

## **ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO PARA AS PRAIAS DE FORTALEZA SOBRE INFLUÊNCIA DO PORTO DO MUCURIBE-CE.**

**L.S. Pinheiro**

Gerência da Construção Civil – CEFET-CE  
Av. 13 de Maio, 2081 Benfica CEP 60040-7531 Fortaleza-CE  
E-mail: laldiane@fortalnet.com.br

**M. O. M. Bezerra**

Departamento de Geologia – UFPA-PA  
Av. Augusto Correa Nº 1, Guamá, 66075-970, Belém- PA  
E-mail: ozilea@gmail.com

**L. Pinheiro**

Centro de Ciências e Tecnologia-UECE-CE  
Av. Paranjana, 1700, Campus do Itaperi, 60740-000, Fortaleza-CE  
E-mail: lidriana@uece.br

### **RESUMO**

A poluição por óleo é uma das principais preocupações voltadas para a questão ambiental costeira. Decisões mitigadoras devem ser tomadas em caso de acidentes com vazamentos de óleo próximo ao terminal portuário, com embasamento nos planos de emergências individuais (PEI) e pelos mapas de sensibilidade ambiental apresentados na forma de Cartas SAO. Estas possuem informações eficazes no planejamento de planos de contingência e em procedimentos de limpeza, possibilitando a priorização de ambientes mais sensíveis diminuindo os impactos que um derrame de petróleo e seus derivados possam causar. Objetivando caracterizar os ecossistemas do litoral de Fortaleza que estão sobre influência do Porto do Mucuri, aplicando os diferentes índices de sensibilidade do litoral (ISL) em função dos fatores hidrodinâmicos e morfodinâmicos, foram definidos cinco pontos de monitoramento nos 4,7km de faixa de praia entre o porto e Praia dos Diários, onde foram realizados perfis topográficos, coleta de sedimentos e de variáveis oceanográficas. Da integração dos dados com a escala internacional de ISL foi possível determinar os índices de sensibilidade para a área estudada, que serviu de subsídios para a elaboração do mapa de sensibilidade ambiental. As praias estudadas, em geral, apresentaram um grau de exposição baixo às ondas, pois estão sobre abrigo do molhe de proteção construído para a instalação do Porto do Mucuri. As praias apresentaram declividade variando de 6 a 12°, fazendo com as praias sejam permeáveis à penetração do óleo. Estas características resultam num maior tempo de detenção do óleo em caso de vazamento. A partir dos Aspectos observados pode-se fazer uma classificação para área que apresentou praias com índices 1, 3, 4, 5 e 6, tornando base para a identificação dos locais ecologicamente sensíveis com relação à poluição causada por derramamento de óleo, instrumento importante para uma resposta mais efetiva de forma a proteger os recursos ambientais aquáticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** derramamento de óleo, Porto do Mucuri, Cartas SAO.

## 1. INTRODUÇÃO

A poluição por óleo é uma das principais preocupações voltadas para a questão ambiental costeira, causadora de impactos na biota, nas atividades socioeconômicas, no aspecto visual e no alto investimento para recuperação de locais degradados. Os tipos de contaminação por óleo podem ocorrer por meio de pequenos vazamentos durante produção e transporte de navios petroleiros, pelos naufrágios dos mesmos, por grandes acidentes em plataformas de produção, terminais, instalações de armazenamento e refino ou oleodutos.

Decisões mitigadoras devem ser tomadas em caso de acidentes com vazamentos de óleo próximo ao terminal portuário, com embasamento nos Planos de Emergências Individuais (PEI) e pelos Mapas de Sensibilidade Ambiental apresentados na forma de Cartas SAO. Estas possuem informações eficazes no planejamento de planos de contingência e em procedimentos de limpeza, possibilitando a priorização de ambientes mais sensíveis, diminuindo os impactos que um derrame de petróleo e seus derivados possam causar, já que a absorção e a bioconcentração de óleo por parte dos organismos marinhos e/ou estuarinos causam modificações na estrutura das comunidades biológicas e tornam os peixes e outros recursos do mar inadequados ao consumo (ALENCAR, 2003).

A elaboração das Cartas SAO é baseada nos Decreto-lei nº 243 de 28/02/1967, Decreto nº 89.817 de 20/06/1984 e na lei de regulamentação nº 9.966, de 28/04/2000. Estas cartas trabalham com três tipos de informações. A primeira define o índice de sensibilidade do litoral (ISL) ao óleo, baseado nas características geomorfológicas da costa, considerando os seguintes fatores: grau de exposição à energia das ondas e marés; declividade do litoral; e tipo de substrato. Outra informação levanta todos os recursos biológicos sensíveis, indicando locais de concentrações de espécies, áreas de alimentação, reprodução, berçários, nidificação e rotas de migração, além de listar as espécies em perigo de extinção. A terceira informação básica é sobre as atividades socioeconômicas que podem ser prejudicadas pelos derramamentos ou afetadas pelas ações de resposta.

Em 2004 o Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou o primeiro Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias do Ceará e Potiguar, como o piloto de um projeto que vai mapear as outras bacias marítimas brasileiras. Neste Atlas a Carta Operacional Porto do Mucuri CEP 101 Zona 24 (Coordenada Geográfica do retângulo Latitude Sul, S3°39'11.292''/S3°39'10.919''/S3°47'46.123''/ 3°47'45.735'' e Longitude W38°37'42.658''/W38°25'51.864''/ W38°37'42.442''/ W38°25'51.533'') foi feita na escala de 1:60.000 (BRASIL, 2004). Com a intenção de contribuir para atualizar parte desta carta, este trabalho tem como objetivo caracterizar os ecossistemas do litoral de Fortaleza sobre influência do Porto do Mucuri (Figura 1), em função dos fatores sedimentológicos e morfodinâmicos, com o intuito de agrupá-los nos diversos graus de sensibilidade do substrato quanto ao derrame de óleo definindo, portanto, o grau de vulnerabilidade dos segmentos costeiros. Neste estudo, somente o ISL foi analisado, baseado nas características geomorfológicas da área, semelhante ao trabalho realizado por Bezerra *et.al* (2003).

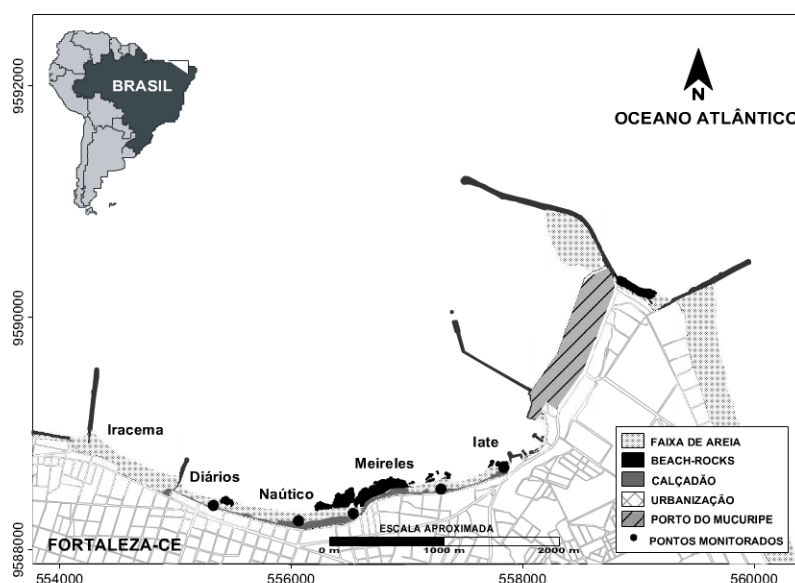


Figura 1 - Localização da Área. Autora: Laldiane Pinheiro, 2006.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi baseada nas Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade ao Derramamento de Óleo (MMA, 2002) a partir dos procedimentos da National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA (NOAA, 1997) adaptada às condições ambientais nacionais.

Adotaram-se os métodos sugeridos por (MORAIS, 1996) e (MUEHE, 1996), a fim de caracterizar as feições geomorfológicas da costa; foram realizadas visitas periódicas a campo a cada dois meses entre o período de março de 2005 a março de 2006, para realização dos perfis topográficos, coleta de sedimentos, medição da declividade e de variáveis oceanográficas nos cinco pontos de monitoramento definidos ao longo da área de estudo. Os dados foram analisados e processados no Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica – LGCO, da Universidade Estadual do Ceará.

A base cartográfica para a elaboração do mapa de sensibilidade ambiental na escala aproximada de 1:26.000 foi obtida por meio de imagens QuickBird, datadas de 2004 de alta resolução gentilmente cedida pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMACE, onde foi montado um banco de dados no Sistema de Informações Geográficas –SIG, com o auxílio do programa ARCVIEW 8.1 (Licença LGCO), para posterior aplicação das cores do (ISL) ao derramamento de óleo para as praias de Fortaleza. A simbologia adotada para representação do (ISL) dos diversos segmentos costeiros nas cartas de sensibilidade deve obedecer ao código de cores (R/G/B) que deve ser entendida como um guia a ser obrigatoriamente ajustado, de modo à obtenção de cores no padrão internacional (MMA, 2002).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A faixa de praia estudada no projeto corresponde a localizada entre as praias dos Diários e Porto do Mucuripe, com extensão de aproximadamente 4,7 km, situadas no litoral da cidade de Fortaleza-CE. Estas praias apresentam elevada concentração de banhistas e estão sobre influência direta do Porto do Mucuripe. A possibilidade de contaminação por derivados de petróleo, seja por vazamentos ou derramamentos de óleos, causariam grandes impactos ambientais e sociais, afetando a biota local, as atividades pesqueiras e o desenvolvimento socioeconômico da cidade, uma vez que este setor possui elevada infra-estrutura turística e os terrenos de melhor valorização comerciais.

Quanto às características geomorfológicas e hidrodinâmicas, conforme Quadro 1, as praias estudadas, em geral, apresentaram grau de exposição baixo à energia das ondas e das marés, devido, principalmente, estar sobre

abrigo do molhe de proteção construído para a instalação do Porto do Mucuripe, influenciando no tempo de permanência do óleo. Na praia dos Diários e Náutico, respectivamente, pontos 1 e 2, por estarem numa região mais exposta, as ondas incidem com 1,0m de altura, sendo classificadas como nível intermediário à energia das ondas. Nos pontos 3, 4 e 5, denominados de Praia do Meireles-Quadras, Praia do Meireles-Índia e Iate respectivamente, a altura das ondas variaram de 0,5m a 0,25m, que neste caso de baixa exposição às ondas, a remoção natural do óleo pode levar um longo período de tempo.

O substrato encontrado no Ponto 3 foi de areia fina e para os demais pontos o sedimento predominante foi de areia média, permitindo assim maior mobilidade do óleo entre os interstícios, aumentando o seu tempo de permanência no mesmo. A inclinação da praia determina a extensão da zona sobre influência da maré, que fica mais exposta à penetração do óleo. As declividades encontradas variaram de 6,10 a 12,5°, tendo o Ponto 4 a menor declividade e o Ponto 2 a maior. Quanto a extensão do perfil praiar, o ponto que apresentou maior perfil foi o Ponto 4 com 110m e o menor com 50m de extensão foi o Ponto 5.

No que se refere às armadilhas potenciais ao óleo, foram identificadas as obras de proteção costeira (Pontos 1 e 4), *beach-rocks* (Pontos 1, 3, 4 e 5), rochas do embasamento cristalino e estruturas de concreto (Ponto 5), que em caso de material petrolífero derramado estas estruturas funcionariam como armadilha potenciais de aprisionamento dificultando a dissipação do mesmo. Os *beach-rocks* ocupam uma área de  $1,4 \times 10^3 \text{ m}^2$ , cerca de 46% da extensão total de faixa de areia, ficando totalmente expostos na baixa-mar, retendo água no período de baixa-mar e óleo em caso de vazamento (Figura 2).



Figura 2 – *Beach-Rocks* que servem como armadilhas para o aprisionamento do óleo.

Para classificar os ISL, as diversas feições costeiras foram ordenadas de acordo com a sua sensibilidade a derramamentos de óleo, segundo as características principais desses ambientes; dos impactos de derramamentos de óleo (comportamento/ permanência) e para as ações de resposta (limpeza/remoção). O Índice de Sensibilidade do Litoral varia de 1 a 10, com ordem crescente de sensibilidade. O ambiente mais sensível ao derramamento de óleo, que recebe ISL-10 se refere a manguezais; margens de rios e lagoas; deltas e barras de rio vegetadas e brejos (são as denominadas áreas de preservação permanentes, instituídas pelo Código Florestal, 1965). Estes constituem os habitats mais sensíveis devido à elevada riqueza e valor biológico; funcionam como verdadeiras armadilhas de retenção do óleo; a remoção natural ocorre de forma extremamente lenta, devido os baixos níveis de energia e biodegradação; o substrato mole e dificuldade de acesso tornam a limpeza impraticável.






Da integração dos dados geomorfológicos e hidrodinâmicos dos pontos monitorados com a escala de ISL, foram encontrados para a área de estudo os ISL-4 para os Pontos 1, 2, 3 e 4, referentes a praias intermediárias de areia fina à média expostas e abrigadas, e ISL-3 para o Ponto 5, referentes as praias de areia fina a média, abrigadas e com baixa mobilidade do perfil praiar.

Com o auxílio da geotecnologia, como ferramenta para o diagnóstico das áreas sensíveis ao óleo, foi possível identificar outros ISL para a área de estudo. A estrutura de concreto do Cais Comercial do Porto do Mucuripe recebeu ISL-1, já que não há penetração do óleo e a remoção tende a ocorrer rapidamente, de modo natural.

Os *beach-rocks* recebem ISL-5, em virtude do óleo poder penetrar até 0,50m dificultando a sua remoção e podendo causar erosão e problemas de desgastes. Os espigões da Praia de Iracema, Diários, Porto do Mucuripe e do Serviluz, juntamente com o píer petroleiro e algumas obras na Praia do Iate receberam ISL-6, tendo o nível

mais elevado de impacto, devido à facilidade e profundidade de percolação do óleo até cerca de 1,0m, dificultando a sua remoção.

PONTO	DENOMINAÇÃO	SUBSTRATO	PERFIL PRAIAL		ONDAS			ARMADILHAS POTENCIAIS AO ÓLEO	ISL
			Extensão	Inclinação	Exposição	Período	Altura		
1	Praia dos Diários	Areia Média	80m	9,35°	Intermediária	7,63s	1,0m	Obras de proteção costeira,	4
2	Praia do Náutico	Areia Média	70m	12,5°	Intermediária	9,06s	1,0m		4
3	Praia do Meireles-Quadras	Areia Fina	80m	8,32°	Baixa	9,81s	0,5m	<i>Beach-Rocks</i>	4
4	Praia do Meireles-Índia	Areia Média	110m	6,10°	Baixa	7,87s	0,5m	<i>beach-rocks</i> , obras de	4
5	late	Areia Média	50m	8,30°	Baixa	8,42s	0,25m	<i>Beach-rocks</i> , embasamento	3

COR	ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL (ISL)	CÓDIGO	TIPO DE LITORAL
	1	R-119/G-38/B-105	Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; Falésias em rochas sedimentares, expostas;
	3	R-0/G-151/B-212	Praias dissipativas de areia média a fina, expostas;
	4	R-146/G-209/B-241	Praias de areia grossa; Praias intermediárias de areia
	5	R-152/G-206/B-201	Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; Terraço ou plataforma de
	6	R-0/G-149/B-32	Enrocamentos (" <i>rip-rap</i> ", guia corrente, quebra-

Quadro 1 – Características da faixa de praia e índice de sensibilidade ambiental para as praias sobre influência do Porto do Mucuripe, Fortaleza/CE. Autora: Laldiane Pinheiro, 2006.

Da integração dos dados foi confeccionado o mapa operacional de Sensibilidade Ambiental do Litoral (Figura 3) para toda área estudada, na escala de 1:26.000, de acordo com Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo (MMA, 2002), tornando base para a identificação dos locais ecologicamente sensíveis com relação à poluição causada por derramamento de óleo, instrumento importante para uma resposta mais efetiva de forma a proteger os recursos ambientais aquáticos.

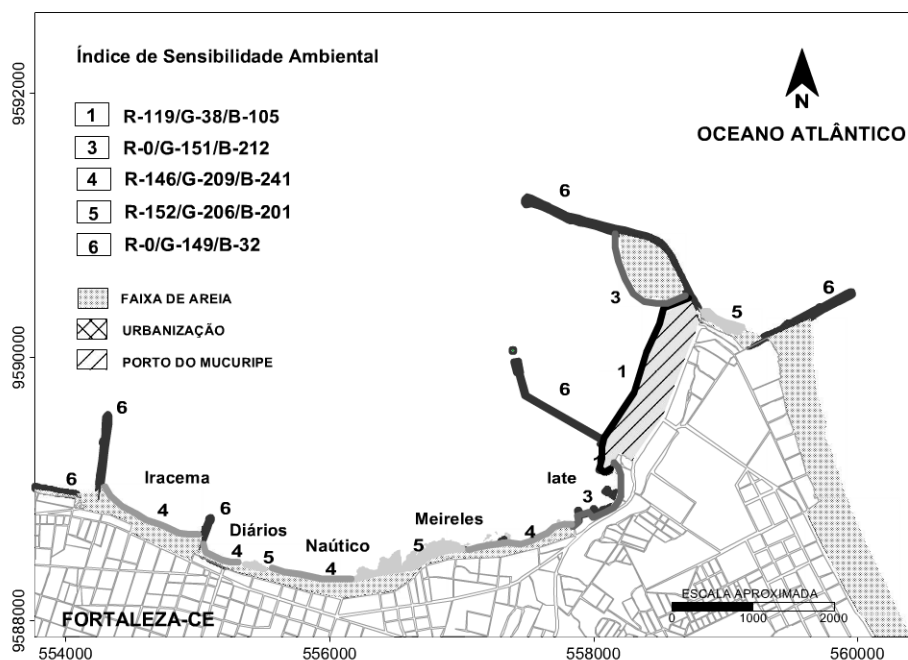


Figura 3 – Mapa de Sensibilidade Ambiental para as Praias de Fortaleza. Autora: Laldiane Pinheiro, 2006.

#### 4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a faixa de praia no litoral do município de Fortaleza/CE, da Praia dos Diários ao Porto do Mucuripe com 4,7 Km de extensão, é uma região que apresenta fragilidades ambientais concernentes ao derramamento de óleo, possibilidades de remoção e impactos ambientais em virtude, notadamente, da presença do píer petroleiro do Porto do Mucuripe.

Infer-se que o diagnóstico aqui apresentado, por meio da configuração do Mapa de Sensibilidade Ambiental do Litoral, representa importante ferramenta para a sociedade e poder público no sentido de subsidiar ações, programas e projetos relacionados à proteção e gestão dos recursos ambientais costeiros.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, C. A. G. 2003. **Mapeamento de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo: estudo de caso para Icapuí, Ceará, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 108 f. + anexos.

Bezerra, M. O. M; Lehugeur, L. G. de O.; Branco, M. P. de N. C. 2003. **Contribuição geológica a carta de sensibilidade ambiental dos ecossistemas costeiros do litoral leste do Estado do Ceará ao derramamento de óleo.** In: Vanda Claudino- Sales (Org). **Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação.** Fortaleza: Expressão Gráfica Editora. cap. 6, p. 253-263.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o Código Florestal Brasileiro.** Brasília: DOU, 1965.

BRASIL. 2004. **Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias marítimas do Ceará e Potiguar** [material cartográfico] / Ministério do Meio ambiente. Secretária de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Programa Gerenciamento Ambiental Territorial. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho.- Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 19 cartas color. 28 cm.

\_\_\_\_\_.Decreto-Lei nº 243 de 28 de fevereiro de 1967. **Fixa as diretrizes e bases da cartografia brasileira, e dá outras providências.**

\_\_\_\_\_.Decreto-Lei nº 89.817 de 20 de junho de 1984. **Estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional, e dá outras providências.**

\_\_\_\_\_.Lei nº 9.966 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 e perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.**

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo.**

Morais, J. O.1996. **Processos e impactos ambientais em zonas costeiras.** Revista de Geologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, v.9, p 191-242.

Muehe, D. 1996. Geomorfologia Costeira, In: Guerra, A.J.T.; Cunha,S.B. (Org). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** Rio de Janeiro: Edit. Bertrand Brasil, 2a ed., p.191-238.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. 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. 79 pp. + appendices.