

DETERMINAÇÃO DA SENSIBILIDADE DO LITORAL PARANAENSE À CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO

NOERNBERG, M.A.¹; ANGELOTTI, R.²; CALDEIRA, G.A.² & RIBEIRO DE SOUSA, A.F.²

¹Universidade Federal do Paraná – Centro de Estudos do Mar. Av. Beira Mar s/n. Caixa Postal: 50002. Pontal do Paraná – PR, 83255-000. m.noernberg@ufpr.br

²Universidade Federal do Paraná – Pós- Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos

ABSTRACT

Noernberg, M.A.; Angelotti, R.; Caldeira, G.A. & Ribeiro de Sousa, A.F. 2008. Environmental sensitivity assessment of Paraná coast for oil spill. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 12(2):49-59. ISSN 1808-7035. The Paraná State has more than 80% of its coast classified with the highest level of environmental sensibility (mangrove and salt marsh). The intense harbor activities and a history of accidents coexist with one of the most important remnant of the Atlantic Forest, eighteen conservation areas and about seventy traditional communities. This demands integrated actions in order to reduce the risks of oil contamination, including an intense monitoring and an effective contingency plan.

Keywords: Environmental Sensitivity Index; Oil Spill; Paranaguá Bay; Emergency Response.

INTRODUÇÃO

Impactos ambientais causados pelo petróleo e seus derivados podem ocorrer no processo produtivo, na exploração, no refinamento, no transporte e na estocagem dos produtos crus ou dos seus subprodutos (Fatorelli, 2005). Acidentes freqüentes envolvendo derramamentos de óleo têm acontecido mundialmente, e isto preocupa as indústrias e os governos que trabalham para reduzir os riscos de derramamento (Fingas, 2001). O estado do Paraná sofreu, nos últimos anos, alguns dos piores acidentes envolvendo derrames de óleo no país. Destacam-se três deles ocorridos no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP):

- 16 de fevereiro de 2001 – Rompimento de um duto da Petrobrás e vazamento de quatro mil litros de óleo diesel em um afluente do Rio Nhundiaquara, um dos principais rios que deságuam no CEP. Teve como conseqüência grandes danos para os manguezais da região com contaminação da flora e fauna. A pesca na região ficou proibida pelo IBAMA por mais de 40 dias.

- 18 de outubro de 2001 - O navio petroleiro Norma chocou-se em uma rocha na baía de Paranaguá, resultando em um vazamento de 392 mil litros de nafta, atingindo uma área de três mil metros quadrados. O acidente ocasionou a morte por intoxicação de um mergulhador que trabalhava na avaliação das condições do casco perfurado.

- 15 de novembro de 2004 - A explosão do navio-tanque chileno Vicuña de oito mil toneladas, no Porto de Paranaguá, provocou o maior vazamento de óleo

dos últimos 20 anos no CEP, e causou a morte de quatro tripulantes do navio. Em poucas horas, a embarcação foi a pique. Nos dias seguintes cerca de quatro milhões de litros de óleo bunker cobriram boa parte das baías e praias dos municípios de Antonina, Paranaguá, Guaqueçaba e Pontal do Paraná. A pesca na região ficou interdita por quase dois meses, prejudicando milhares de famílias. Resquícios do óleo foram encontrados há 30 quilômetros do local do acidente.

Desta forma, elaboração dos mapas de sensibilidade é essencial para a geração do plano de contingência aos derrames de petróleo, permitindo a localização e o mapeamento das áreas de maior risco. Possibilita também o apoio a tomada de decisões para as áreas de proteção prioritárias, diminuindo assim os custos referentes à limpeza do óleo em caso de acidente (Figueiredo, 2000).

No ano de 2004, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) criaram as Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade ao Derramamento de Óleo (Cartas SAO) para o litoral brasileiro. Estas cartas englobam informações a respeito dos recursos biológicos e sócio-econômicos sensíveis ao óleo, e o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), que indica o grau de sensibilidade dos ambientes costeiros e marinhos ao derramamento de óleo.

O presente trabalho apresenta o mapeamento da sensibilidade ambiental ao derrame de óleo para o litoral do estado do Paraná, como parte integrante do projeto Cartas SAO na Bacia Sedimentar Marítima de Santos (CT-PETRO/MCT/CNPq).

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

Tendo como base a classificação adotada no Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil (MMA/PNMA, 1998), o litoral paranaense insere-se na denominada Costa das Planícies Costeiras e Estuários, localizada entre São Vicente –SP e a Ponta do Vigia – SC. Esta compreende um largo embaixamento e um litoral retificado de longos arcos de praia, extensas planícies costeiras e importantes estuários, como os de Santos e Cananéia, em São Paulo, Paranaguá e Guaratuba, no Paraná, e São Francisco do Sul, em Santa Catarina.

Na região costeira do Paraná, (25° 12'44"S - 48° 01'15"W e 25° 58'38"S - 48° 35'26"W) (Fig. 1), a Serra do Mar pode estar recuada da costa até 50 km, formando uma extensa planície litorânea e dois sistemas estuarinos, favorecendo uma diversidade de ecossistemas. Ao sul, localiza-se a baía de Guaratuba (25° 52' S, 48° 38' W) com 50,19 km² de área superficial. O Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP (25°00'S e 25°35'S, e 48°15'W e 48°50'W) compreende dois eixos principais, denominados de baía de Paranaguá com 40 km de extensão (eixo leste-oeste), e baía das Laranjeiras com 30 km de extensão (eixo norte-sul), e área total de 551,8 km² (Noernberg *et al.*, 2006).

A costa paranaense possui 105 km de extensão linear no sentido norte-sul, constituindo um dos menores litorais entre os estados litorâneos do Brasil. Apesar disso, se forem consideradas as reentrâncias, estuários e ilhas esta linha de costa ultrapassa os 1675 km, a qual pode ser classificada entre costa estuarina, costa oceânica e de desembocadura (Angulo & Araújo, 1996).

A cobertura vegetal no litoral integra uma das áreas mais preservadas da mata atlântica brasileira, sendo que as regiões menos devastadas situam-se nas bacias de drenagem das baías dos Pinheiros, Laranjeiras e Guaraqueçaba, onde a cobertura vegetal varia entre 75 a 97,6% da área total (IPARDES, 1989a; Lima *et al.*, 1998).

O clima é classificado como pluvial temperado, sempre úmido, com chuvas todos os meses do ano e temperatura média do mês mais quente maior que 22°C (Cfa) (IPARDES, 1989a). O regime de ventos é controlado pela influência da Alta do Atlântico Sul e pela passagem de sistemas frontais. Predominam ventos dos setores ENE, E, ESSE e SE, com intensidade média de 4 m/s. O sistema de brisa na região é bastante relevante, sendo detectadas amplitudes de até 2 m/s nos meses de novembro a março (Camargo *et al.*, 1996).

Os estudos sobre ondas no litoral do Paraná estão restritos a poucas campanhas de obtenção de dados. Aproximadamente 90% das ondas que incidem na costa do Paraná chegam de direções entre Leste e

Sul-Sudeste, e cerca de 10 % vêm de direções entre Leste e Nordeste, com altura máxima mensal entre 2,3 e 3,9 metros e período médio entre 11,9 e 16,8 segundos (Bandeira, 1974; PORTOBRAS, 1983). O predomínio de ondas do quadrante S-SE gera uma deriva litorânea orientada para Norte, a qual pode ser observada na orientação das desembocaduras fluviais e morfologia dos deltas de vazante dos estuários de Paranaguá e Guaratuba (Angulo, 1992).

A plataforma continental rasa é caracterizada pela predominância de sedimentos arenosos e pelo suave gradiente topográfico (Veiga, 2005). Destaca-se na plataforma a presença do arquipélago de Currais, um conjunto de pequenas ilhas que abrigam importantes sítios de nidificação de aves marinhas.

A complexidade ambiental do Complexo Estuarino de Paranaguá, suas extensas áreas de conservação, sua intensa movimentação portuária e o histórico dos acidentes com óleo justificam um maior detalhamento no mapeamento das características desta região.

As características geomorfológicas e hidrográficas do CEP favoreceram o desenvolvimento da navegação, evidenciado pela presença dos portos de Antonina e Paranaguá, sendo este último o maior exportador de grãos do País. Contribuíram também para a construção de um terminal petrolífero e, mais recentemente, para a instalação de novos terminais privados (contêineres, fertilizantes, granéis líquidos). As Figuras 2 e 3 mostram a evolução da movimentação de embarques e desembarques de cargas no porto de Paranaguá entre 1986 e 2002.

Nas margens do CEP vivem aproximadamente 160.000 pessoas, distribuídas entre os municípios de Guaraqueçaba, Antonina e Paranaguá, que se desenvolveram em função e ao redor dos portos, sendo Paranaguá o município com maior concentração urbana.

A região da baía de Laranjeiras é considerada bem preservada, com extensas áreas de mata atlântica e manguezais. Abriga diversas vilas de moradores tradicionais e o município de Guaraqueçaba, de pequena dimensão e pouco crescimento populacional nas últimas décadas. A pesca e o turismo são as principais atividades econômicas, com pequenas contribuições de extrativismo (caranguejo, ostra etc.) e agricultura.

Com base em características morfológicas e hidrográficas, os 551,8 km² de área desse grande sistema estuarino subtropical pode ser classificado em três níveis hierárquicos (Noernberg *et al.*, 2006). O primeiro compreende o próprio CEP, o segundo consiste nos setores de Antonina, Paranaguá, Mistura, Laranjeiras e Pinheiros e o terceiro nível compreende a delimitação de sete subestuários: Cotinga, Nhundiaquara, Cachoeira, Medeiros, Itaqui, Benito e Guaraqueçaba (Fig. 4).

Segundo Mantovanelli *et al.* (2004), o Complexo Estuarino de Paranaguá recebe a drenagem de aproximadamente 70% da área da bacia hidrográfica litorânea do estado do Paraná. Somente as bacias dos setores Antonina e Paranaguá correspondem a 54% da drenagem do CEP, sofrendo, desta forma, uma maior influência do aporte de água doce continental.

As informações a respeito da circulação estuarina no CEP concentram-se no eixo L-O nos setores de Antonina, Paranaguá e Mistura, onde a circulação é basicamente regida por correntes de maré, com influência sazonal do aporte fluvial, a qual também influencia na distribuição dos nutrientes inorgânicos e da biomassa fitoplanctônica (Knoppers *et al.*, 1987). Os processos de estratificação halina e mistura vertical são extremamente dinâmicos, sendo alterados tanto em escalas horárias, relativas ao ciclo de maré, quanto entre os ciclos de sizígia e quadratura, em função da variação na intensidade das correntes de maré (Mantovanelli *et al.*, 2004). O tempo de renovação da

água doce (tempo de fluxo ou descarga) no CEP situa-se entre 3 e 10 dias. Em condições de elevado e constante aporte de água doce, o que geralmente ocorre no verão, o tempo de renovação tende a ser menor (Mantovanelli *et al.*, 2004).

A maré no CEP é predominantemente semidiurna, com desigualdades diurnas, e apresenta forte assimetria nas elevações e correntes de maré. As componentes mais importantes da maré astronômica são as componentes semidiurnas M2 e S2, representando cerca de 50% da altura da maré. As componentes terdiurna (M3), quarto diurna (M4) e as compostas, não lineares ou de pequeno fundo (MN4 e MS4), apresentam grande importância no comportamento da onda de maré, em termos de elevação e velocidade de correntes (Camargo, 1998; Marone & Jamiyanaa, 1997). As correntes de vazante são, em média, 10 a 15 % superiores às de enchente. Isto ocorre devido à influência dos atritos lateral e de fundo, que são gradativamente maiores em direção à cabeceira (Camargo, 1998) e,

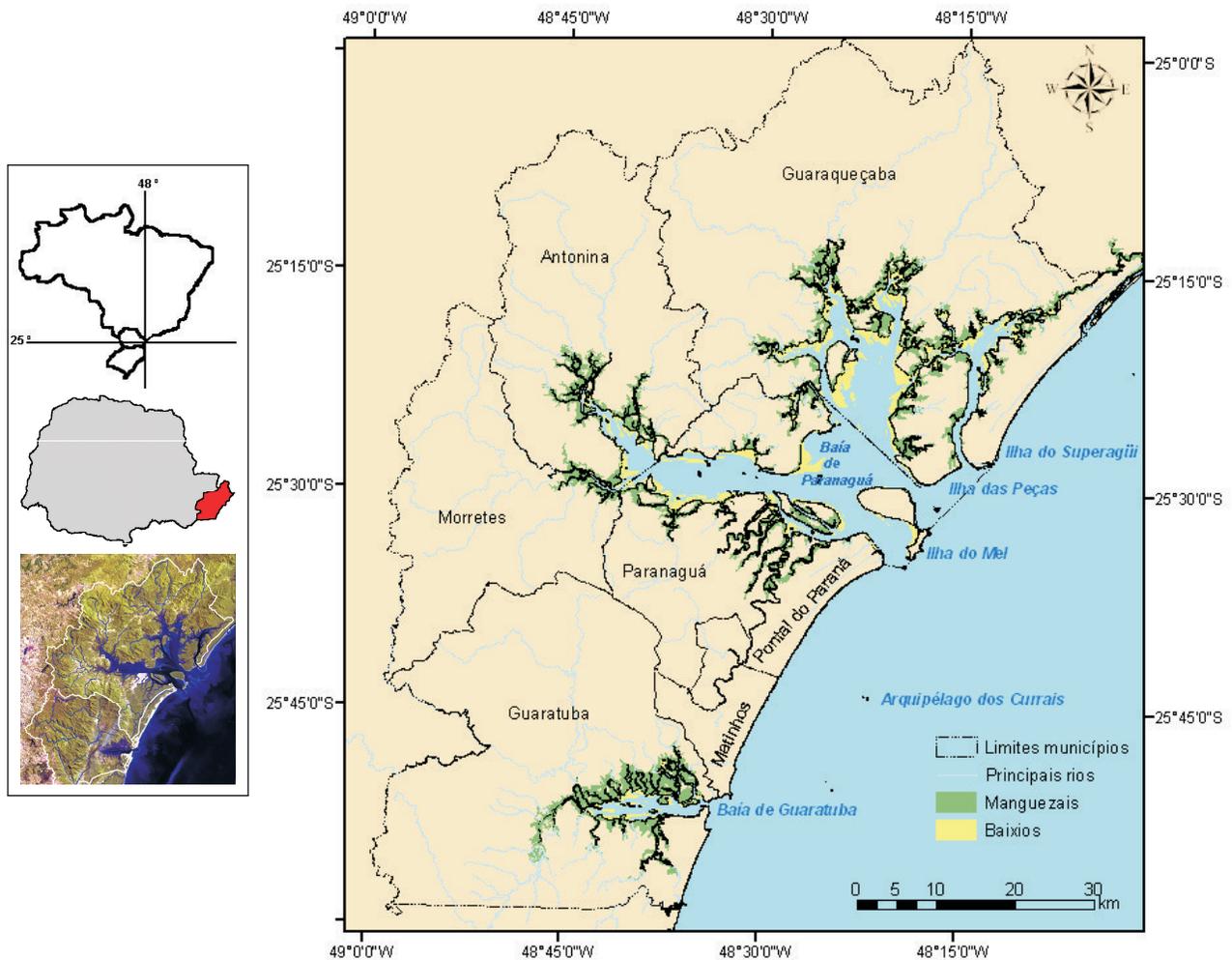


Figura 1 - Localização da área de estudo.

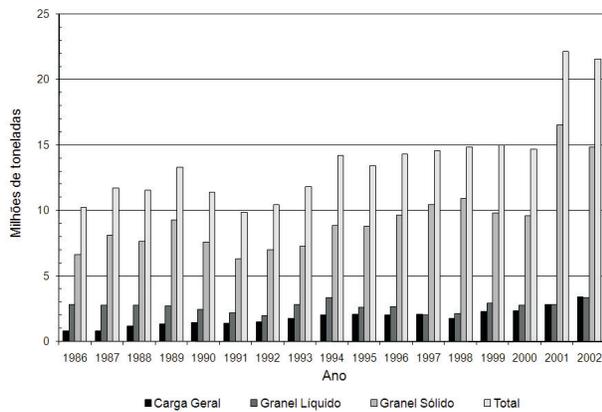


Figura 2 - Evolução do embarque de cargas no porto de Paranaguá-PR no período entre 1986 e 2002. (valores em milhões de toneladas). Fonte: Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 2007.

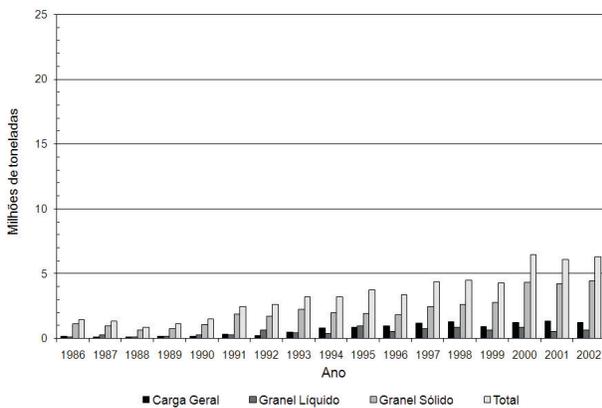


Figura 3 - Evolução do desembarque de cargas no porto de Paranaguá-PR no período entre 1986 e 2002. (valores em milhões de toneladas). Fonte: Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 2007.

também, devido ao aporte de água doce e à circulação residual. As correntes residuais de maré (modo barotrópico) podem ser significativamente modificadas pelo vento, tanto na zona costeira como no interior da baía (Camargo, 1998). O efeito do vento é particularmente importante na geração de marés meteorológicas, geralmente associadas à passagem de sistemas frontais. Estas marés promovem aumentos excepcionais do nível do mar no interior do CEP de até 0,80 metros acima da maré astronômica (Marone & Camargo, 1994).

A composição dos sedimentos do fundo da Baía de Paranaguá é basicamente uma mistura de material detrítico terrígeno com material biogênico, produzido pelas associações vegetais (manguezais, marismas, etc.) que ocorrem nas margens e setores internos das gamboas da baía. Os teores de carbonato biodetrítico nos sedimentos de fundo são, de modo geral, baixos. Os sedimentos tornam-se mais finos e menos selecionados para o interior do setor Paranaguá. À

jusante de Paranaguá, os sedimentos são basicamente de areia fina ou muito fina, e no setor Antonina predomina a argila. Os sedimentos mais selecionados encontram-se na área próxima ao mar aberto, com o grau de seleção diminuindo consideravelmente para o interior da baía (Bigarella *et al.*, 1970; Lana, 1986; Soares & Barcelos, 1995).

Na desembocadura da Baía de Paranaguá ocorrem feições deposicionais arenosas, submersas e semi-submersas, chamadas genericamente de baixios, e interpretadas como deltas de maré e feições assemelhadas (Angulo, 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

A linha de costa do litoral do estado do Paraná foi dividida em segmentos com base na interpretação de uma imagem de satélite LANDSAT ETM+ do ano 2002, e de verificações em campo. O critério de classificação de cada trecho levou em consideração o tipo de substrato, a declividade da linha de costa, a exposição à energia das ondas e marés e a cobertura vegetal do substrato. A cada segmento foi atribuído um índice de sensibilidade do litoral (ISL), hierarquizando os diversos tipos de contorno da costa em uma escala de 1 a 10, sendo o índice tanto maior quanto maior o grau de sensibilidade.

Um total de seis saídas de campo foram realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2005 para o registro das informações dos segmentos. As características ambientais para a determinação do ISL foram obtidas com base nas planilhas retiradas do anexo 1 do manual "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas SAO" (MMA, 2004). As coordenadas iniciais e finais de cada segmento, assim como a coordenada do ponto de observação, foram obtidas em campo através de GPS. Cada segmento foi fotografado e os arquivos digitais armazenados em um banco de imagens. Para os locais de difícil acesso, foram utilizadas fotografias obtidas em sobrevôos prévios realizados na região. Imagens multiespectrais do satélite IKONOS obtidas em outubro de 2002, com resolução espacial de 4 metros, também foram utilizadas na identificação das características ambientais de algumas localidades.

Todos os dados obtidos foram inseridos no sistema de informações geográficas ArcGIS 8.2. Utilizou-se ainda dados vetoriais e cadastrais de rodovias, ferrovias, rede de drenagem e divisões municipais digitalizadas a partir de cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, disponíveis em banco de dados georreferenciados (Noernberg *et al.* 1997).

As áreas de manguezais e baixios foram obtidas através de processamento digital de uma imagem de

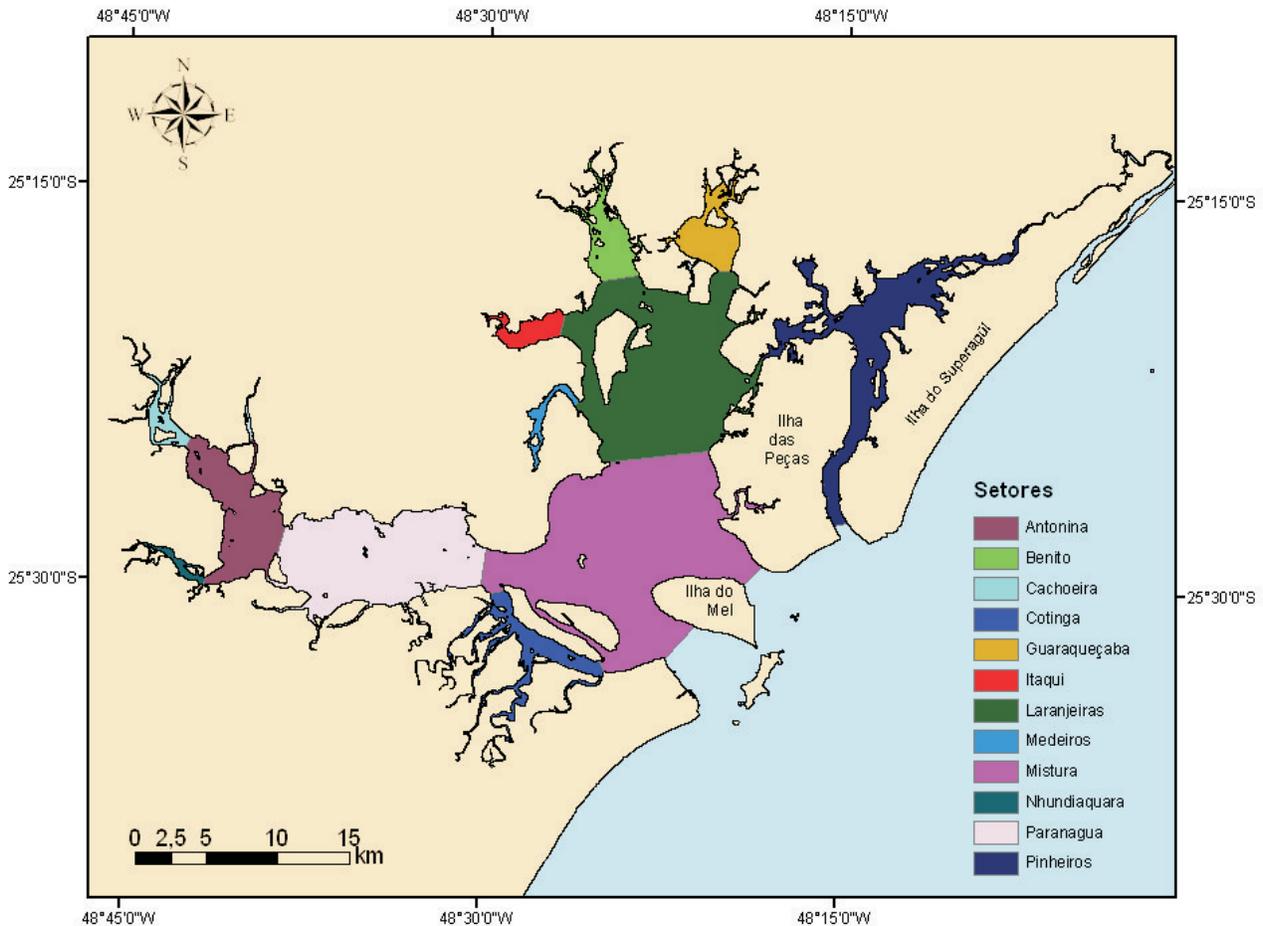


Figura 4 - Setorização do Complexo Estuarino de Paranaguá – CEP.

satélite LANDSAT 7 ETM+ de 1999 (Noernberg *et al.* 2006).

Os limites das unidades de conservação federais, estaduais e municipais foram obtidos junto à Secretária de Estado do Meio Ambiente do Paraná (SEMA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O levantamento dos recursos biológicos foi efetuado de acordo com a divisão proposta por MMA (2004) e sobre as referências bibliográficas existentes.

As informações relativas aos usos humanos dos recursos naturais (atividades socioeconômicas) contemplaram os tipos de uso ou grupos de informações mencionados pelas Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo: i) áreas recreacionais e locais de acesso; ii) áreas sob gerenciamento especial; iii) locais de cultivo e extração de recursos naturais; e iv) recursos culturais.

Informações acerca dos locais de extração de recursos bênticos de manguezais (ostras, sururu e

caranguejo), dos locais de aqüicultura e das áreas de pesca foram obtidos através de dados disponíveis na literatura e complementados com saídas de campo. Também foram identificadas as colônias de pesca e os principais pontos de desembarque de pescado (Miranda, 2004; Caldeira, 2004; Andriguetto Filho, 1999; IPARDES, 1989a; 1989b; 1989c; SPVS, 1992a; 1992b).

Com relação aos recursos culturais, foram identificadas e mapeadas as comunidades tradicionais (comunidades de pescadores e comunidades indígenas) e os principais sítios históricos e arqueológicos (sambaquis) (Parellada & Gottardi Neto, 1993).

Para cada uso ou atividade identificada, além das informações que constam do modelo de planilha disponibilizado por MMA (2004) foram inseridas, quando pertinente, outras informações disponíveis como as estimativas de produção da atividade.

Para todo o banco de dados foi padronizado o uso do datum horizontal WGS-84 e da projeção cartográfica UTM (Projeção Universal Transversal de Mercator) zona 22 S.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de Sensibilidade do Litoral

O litoral do estado do Paraná apresenta uma extensão total de 1.675 km, dos quais foram classificados 424 segmentos, desde a divisa com Santa Catarina no rio Saí-Guaçú, até o Mar do Ararapira, limite com o estado de São Paulo.

O índice de maior ocorrência foi o ISL-10 que corresponde aos manguezais e marismas, presentes em 80,31% da costa paranaense, principalmente devido aos dois grandes estuários de Paranaguá e Guaratuba com inúmeras ilhas e reentrâncias na linha de costa.

O segundo maior índice em extensão foi o ISL-8 representado pelos costões rochosos e enrocamentos abrigados e pelas escarpas de areia abrigadas. As praias arenosas expostas (ISL-4) também representam fração significativa do total da linha de costa paranaense. A distribuição de todos os segmentos de linha de costa classificados encontram-se na tabela 1.

Apesar do ISL-9, que representa as planícies de maré lamosa abrigada, ocupar apenas 0,12% da linha de costa, é importante salientar a grande quantidade de fundos rasos, os chamados baixios, que ocorrem nas baías de Paranaguá e Guaratuba. Como estas áreas podem, potencialmente, ficar expostas durante os períodos de maré mais baixa, ficando vulneráveis às manchas de óleo, seus limites foram demarcados com a mesma cor do índice ISL-9. Segundo Noernberg *et al.* (2006), estes baixios representam 24,6% da área da baía de Paranaguá.

Recursos Biológicos

Apesar do levantamento dos recursos biológicos ter sido baseado em referências bibliográficas, os números apresentados na tabela 2 sintetizam as informações acerca destes recursos na área de estudo, e refletem a importância ecológica da região, bem como sua significativa biodiversidade. Destacam-se a grande quantidade de espécies de peixes, aves e invertebrados;

grupos estes bastante sensíveis à contaminação por óleo. O CEP é uma importante área de reprodução de mamíferos marinhos e de diversas espécies de peixes e crustáceos de importância comercial.

A costa paranaense é classificada como sendo de extrema importância para a conservação de aves marinhas no Brasil, com destaque para as três ilhas situadas na plataforma continental interna. A importância do litoral paranaense é justificada pela utilização desta área como ponto de parada de espécies migratórias, por haver reprodução de aves aquáticas coloniais e também por abrigar importantes sítios de alimentação para aves marinhas em geral (Krull, 2004). Destacam-se um grupo de aves marinhas formado por cinco espécies que nidificam nas três ilhas situadas na plataforma continental interna. As populações mais abundantes são a do atobá, *Sula leucogaster*, e a do tesoureiro, *Fregata magnificens*, que juntas superam cinco mil casais somente no arquipélago de Currais (Krull, 2004).

No interior do Complexo Estuarino de Paranaguá, a região da baía de Guaraqueçaba e as proximidades da ilha das Peças foram identificadas como áreas de grande concentração do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis guianensis*) (Bonin, 2001).

Esses mamíferos marinhos possuem grande potencial para acumular compostos tóxicos, por apresentarem longo ciclo de vida e ocuparem o topo da cadeia trófica marinha, sendo a concentração de alguns elementos-traço encontrados nesses animais um importante indicativo da qualidade ambiental da região. (De Guise *et al.* 1996).

Equipamentos de Resposta e Planos de Contenção

As atividades que envolvem transporte e armazenamento de óleo, assim como as atividades portuárias em geral estão concentradas no eixo leste-oeste da baía de Paranaguá, indicando a prioridade com relação à alocação dos equipamentos de resposta à acidentes com óleo. Atualmente, após os acidentes

Tabela 1 - Classificação de ISL da linha de costa do estado do Paraná.

ISL	Nº de segmentos	Extensão total (km)	% do total
1	1	0,58	0,03%
2	13	8,2	0,49%
3	20	103,5	6,18%
4	29	56,1	3,35%
5	0	0	0,00%
6	15	11,94	0,71%
7	1	0,89	0,05%
8	109	146,6	8,75%
9	2	2	0,12%
10	234	1345,2	80,31%
Total	424	1675	100,00%

Tabela 2 - Resultados do levantamento bibliográfico dos recursos biológicos.

Classe de recurso	Nº de espécies relacionadas	Nº de referências bibliográficas	Nº de espécies ameaçadas de extinção
Aves	393	25	05
Peixes	2406	56	Sem informação
Mamíferos terrestres	27	02	Sem informação
Mamíferos aquáticos	10	09	05
Répteis / Anfíbios	16	07	04
Invertebrados	1006	152	Sem informação
Total	3858	251	14*

mencionados anteriormente, existem equipamentos adequados em dois centros de respostas à emergência, localizados na cidade de Paranaguá. A Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA) conta com o Centro de Excelência em Defesa Ambiental Taguaré (CEDA – Taguaré) e a Transpetro conta com um Centro de Resposta a Emergência (CRE). Ambas as instalações são atendidas pela Alpina Briggs, empresa que atua com emergências químicas e ambientais. Além desta, atuam em Paranaguá, outras duas empresas voltadas ao combate à poluição por óleo e outros agentes químicos: a Ecosorb – Tecnologia de Proteção Ambiental; e a Hidroclean Serviços Marítimos. Estas três empresas especializadas dispõem de uma variedade de equipamentos de combate a vazamento de óleo e outros produtos químicos, como skimmers, barreiras de contenção, moto-bombas, mantas absorventes, barcos entre outros.

Alguns terminais portuários de Paranaguá e Antonina já contam com planos de emergência, que abordam situações como o vazamento de óleo. Além disto, existe um plano de área, formado por um consórcio de quatro operadores portuários. No entanto, não existe um plano integrado de contingência regional para o combate a acidentes com óleo na baía de Paranaguá.

Um plano regional de prevenção, monitoramento e contingência à acidentes ambientais certamente teria maior eficácia e menor custo operacional, caso todos os atores envolvidos, incluindo os órgãos municipais, estaduais e federais, atuassem de forma integrada, pensando no Complexo Estuarino de Paranaguá como um sistema único, e não de forma individualizada e segmentada.

Usos e Atividades Socioeconômicas

Entre os locais de acesso e de uso turístico e recreacional, foram identificados oito locais com ocorrência de marinas, três terminais marítimos de passageiros (Ilha do Mel, Pontal do Paraná e Paranaguá), além de locais de acesso à balsa para travessia de veículos na baía de Guaratuba. Esses locais, além de vulneráveis à contaminação por óleo no

que tange o seu uso pela população (população local, turistas, etc.), podem ser considerados estratégicos para o acesso ao mar das equipes de contenção e limpeza em caso de acidentes. Também constam da base de dados as cidades históricas de Antonina, Paranaguá e Guaraqueçaba, bem como 18 praias de elevada visitação turística distribuídas por toda a orla paranaense. É importante ressaltar que as atividades e os usos turísticos do litoral do Paraná são mais intensos nos meses de verão e que, portanto, os impactos sofridos em decorrência de acidentes envolvendo derramamentos de óleo são potencializados durante esse período.

Em relação aos recursos culturais, destaca-se a existência de comunidades tradicionais (Fig. 5), incluindo cerca de 70 comunidades de pescadores artesanais, distribuídas ao longo da orla oceânica do estado, da baía de Guaratuba e, principalmente, em todos os setores do Complexo Estuarino de Paranaguá. Nesse mesmo complexo estuarino, também foi registrada a ocorrência de duas comunidades indígenas e de 270 sítios arqueológicos (sambaquis).

O litoral paranaense conta com 18 unidades de conservação, das quais 13 são unidades de proteção integral (duas estações ecológicas estaduais, um parque municipal, sete parques estaduais e três nacionais), sendo que cinco são de uso sustentável (duas florestas estaduais, duas áreas de proteção ambiental (APA) estaduais e uma federal). Como consequência disto, 67% da linha de costa paranaense encontra-se no interior de unidades de conservação. Entre as áreas sob gestão especial, destaca-se a APA de Guaraqueçaba, que engloba quase todo o CEP e abriga boa parte das comunidades pesqueiras do litoral do Paraná.

Foram registrados, no CEP, 16 locais de cultivo de ostras nativas da espécie *Crassostrea rhizophorae* e um local de cultivo de mexilhões da espécie *Perna perna*. Tais cultivos pertencem a pescadores artesanais e operam em regime familiar de produção. Esses cultivos estão associados a atividades de extração, uma vez que os organismos cultivados são obtidos em ambiente natural. Também nesse complexo estuarino, foi

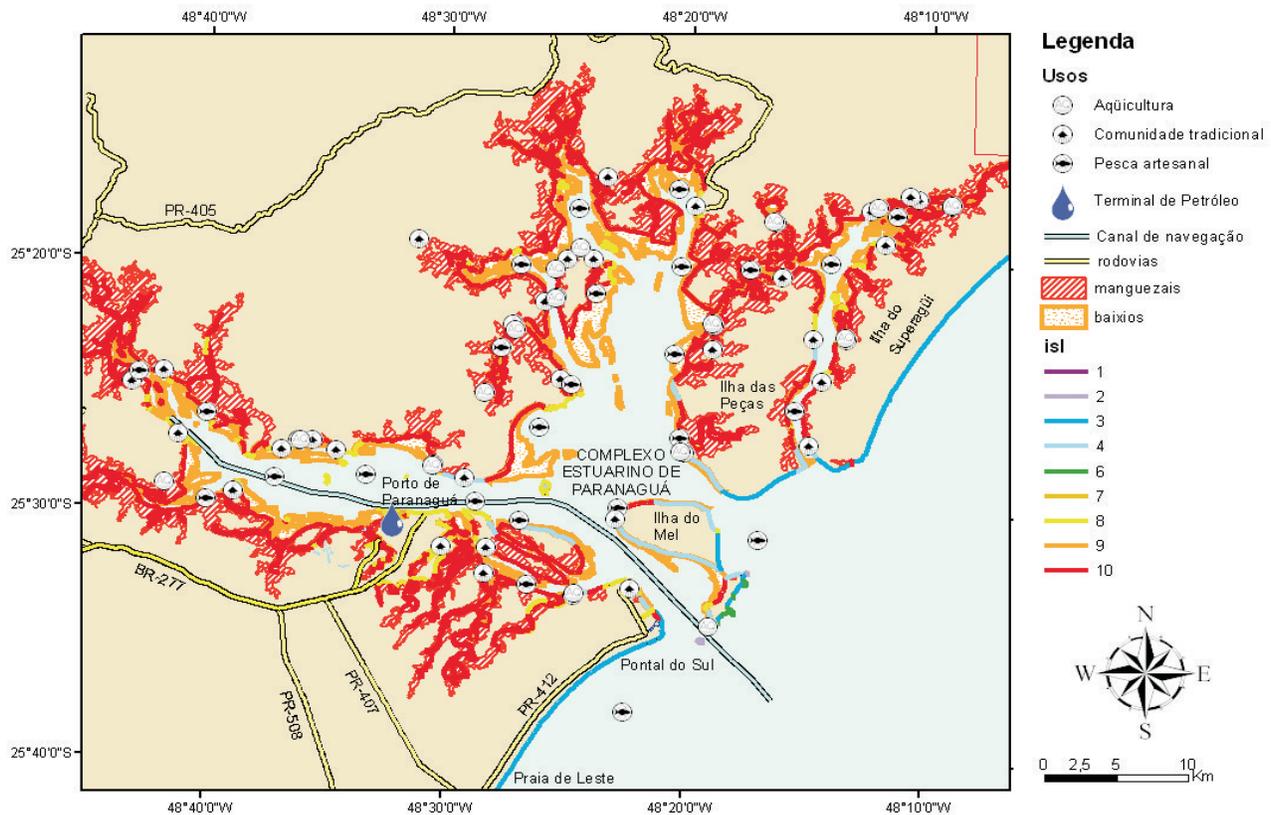


Figura 5 - Índice de sensibilidade do litoral (ISL) e usos do Complexo Estuarino de Paranaguá – CEP.

registrada a ocorrência de uma fazenda de cultivo de camarão do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em tanque escavado. Trata-se de um empreendimento de grande porte, que opera em regime empresarial. Na baía de Guaratuba há empreendimentos de cultivos de ostras das espécies *Crassostrea rhizophorae* e *Crassostrea gigas*.

Foram identificados locais onde ocorre a extração de recursos bênticos de manguezal pelas comunidades de pescadores. No CEP, são 9 os locais de ocorrência de extração de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) (além dos locais onde a extração está associada a atividades de cultivo), 17 os locais de extração de sururu (*Mytella guayanensis*) e 28 os locais de extração de caranguejo (*Ucides cordatus*). Com relação aos locais de extração desses recursos, é importante ressaltar que os pontos demarcados correspondem apenas a regiões próximas às comunidades onde residem os extrativistas. A extração desses recursos, no entanto, pode ocorrer em bosques distantes do local de residência dos extrativistas, abrangendo todos os setores do complexo estuarino (Caldeira, 2004; Miranda, 2004).

Ainda relativo aos locais de extração e cultivo de recursos naturais foram inseridas na base de dados a demarcação das áreas utilizadas pelas atividades

pesqueiras paranaenses (Andriguetto Filho, 1999), como segue: i) área de pesca artesanal estuarina, limitada ao interior das baías; ii) área localizada na desembocadura do CEP, na qual coexistem atividades de pesca artesanal estuarina e de pesca artesanal costeira; iii) área utilizada pela pesca artesanal costeira e pela pesca empresarial, que abrange a plataforma continental interna, ao longo de toda a costa paranaense, até o limite aproximado de três milhas de distância da linha de costa; e iv) área de plataforma utilizada pela pesca empresarial, que vai da terceira milha de distância da costa até o limite aproximado da isóbata de 20 metros. Além das áreas de pesca, também foram registrados elementos estruturais da atividade pesqueira, incluindo 14 pontos de desembarque e comercialização de pescados e as colônias de pesca dos municípios de Paranaguá, Guaraqueçaba, Antonina, Guaratuba, Pontal do Paraná e Matinhos.

Resultados parciais do cadastramento dos pescadores pela Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP/PR), apresentados por Andriguetto Filho *et al.* (2006), mostram que cerca de 4300 pescadores estão cadastrados nesse órgão. Contudo, há grande quantidade de pescadores não registrados, onde estimativas indicam que apenas nas vilas ribeirinhas,

pelo menos 11000 pessoas dependem direta ou indiretamente da pesca (Andrighetto Filho *et al.*, 2006). As atividades realizadas por essas populações (pesca, extração e cultivo) são fortemente condicionadas pela qualidade dos ambientes costeiros. Assim, embora possam ocorrer impactos nas atividades portuárias, náuticas e de turismo, é seguro afirmar que as comunidades tradicionais (um importante recurso cultural) são as mais sensíveis aos acidentes envolvendo derrame de óleo. A figura 5 ilustra essa situação para o caso do Complexo Estuarino de Paranaguá, onde é possível observar que a distribuição espacial das comunidades tradicionais e das suas atividades produtivas se apresenta relacionada com a localização das áreas de manguezais, marismas e planícies de maré, que representam os ecossistemas com maior sensibilidade ao óleo.

O histórico de acidentes do litoral paranaense fornece bases factuais para esse tipo de interpretação. Na ocasião do acidente com o navio Vicuña, os prejuízos causados na população de pescadores, tais como a proibição temporária da pesca e da extração de recursos bênticos e também a perda de organismos cultivados, tiveram grande repercussão, inclusive nos grandes meios de comunicação. Apesar dos esforços de remediação desses impactos (distribuição de cestas básicas, contratação de pescadores para o trabalho nas operações de limpeza e indenizações), o descontentamento e indignação das comunidades pesqueiras perduram até os dias de hoje, resultando em infundáveis processos judiciais por danos morais e materiais. Cabe ressaltar que, para alguns representantes da classe pesqueira, existem dúvidas em relação à recuperação dos ecossistemas afetados pelo acidente, mesmo numa perspectiva de longo prazo. Outro importante impacto desse tipo de acidente manifesta-se na resistência ao consumo dos produtos pesqueiros oriundos da região, que perduram mesmo depois da liberação das atividades e prolongam os prejuízos financeiros das comunidades (Caldeira, 2004).

Salienta-se, ainda, que esses impactos incidem sobre um contexto de crise de gestão dos recursos pesqueiros, marcado pela diminuição nos rendimentos das capturas, por uma legislação ambiental inadequada à realidade socioambiental do litoral paranaense e pela dependência dos pescadores a atravessadores e a empresas de comercialização e beneficiamento de pescado, comprometendo seriamente os resultados econômicos obtidos pelas suas atividades (Andrighetto Filho, 1999; Andrighetto Filho *et al.*, 2006; Caldeira, 2004). Como agravante, a análise da renda dessas populações indica que boa parte dela vive em condições de indigência ou abaixo da linha de pobreza estabelecida pelo Banco Mundial (Borges *et al.*, 2006).

Adicionalmente aos efeitos da contaminação dos ecossistemas costeiros, não se pode ignorar a consequência dessa contaminação sobre a população de pescadores, sejam elas imediatas ou de longo prazo. Nesse sentido, é importante que os planos de ação em caso de acidentes sejam aprimorados e conduzidos de forma a minimizar os efeitos negativos dos acidentes nesses atores.

Por fim, é importante considerar que a revisão bibliográfica e os esforços de campo não foram capazes de cobrir todas as atividades e usos incidentes no litoral do Paraná que podem ser afetados pela contaminação por óleo. Essas limitações são ainda mais acentuadas para o caso da baía de Guaratuba, devido às poucas informações pretéritas sobre os usos que incidem nesse ambiente e devido às dificuldades logísticas no âmbito desse projeto. Além disso, em alguns casos, a ocorrência dos usos apresenta caráter dinâmico. As atividades de maricultura, por exemplo, têm sido constantemente fomentadas pelo governo, por universidades e por organizações não governamentais, o que pode resultar na expansão das atividades para outras regiões. Por essas razões, cabe ressaltar a necessidade de constante atualização e complementação da base de dados relativa às atividades socioeconômicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É incontestável a necessidade da obtenção e atualização de dados ambientais e socioeconômicos da costa brasileira com a finalidade de elaboração das Cartas de Sensibilidade ao Óleo. Apesar de em alguns casos a abrangência e o detalhamento não serem o ideal, as cartas SAO são instrumentos valiosos para a ação de contingência em casos de acidentes com óleo. Contudo, para que elas possam ter sua eficácia, há necessidade de que os planos de contingência sejam adequados às características locais e efetivamente implantados.

No caso de um litoral pequeno com mais de 80% de sua costa com elevada sensibilidade ambiental como o litoral paranaense, a população residente, formada por comunidades tradicionais, depende da extração e da qualidade dos recursos naturais e está sob elevado risco de acidentes devido à intensa atividade portuária. Assim, um plano de contingência para a região deve ter como características principais, além da eficácia, a integração e a adequação às características locais. Fazem-se necessários, também, uma fiscalização e monitoramentos rígidos além de planos e alternativas de atendimento à população dependente dos recursos afetados.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado com recursos do CT-Petro/CNPq (processo 403756/04-9) referente ao edital Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo – Cartas SAO e Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia de Santos.

REFERÊNCIAS

- Andriguetto-Filho, J.M. 1999. Sistemas técnicos de pesca e suas dinâmicas de transformação no Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Meio Ambiente e Desenvolvimento - Universidade Federal do Paraná. 242p.
- Andriguetto Filho, J.M.; Chaves, P.T.; Santos, C. & Liberati, S. 2006. Diagnóstico da Pesca no litoral do Estado do Paraná. In: A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Victoria J. Isaac *et al.*. Orgs. Belém: Universidade Federal do Pará – UFPA, 180p.
- Angulo, R.J. 1992. Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo – USP. 334p.
- Angulo, R.J. 1999. Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná. Anais da Academia Brasileira de Ciências. v. 71, 4-II:935-959.
- Angulo, R.J. & Araújo, A.D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. Boletim Paranaense de Geociências. 44:7-17.
- Bandeira, J.V. 1974. Estudo estatístico das ondas ao largo da Baía de Paranaguá. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado. Setor de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 81p.
- Bigarella, J.J.; Alessi, A.H.; Becker, R.D. & Duarte, G.M. 1970. Natureza dos sedimentos de fundo das baías de Paranaguá e Antonina. Revista Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas. 15:30-33.
- Bonin, C.A., 2001. Utilização de Habitat pelo Boto-Cinza, *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetácea, Delphinidae), na porção norte do complexo estuarino da baía de Paranaguá - PR. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 106p.
- Borges, L.M.M.; Maulin, G.C. & Andriguetto Filho, J.M. 2006. Analysis of income sources of fishers' families on the coast of the state of Paraná, Brazil. Journal of Coastal Research, SI39:1268-1272.
- Caldeira, G.A. 2004. Diagnóstico socioeconômico e caracterização dos parques ostreícolas das populações tradicionais do litoral do Paraná: subsídios para o gerenciamento da atividade. Monografia de Graduação. Oceanografia – Universidade Federal do Paraná - UFPR. 151p.
- Camargo, R. 1998. Estudo numérico das circulações atmosférica e oceânica na região da Baía de Paranaguá. São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo - USP. 181p.
- Camargo, R.; Marone, E. & Silva Dias, P.L. 1996. Detecção do sinal de brisa no registro de vento de Pontal do Sul (PR). Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9:1036-1040.
- De Guise, S., Bernier, J., Martineau, D., Beland, P., Fournier, M., 1996. Effects of *in vitro* exposure of beluga whale splenocytes and thymocytes to heavy metals. Environmental Toxicology and Chemistry. 15:1357–1364.
- Fatorelli, L. 2005. Proposta de avaliação de risco ecológico para contaminações de petróleo e derivados estudo de caso. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 120p.
- Figueiredo, L.F.G. 2000. Sistema de apoio multicritérios para aperfeiçoamento de mapas de sensibilidade ambiental ao derrame de petróleo na região de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. 184p.
- Fingas, M.F. 2001. The Basics of oil spill cleanup. 2. ed. Lewis Publishers. 233p.
- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 1989a. Zoneamento do Litoral Paranaense. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Édson Vieira, Curitiba. 175p.
- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 1989b. APA de Guaraqueçaba: Caracterização Sócio-Econômica dos Pescadores Artesanais e Pequenos Produtores rurais. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Édson Vieira, Curitiba. 87p.
- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 1989c. Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação Édson Vieira, Curitiba. 175p.
- Knoppers, B.A.; Brandini, F.P. & Thamm, C.A. 1987. Ecological studies in the bay of Paranaguá. Some physical and chemical characteristics. Nerítica. 2:1-36.
- Krul, R. 2004. Aves marinhas costeiras do Paraná. P. 37-56. In. Aves marinhas insulares brasileiras: bioecologia e conservação. Joaquim Olinto Branco (org.). Ed. Univali, Itajaí, SC.

- Lana, P.C. 1986. Macrofauna benthica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). *Nerítica*. 1(3):79-89.
- Lima, R.E.; Negrelle, R.R.B.; Andriquetto Filho, J.M.; Bittencourt, A.V.L.; Lana, P.C.; Canali, N.E. & Angulo, R.J. 1998. Caracterização do NIMAD e do litoral paranaense. In: Lima Renato Eugenio; Negrelle Raquel; Andriquetto Filho; Bittencourt Andre; Lana P.C.; Angulo R.J.; Canali N. E.. (Org.). *Caracterização do NIMAD e do litoral paranaense*. : Editora UFPR, 1998, v. 1, p. 3-12.
- Mantovanelli, A.; Marone, E.; Silva, E.T.; Lautert, L.F.C.; Klengenfuss, M.S.; Prata JR, V.P.; Noernberg, M. A.; Knoppers, B.A. & Angulo, R.J. 2004. Combined tidal velocity and duration asymmetries as a determinant of water transport and residual flow in Paranaguá Bay Estuarine, Coastal and Shelf Science. 59:523-537.
- Marone, E. & Camargo, R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. *Nerítica*. 8:73-85.
- Marone, E. & Jamiyanaa, D. 1997. Tidal characteristics and a variable boundary numerical model for the M2 tide for the Estuarine Complex of the Bay of Paranaguá, PR, Brazil. *Nerítica*. 11(1-2):95-107.
- Miranda, R.B. 2004. Dinâmicas de apropriação e saberes comunais dos recursos benthicos de manguezais de interesse econômico no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, Paraná. Curitiba. Tese de Doutorado. Meio ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná. 465p.
- MMA/PNMA. 1998. Caracterização dos ativos ambientais em áreas selecionadas da zona costeira brasileira. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília. 136p.
- MMA. 2004. Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo/Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial. Ministério do Meio Ambiente. 107p.
- Noernberg, M.A.; Lautert, L.F.C.; Araújo, A.D. & Odresky, L.L. 1997. Base de dados digital do litoral paranaense em sistema de informações geográficas. *Nerítica*. 20(1):67-82.
- Noernberg, M.A.; Lautert, L.F.C.; Araújo, A.D.; Marone, E.; Angelotti, R.; Netto JR., J.P.B. & Krug, L.A. 2006. Remote Sensing and GIS Integration for Modeling the Paranaguá Estuarine Complex -Brazil. *Journal of Coastal Research*. SI39:1627-1631.
- SEAP/PR. 2006. Registro Geral de Pesca. Resultados do Recadastramento Nacional de Pescadores do Brasil. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP/PR), Brasília-DF.
- SPVS. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. 1992a. Diagnóstico da Situação Físico-Biológica e Sócio-econômica da Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Relatório Técnico. SPVS, Curitiba. 2 vols., 281p. + anexos.
- SPVS. Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental. 1992b. Plano Integrado de Conservação da Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. SPVS/TNC/IBAMA, 2v., Curitiba, 129p.
- Parellada, C.I. & Gottardi Neto, A.. 1993. Inventário de sambaquis do litoral do Paraná. Arquivos do Museu Paranaense. *Arqueologia*. 7:1-42.
- PORTOBRAS – Empresa de Portos do Brasil. 1983. Campanha de medições de ondas em Paranaguá – PR, período 21.08.1982 a 21.01.1983. Rio de Janeiro, Inst. Pesq. Hidrog. (INPH), Div. Lev. (DIDELE), 23 p.
- Soares, C.R. & Barcelos, J.H. 1995. Considerações sobre os sedimentos de fundo das baías de Laranjeiras e de Guaraqueçaba, Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). *Boletim Paranaense de Geociências*. 43:41-60.
- Veiga, F.A. 2005. Processos morfodinâmicos e sedimentológicos na plataforma continental rasa paranaense. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 193p.

Received: October 05, 2007
Accepted: August 11, 2008