porção sul da Praia de Fora, em Ilha Comprida (Figura 3).

4. CONCLUSÕES

Entre os ambientes mapeados, 39% foram classificados com ISL 10, 36% com ISL 8 e 15% com ISL 9, caracterizando a alta sensibilidade da região ao óleo. Entre as praias mapeadas predominaram os segmentos classificados com ISL 4, em um total de 8 segmentos (89%), localizados no estuário. Entretanto, se considerada a extensão total dos segmentos, aproximadamente 4 km foram classificados com ISL 4 e em torno de 70 km com ISL 3 (Praia de Fora, em Ilha Comprida). Assim, durante o planejamento das ações de emergência, o uso das Cartas SAO é essencial para que se possa identificar com total clareza e precisão cada segmento mapeado.

O mapeamento em escala detalhada da área em estudo permitiu a representação de feições com tamanho reduzido, presentes no interior do estuário. O detalhamento desses ambientes é fundamental para orientar as ações de combate e emergência no caso de um derramamento de óleo, principalmente em uma área onde predominam os manguezais.

No caso de um vazamento, os esforços devem ser direcionados para que o óleo não atinja nenhum ambiente costeiro. Caso isso não seja possível, deve-se evitar que o óleo atinja ecossistemas extremamente sensíveis, como o manguezal, pois as ações de limpeza não são eficientes neste ambiente e sua recuperação é muito lenta. Dessa forma, através do mapeamento detalhado, é possível identificar uma área menos

sensível, contígua ao manguezal, como por exemplo, uma praia estuarina, para onde a mancha de óleo pode ser direcionada e recolhida.

Devido à elevada sensibilidade do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, um Centro de Defesa Ambiental (CDA), poderia ser instalado na região, como meio de prevenção de impactos causados por um acidente com óleo.

As Cartas SAO devem ser claras e objetivas, facilitando ao máximo sua leitura e interpretação na hora de uma emergência. A inserção dos dados referentes à sensibilidade da área a derramamentos de óleo em um Sistema de Banco de Dados Geográficos possibilita o acesso rápido às informações detalhadas e completas da área de estudo, podendo ser utilizado em conjunto com as Cartas SAO.

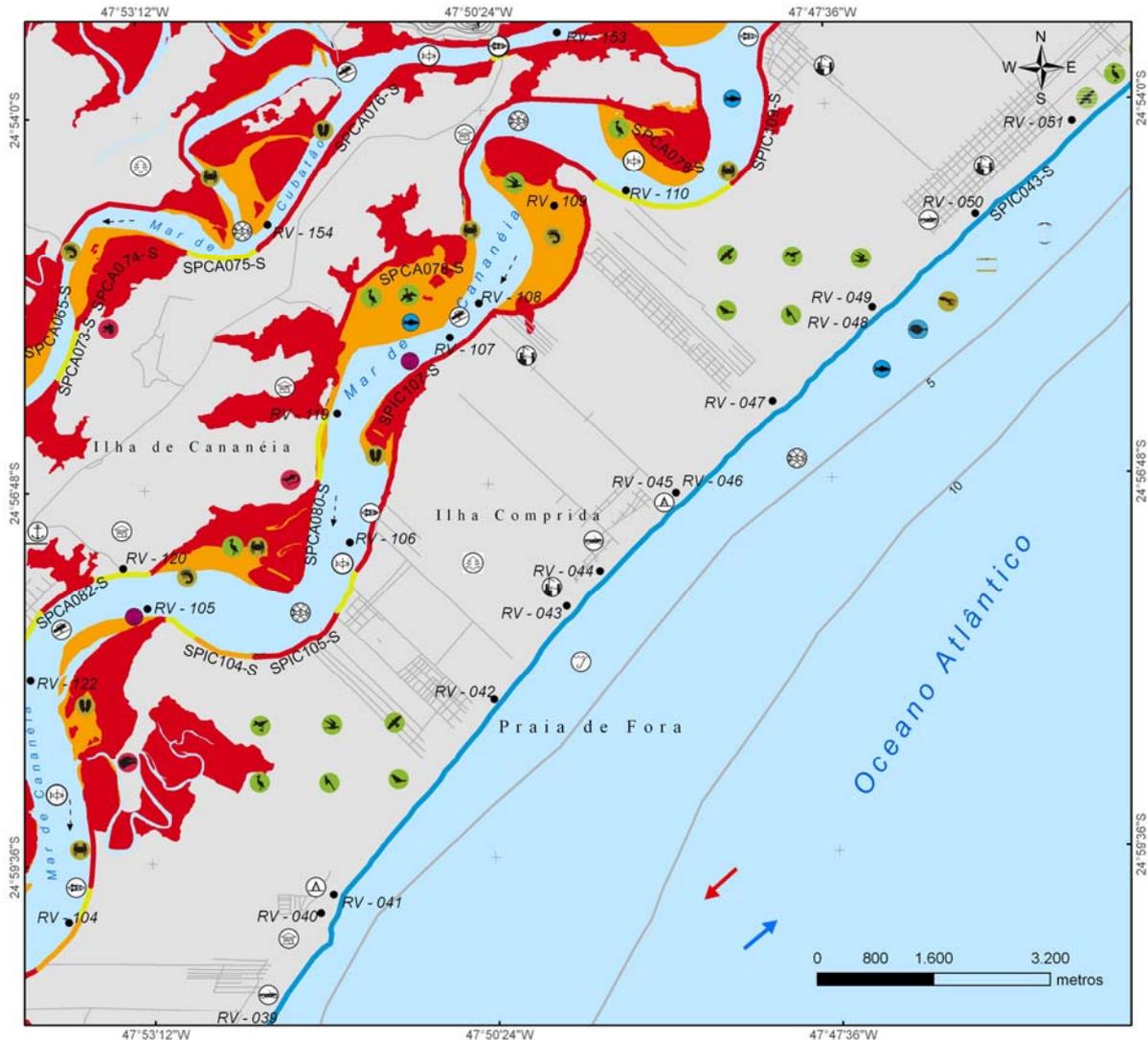


Fig. 3 - Carta SAO operacional da região do Mar de Cananéia, no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape e Praia de Fora, em Ilha Comprida.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento pelo apoio financeiro à Agência Nacional do óleo – ANP, Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, através do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor de Óleo e Gás – PRH-ANP/MCT. Ao Grupo de Pesquisa em Sensibilidade Ambiental. À Ana Beatriz Pierri Daunt, Augusto Tavares, Camila C. Devids, Carolina de Pádua, Fabiano Pupim, Fabrício Pinheiro da Cunha, Gonzalo Arnedillo, Juliano Coelho, Patrick Tomaz e Rafael Aragi, pela contribuição durante campanhas de campo e à Mariela Muler, pela colaboração na organização dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, R.N. **A propagação e deformação das ondas, a dinâmica do transporte litorâneo e a evolução de linhas de costa em localidades do litoral paulista**. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ARAUJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D. Manual básico para a elaboração de mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo no sistema Petrobras. Petrobras, Rio de Janeiro, 2001.
- BENDAZOLI, A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; GIAMAS, M.T.D.; FROSCHE, L. Introdução. In: BENDAZOLI, A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (coords.). **A manjuba no Rio Ribeira de Iguape: biologia, comportamento e avaliação de estoque**. São Paulo, 1990. p.1-4.
- BÉRGAMO, A. L. **Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, Sul do Mar de Cananéia e Baía do Trapandé**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- BERNARDES, M. E. C. **Circulação estacionária e estratificação de sal em canais estuarinos parcialmente misturados: simulação com modelos analíticos**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- BRASIL. Decreto nº 90.347, de 23 de outubro de 1984. Dispõe sobre a implantação de área de proteção ambiental nos Municípios de Cananéia, Iguape, e Peruíbe, no Estado de São Paulo, e dá outras Providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 out. 1984.
- BRASIL. Decreto nº 91.892, de 06 de novembro de 1985. Acresce áreas aos limites da Área de Proteção Ambiental - APA de Cananéia-Iguape e Peruíbe, declarada pelo Decreto nº 90.347 de 23 de outubro de 1984, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 06 nov. 1985.
- BRASIL. Lei nº9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 abr. 2000.
- BRASIL. Decreto Federal nº4.871, de 11 de junho de 2003. Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 nov. 2003.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. **Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para derramamentos de óleo**. Brasília, 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças climáticas e Qualidade Ambiental. **Atlas de Sensibilidade Ambiental da Bacia Marítima de Santos**. In: GHERARDI, D. F. M.; CABRAL, A. P. (Coordenadores). Brasília, 2007.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº398, de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 jun. 2008.
- CALIPPO, F.R. **Os sambaquis submersos de Cananéia: um estudo de caso de arqueologia subaquática**. Dissertação. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- CHABARIBERY, D.; ROMÃO, D.A.; BURNIER, D.M.F.; PEREIRA, L.B.; MATSUMOTO, M.; CARVALHO, M.; ROTH, M. Desenvolvimento sustentável da Bacia do Ribeira de Iguape: diagnóstico das condições socioeconômicas e tipificação dos municípios. **Informações Econômicas**, v.34, n.9, São Paulo, set. 2004.

- CUNHA-LIGNON, M. **Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil.** Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- DEVIDS, C.C. **Mapeamento de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo do Sistema Estuarino de Santos, Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2008.
- DIEGUES, A. C. **Ecologia Humana e Planejamento em Áreas Costeiras.** NUPAUB-USP, São Paulo, 1996.
- FULFARO, V.J.; COIMBRA, A.M. As praias do litoral paulista. **XXVI Congresso Brasileiro de Geologia. Resumos.** 1972. Pp.253-255.
- IPIECA. *Guía para la planificación de contingências ante derrames de hidrocarburos em água.* Série de informes de IPIECA. V. 2. p. 28, 2000.
- LIMA, M. V. **Mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo do Arquipélago de Ilhabela – SP.** Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2007.
- LIMA, M. V.; DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J.C.C. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo em Ilhabela, São Paulo. **Revista Brasileira de Cartografia**, n°60/02, agosto 2008.
- MIRANDA, L.B.; MESQUITA, A.R.; FRANÇA, C.A.S. Estudo da circulação e dos processos de mistura no extremo sul do mar de Cananéia: condições de dezembro de 1991. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, v.43, n.2, p.153-164, 1995.
- MIYAO, S.Y. **Contribuição ao estudo da oceanografia física da região de Cananéia (lat. 25°S long. 48°W).** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.
- MIYAO, S.Y; HARARI, J. Estudo preliminar da maré e das correntes de maré na região estuarina de Cananéia. **Bol. Int. Oceanográfico.** São Paulo, v.37, n.2, p.107-123, 1989.
- NOAA. *Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 3.0.* NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 79 p.+ appendices. 1997.
- PICARELLI, S.S; HARARI, J.; CAMARGO, R. de. Modeling the tidal circulation in Cananéia – Iguape Estuary and adjacent coastal area (São Paulo, Brazil). **Afro-America Gloss News.** Edição 6 (1). 2002. Disponível em: <www.mares.io.usp.br/aagn/61/harari/jh.html>. Acesso em: 04 out. 2007.
- PINCINATO, F. L. **Mapeamento da sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo para a região costeira de São Sebastião e Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo(SP), com uso de modelagem em SIG de sistema especialista baseado em conhecimento e árvore de decisão.** Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2007.
- SÃO PAULO. Secretaria de Estado dos Negócios do Interior. Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista. **Plano básico de desenvolvimento auto-sustentado para a região lagunar de Iguape e Cananéia.** São Paulo, 1987.
- SÃO PAULO. Decreto Estadual n° 26.881, de 11 de março de 1987. Declara Área de Proteção Ambiental todo território da Ilha Comprida. **Diário Oficial do Estrado de São Paulo**, São Paulo, 12 mar. 1987.
- SÃO PAULO. Decreto Estadual n° 30.817, de 30 de novembro de 1989. Regulamenta a Área de Proteção Ambiental da Ilha Comprida criada pelo Decreto n° 26.881, de 11 de março de 1987, declara a mesma APA como de Interesse Especial e cria, em seu território, Reservas Ecológicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico. **Diário Oficial do Estrado de São Paulo**, São Paulo, 01 dez. 1989.
- SÃO PAULO. Secretaria do meio Ambiente do Estado de São Paulo/ CETESB. **Determinação do declive, perfil e área entre-marés de praias de areia.** Procedimento Operacional Padronizado – P.O.P.n°DAHC-MA-042. p. 21, 1998.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/ CINIP/ IF. **Mosaico semi-ajustado.** Projeto de Preservação da Mata Atlântica. 2000.
- SÃO PAULO. Lei n° 12.406, de 12 de dezembro de 2006. Altera a Lei n° 5.659, de 28 de abril de 1987, que criou a Estação Ecológica da Juréia-Itatins, exclui, reclassifica e incorpora áreas que especifica, institui o Mosaico de Unidades de Conservação da Juréia-Itatins, regulamenta ocupações e dá outras providências. **Diário Oficial do Estrado de São Paulo**, São Paulo, 14 dez. 2006.
- SÃO PAULO. Decreto Estadual n° 53.527, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul e a Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará, e dá providências correlatas.

Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 8 out. 2008a.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 53.528, de 8 de outubro de 2008. Cria o Mosaico das Ilhas e Áreas Marinhas Protegidas do Litoral Paulista, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 8 out. 2008b.

SCHAEFER-NOVELLI, Y. Manguezal: Ecosistema entre a terra e o mar. **Caribbean Ecological Research**. 1995.

SOS PRÓ MATA ATLÂNTICA E REGIÃO ESTUARINO-LAGUNAR DE IGUAPE-CANANÉIA-PARANAGUÁ. **Dossiê – Complexo estuarino lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá**. 1986.

SOUZA, M.R. **Etnoconhecimento caiçara e uso de recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no Vale do Ribeira**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. T. A. Queiroz (Ed.). 171 p. 1992.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Grupo de Pesquisa em Sensibilidade Ambiental. **Atlas de Sensibilidade ao Óleo do Litoral Paulista**. Rio Claro, 2008. Apresenta Carta SAO e textos sobre sensibilidade ambiental. Disponível em: <sao.rc.unesp.br/anp>. Acesso: 15 ago. 2008.

WENTWORTH, W.C. Grade and class terms for classic sediments. **Journal Geology**, v. 30, p. 377-392, 1992.

WIECZOREK, A. **Mapeamento de sensibilidade a derramamentos de óleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – PEIC e áreas do entorno**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2006.