



## **CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E GEOLÓGICA DA ILHA DO GOVERNADOR (RJ), PARA DERRAMAMENTO DE ÓLEO.**

Ambient And Geologic Characterization Of The Ilha do Governador (RJ), For Oil Spilling.

**Thiago Carvalho dos Santos Lima, João Graciano Mendonça Filho, João Wagner de Alencar Castro.**

UFRJ, Departamento de Geologia, CCMN / IGEO, Cidade Universitária – Ilha do Fundão,  
21949-900. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

E-mail: thiagocarvalho@ufrj.br

### **Resumo**

A Ilha do Governador é hoje um importante bairro da cidade do Rio de Janeiro. Apresenta uma área de 40 km<sup>2</sup> aproximadamente, onde cerca de ¼ desta é constituída por aterro. A população é de aproximadamente 500 mil habitantes. As praias caracterizam-se como de enseadas com um contorno da linha de costa de aproximadamente 25 km. Esta região foi escolhida, devido à sua localização no interior da baía de Guanabara, local de intensa atividade petrolífera, possuindo assim características significativas para a Cidade e o Estado do Rio de Janeiro. Em regiões próximas a atividades petrolíferas, os derramamentos de óleo e outros derivados de petróleo são acidentes possíveis de ocorrer. Neste sentido, estas áreas poderão ser consideradas como de risco geológico costeiro, geoquímico e ambiental. A caracterização ambiental é uma importante ferramenta na avaliação geral dos danos, na identificação dos locais sensíveis, na identificação de rotas de acesso e quantificação dos recursos que possam estar em risco. O presente trabalho tem por objetivo caracterizar morfodinamicamente as praias da referida ilha, assim como avaliar os graus de contaminação da mesma, identificando as áreas com maior índice de vulnerabilidade e sensibilidade a derramamentos de óleo e seus derivados. Foram coletadas amostras para análise granulométrica e caracterização geoquímica, visando determinar o grau de contaminação por hidrocarbonetos nessas áreas. Com base nessas análises e na caracterização do substrato e da morfodinâmica da praia, foram avaliados os índices de sensibilidade com base na metodologia proposta pelo MMA adaptada pela PETROBRAS. Em relação aos aspectos caracterizados em campo, as praias estudadas apresentam baixa energia, ondas com altura média de 10 cm e declividade inferior a 5° na maioria dos pontos observados (padrão morfodinamico dissipativo). O substrato sedimentar apresentou índices de infiltração média a baixo, devido à sua granulometria que varia de areia média a fina. Sendo assim, as praias referentes à área de estudo se encaixam, conformes índices de sensibilidade ambiental, em 3, 4, 5 de acordo com a metodologia adotada.

**Palavras chaves:** Ilha do Governador, Caracterização Ambiental, Derramamento de Óleo.

## **Abstract**

Ilha do Governador is today an important district of the Rio de Janeiro City. It presents an area of 40Km<sup>2</sup> approximately, where about ¼ is constituted by an earthwork. Its population is approximately 500.000 habitants. The beaches are characterized as cove beaches, with a contour of the shoreline of 5 km. This region was chosen due its localization in the interior of the Guanabara bay, place of intense petroliferous activity and, consequently, significant characteristics to both city and state of Rio de Janeiro. In regions close the petroliferous activities, oil and other derivatives spilling are possible accidents to occur. In this point of view, all this region will can be considered as area of risk: geologic coastal, geochemistry and ambient. The ambient characterization is an important tool in the general evaluation of damages, in the identification of sensible places, in the identification of routes of access and quantification of resources that can be under risk. The present work aims to characterize morfodynamically beaches of Ilha do Governador ,as well as evaluating its degrees of contamination, identifying the areas with higher index of vulnerability and sensitivity to oil and derivatives spilling. Samples were collected to analyze grain size and to do geochemistry characterization, aiming to determine the contamination degrees of the hydrocarbons in these areas. Based on these analyses and in the characterization of the substratum and of the morfodynamics of the beach, was evaluated the sensitivity indices on the basis of the methodology proposal for the MMA, adapted by PETROBRAS. In relation to the aspects characterized in field, the studied beaches presented low energy, waves with height average of 10 cm and declivity lower of 5 degrees in the most of points observed (morfodynamic dissipative standard). The sedimentary substratum presented indices of infiltration average mean to low, due its granulometry that varies of average to fine sand. What allow to affirm that the beaches referring to the study area are in the indices of ambient sensitivity 3, 4 and 5, in accordance with the adopted methodology.

Keys words: Ilha do Governador, Ambient Characterization, Oil Spilling

## 1-Introdução

A Ilha do Governador é sem dúvida a maior e mais importante ilha, das cerca de 60 ilhas existentes, no interior da Baía de Guanabara. Seu perímetro é de aproximadamente 40 km<sup>2</sup>, onde cerca de um quarto desta área se constitui de aterro, realizados para a implantação do aeroporto do Galeão, criação da praia artificial do Cocotá, construção da ponte nova ligando-a a linha vermelha e outros ao longo do tempo. O perímetro da linha de costa é de 25 km, sendo caracterizado por enseadas.

Hoje a Ilha do Governador é um importante bairro da cidade do Rio de Janeiro, tanto do ponto de vista social quanto econômico, pois conta com uma população de aproximadamente 500 mil habitantes e com um grande número de indústrias instaladas na região estando algumas relacionadas às atividades do setor petrolífero como, por exemplo, o oleoduto PE-II, que interliga a REDUC às instalações dos Dutos e Terminais do Sudeste-DTSE/ Ilha D'Água (GEGUA), o Terminal da Shell e o Terminal da ESSO.

Alguns trabalhos foram realizados a respeito do tema em questão; Anízio (2006) aplicou uma modelagem hidrodinâmica probabilística a fim de se caracterizar o nível de contaminação por hidrocarbonetos caso ocorra um derramamento na baía de Guanabara.

Silva (2004) realizou um monitoramento dos níveis de concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA's) na porção norte-nordeste da baía de Guanabara.

A realização deste trabalho baseia-se principalmente nas perspectivas promissoras do mercado de exploração e produção de hidrocarbonetos no Brasil, notadamente no Estado do Rio de Janeiro, que vem apresentando crescimento satisfatório desde a quebra do monopólio nas atividades de *upstream*, em 1997.

Foram analisadas amostras de sedimentos superficiais de praias da Ilha do Governador, as quais foram encaminhadas para análise de parâmetros de hidrocarbonetos totais de Petróleo (HTP) em laboratório, visando identificar e quantificar a contaminação destas áreas. Dentro destas perspectivas, procurou-se ainda integrar os dados pré-existentes de caracterização física e ambiental da baía, definindo índices de sensibilidade ambiental do litoral da Ilha do Governador, proporcionando uma análise a respeito do atual estado de contaminação por hidrocarbonetos. De acordo com os dados obtidos por Silva (2004), a parte noroeste da Ilha do Governador possui concentrações de hidrocarbonetos que indicam uma contaminação crônica na área.

Ao entorno da Baía de Guanabara existem 14 terminais marítimos de carga e descarga de produtos oleosos, dois portos comerciais, diversos estaleiros, duas refinarias de petróleo, mais de mil postos de combustíveis e uma intrincada rede de transporte de matérias-primas, combustíveis e produtos industrializados permeando zonas urbanas altamente congestionadas; onde a Ilha do Governador está inserida sobre essa área de influência.

Em regiões próximas a atividades petrolíferas é possível que ocorra derramamento de óleo e outros derivados de petróleo. Neste sentido a Ilha do Governador poderá ser considerada como de risco geológico costeiro, geoquímico e ambiental, onde a caracterização e classificação da sensibilidade será uma ferramenta imprescindível na avaliação geral dos danos, ajudando na identificação dos locais sensíveis, auxiliando nas tomadas de medidas tanto de prevenção quanto de remediação.

As cartas de sensibilidade geológica e ambiental são primordiais para tomada de medidas estratégicas de contenção e remoção de óleo, assim como na quantificação dos recursos necessários ao combate a derramamentos.

Para a elaboração da síntese das condições ambientais atuais serão também importantes: a interpretação de dados sedimentológicos, meteorológicos e oceanográficos, complementados por técnicas de laboratório, entre estas, análises granulométricas e geoquímicas.

## 1.1 Localização

Considerada a maior ilha da Baía de Guanabara, a Ilha do Governador situa-se ao Sul do Estado do Rio de Janeiro entre os paralelos  $22^{\circ}46'13''$  e  $22^{\circ}50'04''$  de latitude sul e meridianos  $43^{\circ}09'27''$  e  $43^{\circ}16'17''$  a oeste (figura 1).

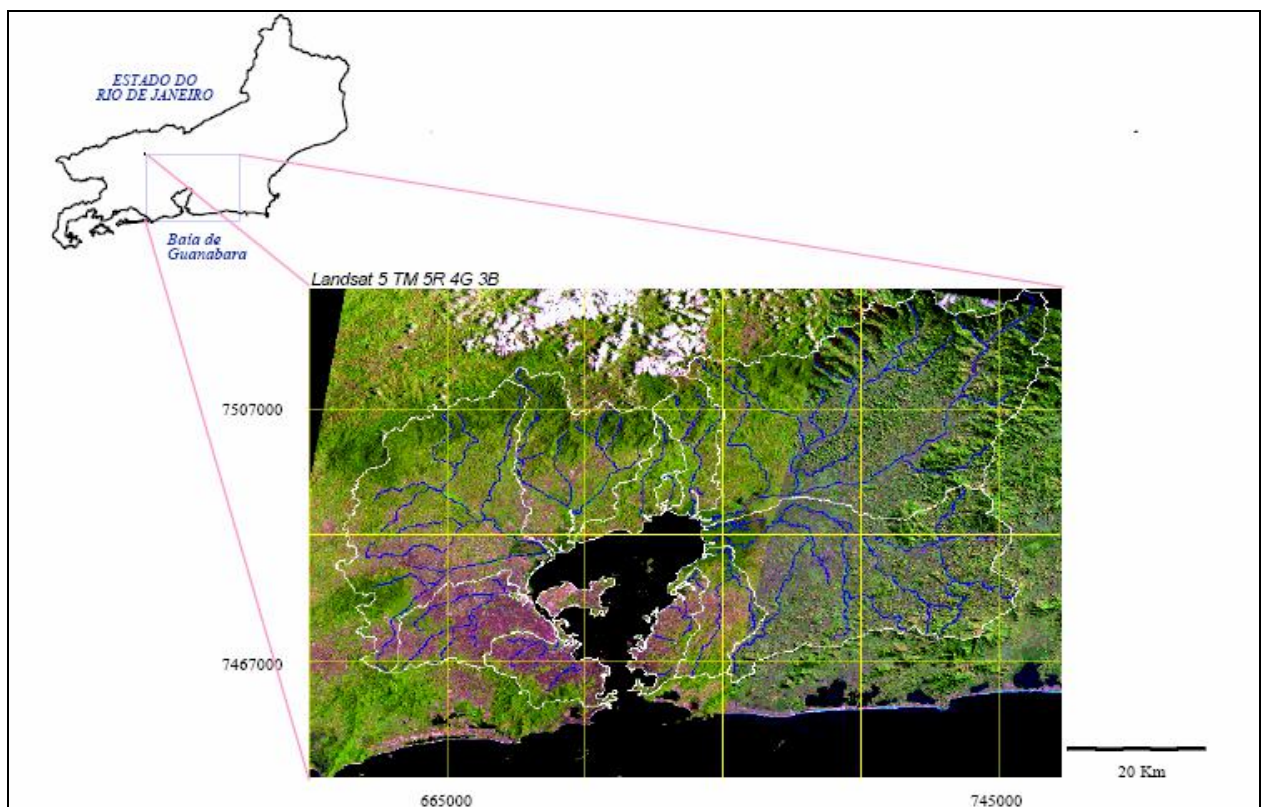


Figura 1 - Imagem de satélite da baía de Guanabara, mostrando a Ilha do Governador e ao redor os rios da bacia de drenagem e a área urbanizada da Baía de Guanabara. Ao norte está visível a Serra do Mar.

Fonte: <http://www.embrapa.org.br>

As principais praias que compõem a área de estudo são: Praia do Galeão (Teca), Praia de São Bento, Praia da Bica, Praia da Ribeira, Praia da Engenhoca, Praia da Pitangueira, Praia da Bandeira, Praia do Cocotá, Praia da Guanabara (Freguesia) e Praia das Pelônias.

## **1.2 Objetivo**

O presente trabalho tem como objetivo estudar os índices de sensibilidade ambiental da Ilha do Governador – Rio de Janeiro conforme metodologia proposta pela PETROBRAS.

### **1.2.1 Objetivos Específicos:**

Caracterizar morfodinamicamente as praias da Ilha do Governador.

Estudar do ponto de vista geológico - geoquímico os sedimentos que constituem os diversos ambientes da orla costeira, avaliando assim os graus de contaminação da referida ilha.

Estudar do ponto de vista geológico - ambiental as consequências dos impactos negativos no substrato, através de uma análise e classificação quanto aos níveis de permeabilidade e infiltração em casos de derramamentos de óleo.

Identificar e analisar sob o ponto de vista geológico e ambiental as condições de sensibilidade da linha de costa da Ilha do Governador, a fim de se estabelecer, de forma integrada, as áreas mais sensíveis a possíveis derramamentos de óleo.

Classificar a Ilha do Governador de acordo com os Índices de Sensibilidade Ambiental.

## 2- Material e Métodos

Esta fase constou de:

### ➤ Geoprocessamento;

As principais técnicas empregadas foram as de foto-interpretação e geoprocessamento, combinadas em todas as fases da pesquisa, que contribuiu para uma observação geológica-geomorfológica. Estas análises foram realizadas através de imagens de satélites fornecidas pelo INPE e pela EMBRAPA. Por ocasião desta etapa de trabalho foi utilizado o programa Arc View *vs* 9.2, onde as informações foram georeferenciadas com coordenadas geográficas (UTM), em escala compatível com o nível de detalhamento dos elementos mapeados (1:50.000) e os pontos de coleta georeferenciados a partir de uma imagem de satélite (figura 2), para melhor visualização espacial.



Figura 2: Localização dos pontos amostrados em uma imagem IKONOS, geo-referenciada. Fonte: INPE.

1-Praia do Galeão (Teca), 2-Praia de São Bento, 3-Praia da Bica, 4-Praia de Jequiá, 5- Praia da Ribeira, 6-Praia da Engenhoca, 7-Praia da Bandeira, 8-Praia da Freguesia (Guanabara), 9- Praia das Pelônias, 10- Praia do Dendê.

➤ **Análise Granulométrica;**

O tipo de substrato vai determinar ou afetar alguns parâmetros, como permeabilidade, mobilidade do sedimento e permanência do óleo. O referido substrato forma o arcabouço básico que define os tipos de comunidades bióticas que possam existir em certos locais. Determina, também, a trafegabilidade na região, fundamental para a utilização dos equipamentos de resposta.

A permeabilidade de um substrato estabelece uma correlação direta com a infiltração potencial e, portanto, a permanência do petróleo; quanto maior for o diâmetro dos sedimentos do substrato, sua esfericidade e o seu selecionamento, tanto mais profunda será a infiltração do óleo.

Em cada ponto perfurado foi retirado o material sedimentar a ser analisado. Nesta fase utilizou-se uma trena métrica com o objetivo de identificar os diferentes níveis estratigráficos presentes em cada furo. Cada amostra de material coletado foi devidamente etiquetada para análise laboratorial. Em laboratório utilizou uma balança de precisão (Marte - AS 5500c), sendo todo o material lavado com água destilada durante dois dias, a fim de eliminar o sal contido em cada amostra. Pesou-se todo o material (úmido), logo em seguida foi levado para estufa de secagem e esterilização (modelo 315 SE) durante 24 horas em uma temperatura de 100°. Após a secagem, pesou-se todo o material novamente, a fim de obter o valor real das amostras em gramas. Para a análise granulométrica desse material, utilizou-se um processador com peneiras variando de 2mm a 0.062mm, ou seja, no intervalo da fração areia onde cada amostra foi processada na posição oito, referente à velocidade do equipamento, durante 10 minutos. Cada amostra foi analisada individualmente através de uma lupa binocular, com o objetivo de caracterizar a composição mineralógica.



➤ **Análise de Declividade;**

A importância principal do tipo de inclinação é o seu efeito na reflexão e quebra das ondas. Linhas de costas muito inclinadas (maior que 30°) levam ao rompimento abrupto e reflexão das ondas com elevadas velocidades de espraiamento e refluxo. Na encosta ou na face da praia o tempo de permanência do óleo será, provavelmente, mínimo, com rápida limpeza natural da área atingida, a não ser que ocorra transposição das ondas (*overwash*), levando parte do óleo para a zona à retaguarda da praia.

Costas de baixa declividade (menor que 5°) são dissipativas; como planícies de maré e faixas de mangue (bacias de Guanabara e Sepetiba), não só estão sujeitas a níveis de energia mais baixos (tempo de permanência do óleo mais prolongado e menor ação de limpeza natural), assim como têm uma superfície intermarés que permite o estabelecimento de comunidades biológicas, como, por exemplo, leitos de mexilhões e comunidades de plantas.

Esta etapa constou de uma avaliação, sistemática em campo, das condições de declividade de cada praia estudada, onde foi utilizado o método de visada, através bússola do tipo Brunton e com auxílio de uma barra graduada (figura 3).

➤ **Caracterização Geoquímica;**

Com o intuito de verificar e avaliar de forma semiquantitativa as concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOC) contidas no sedimento local, foi feita uma análise rápida expedita de vapores orgânicos totais, nas áreas consideradas mais críticas e que poderiam apresentar maior risco de contaminação por hidrocarbonetos.

Nesta fase, as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos especiais para análise laboratorial geoquímica com boca auto selante, utilizando técnicas de coleta e contou com o auxílio de um analisador de vapores orgânicos fotoionizante (PID) da marca GASTECH, Modelo INOVA SV. Objetivou-se identificar as amostras com maior valor de leitura do PID, onde a faixa de utilização típica destes aparelhos, para concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOC), varia entre 0 a 11.000 ppm. O saco plástico após ser preenchido pela metade com o sedimento amostrado foi imediatamente fechado, sendo agitado vigorosamente por 15 segundos, e depois mantido em repouso por cerca de 10 minutos. Após decorrido esse tempo, a amostra foi novamente agitada, sendo introduzido o tubo de amostragem (sonda) do equipamento de medição no saco plástico e medido os gases presentes nos espaços vazios do recipiente. Foi registrado o maior valor observado durante a medição.(figura 4).

Em algumas amostras, foi realizada uma análise mais detalhada do tipo Cromatografia Gasosa com parâmetros de HTP (Hidrocarbonetos Total do Petróleo), para se obter os parâmetros de uma possível contaminação por óleo e outros derivados de petróleo, que foram: Praia do Galeão (Teca); Praia de Jequiá, Praia da Ribeira, Praia da Engenhoca; Praia da Bandeira e Praia Pelônias.



Figura 3: Análise das declividades de cada praia com método de trena e bússola. Figura 4: Caracterização Geoquímica em campo com auxílio do PID

### 3- Caracterização Ambiental

Todos os parâmetros avaliados e caracterizados tiveram por base o “Manual Básico para elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo no sistema PETROBRAS: Ambientes Costeiros e Estuarinos” (PETROBRAS 2002), que foi desenvolvido a partir da “Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derrames de Óleo” - **CARTAS SAO** (MMA, 2002). O Ministério do Meio Ambiente (MMA), teve como base o Sistema de Elaboração de Mapas de Sensibilidade da *National Oceanic and Atmospheric Administration –NOAA*, sendo feitas adaptações para as características ambientais, geológicas e geomorfológicas do território brasileiro.

#### 3.1 Geologia

A Ilha do Governador, esta inserida no contexto do Rift da Guanabara e seu alinhamento corresponde a um dos compartimentos estruturais que sofreu a elevação

relativa de um bloco falhado do embasamento (Ferrari 1990), que se trata de um embasamento cristalino, bastante dissecado, constituído por gnaisses e migmatitos diversos.

As características geológicas repetem as formações do continente, compostas por granitos e gnaisses bastante decompostos, com o relevo marcado por numerosas colinas arredondadas com declividades variáveis.

A orla costeira é caracterizada por praias relativamente estreitas, com estirâncio em torno de 10m de comprimento em sua maioria, constituídas por material silte-argiloso e areia variando de fina a média em sua maioria e como constituintes orgânicos ocorrem ainda na fração areia, biodetritos constituídos por fragmentos e carapaças de moluscos e foraminíferos, fragmentos de folhas e restos vegetais.

As praias da Ilha do Governador apresentam baixo nível de energia, onde ocorrem sedimentos relíquias do ciclo de sedimentação fluvial do Pleistoceno Superior da Formação Caceribu (AMADOR, 1997), ligeiramente reafeiçoadas, com os sedimentos finos e modernos. Os sedimentos, em função desta origem, são constituídos predominantemente de uma população grosseira de grânulos e areias grossa, secundariamente de uma população de areias finas.

### **3.2 Geoquímica**

O óleo consiste de centenas de compostos, muitos com diferentes propriedades e características, que podem ser divididos em vários grupos distintos dependendo de seu comportamento químico, entre os quais os saturados, aromáticos, resinas e asfaltenos.

Os dados existentes sobre as concentrações de hidrocarbonetos, anteriores ao derrame, na Baía de Guanabara, demonstram baixas concentrações de aromáticos (abaixo de

2µg/L). Após o vazamento, amostragens realizadas também indicaram um aumento pouco representativo na concentração dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) nas águas da Baía, decorrente do derrame da REDUC.

Os hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são uma classe de contaminantes encontrados no petróleo e produtos de combustão de biomassa e combustíveis fósseis, caracterizados por possuírem dois ou mais anéis aromáticos (ZHOU et al, 2000).

A maioria dos HPAs permanecem relativamente próximo a fonte de origem e sua concentração diminui a medida que se distancia dessa fonte. São menos sensíveis a fotooxidação na água em relação ao ar. Por esse motivo são muito mais persistentes em ambientes marinhos. Podem se acumular principalmente em sedimentos anaeróbicos, em altas concentrações (SILVA 2004). As taxas de degradação de HPAs são proporcionais ao número de anéis aromáticos

### **3.3 Meteorologia**

A radiação solar recebida na Baía de Guanabara é intensa, aproximadamente 0,39 a 0,37 cal/cm<sup>3</sup>/m (ondas curtas) e 0,3 cal/cm<sup>3</sup>/m (ondas longas), segundo Nimer (1972 e 1977). Cria melhores condições para evaporação, sendo mais ativa quanto maior o calor disponível.

Intensa evaporação e condensação são por outro lado, asseguradas pela proximidade da imensa superfície líquida do Oceano Atlântico, e em menor escala pelo espelho d'água da Baía de Guanabara.

O comportamento da temperatura das águas estuarinas é influenciado pela temperatura das águas fluviais, fluxo de água salgada oceânica, condições climatológicas e

profundidade do estuário. A temperatura da água superficial da baía oscila entre abaixo de 23°C na entrada da baía, onde a influência oceânica é direta e as profundidades são mais elevadas, e a valores acima de 27°C na área do fundo da baía, sob influência fluvial mais direta e onde a lâmina d'água é mais rasa. Nas porções intermediárias, englobando parte da região do fundo da baía e Ilha do Governador, predominam as classes intermediárias de temperatura da água entre 24 e 25°C.

### **3.4 Oceanografia**

A profundidade média de toda a Baía de Guanabara é de 7,6 m, sendo cerca de 3 m na região do fundo da baía e 8,3 m na região próxima a Ilha do Governador (Amador 1997). Registra-se a ocorrência de vários talwegues submarinos que confluem para um grande talvegue central de orientação geral N-S, segundo o eixo principal da baía, onde as profundidades são superiores a 20 m (figura 5).

A Ilha do Governador é caracterizada principalmente, de acordo com o modelo de circulação, por um ambiente de estuário dominado por maré, onde a movimentação de água é predominantemente ocasionada pelas oscilações de marés.

As marés da Baía de Guanabara são classificadas como semidiurnas, com períodos de 12,5 horas. Os maiores valores de fluxo de corrente são obtidos no canal principal, porém no canal localizado entre a Ilha do Governador e praia de Ramos, o estreitamento, faz com que ocorra um aumento de energia de corrente de maré numa região dominada por baixa energia. Tanto no canal principal quanto no canal adjacente à Ilha do Governador, a intensificação das correntes exercem importante papel no processo de dragagem e *by pass* de sedimentos finos (figura 6).

A circulação na baía de Guanabara pode ser considerada uma composição da circulação gravitacional, resultante de diferenças de densidade, e da circulação residual das correntes de maré. Além disso, o comportamento é influenciado pela ação do vento. A estimativa precisa da circulação na baía também é dificultada por seu contorno irregular

A salinidade da baía está totalmente relacionada ao ciclo de marés vazante ou de cheia, portanto na região do fundo da baía, obtêm-se valores menores, em torno de 29%, as áreas intermediárias entre 30% e 33%, enquanto a área externa, valores entre 33%-34%.

Em razão de sua conformação e estreitamento da área externa, a baía é bastante protegida quanto à propagação de ondas. As ondas de tempo bom, com vento de NE e SSE, mais comuns no litoral do Estado do Rio de Janeiro, só atingem a entrada da baía após serem bastante refratadas. As ondas de tempestade, com ventos de S e SW, menos freqüente no litoral, devido ao alto nível de energia, embora também sejam refratadas, conseguem penetrar na baía, com alguma força atingindo áreas até as proximidades da Ponte Rio-Niterói. Portanto, independente do regime de ventos, as ondas não conseguem ter influência direta sobre a Ilha do Governador, principalmente na face voltada para o fundo da baía.

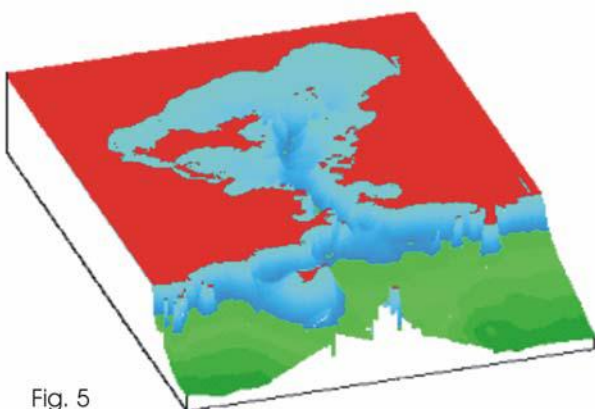


Fig. 5

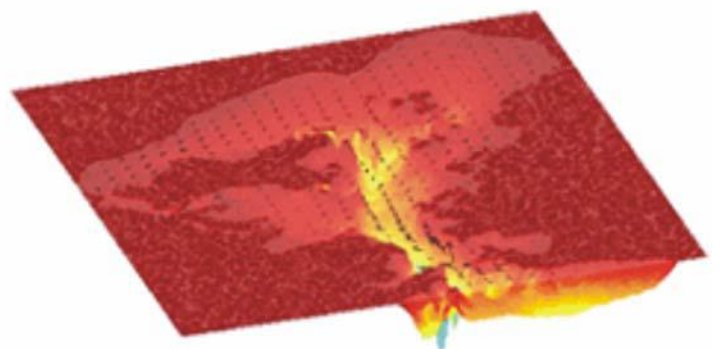


Fig. 6

Figura 5: representação 3D da Baía de Guanabara com o canal central em destaque. Figura 6: Padrão de circulação da Baía de Guanabara. Fonte: LAMMA/UFRJ.

#### 4-Índice de Sensibilidade de Linha de Costa

A linha de costa é classificada conforme índice de sensibilidade do litoral (ISL) com variações na escala de 1 a 10, sendo os índices maiores, proporcionais ao maior grau de sensibilidade. Utilizou-se como critério para definição do (ISL) o grau da exposição à energia de ondas e marés, declividade do litoral e tipo do substrato.

Para a utilização destes parâmetros já caracterizados utiliza-se uma tabela padronizada discriminando a cor relativa a cada grau de sensibilidade com suas respectivas características ambientais (tabela 1).





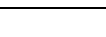
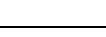
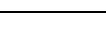
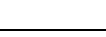


ÍNDICE	FEIÇÃO / HÁBITAT COSTEIRO
1 	Costões rochosos lisos, expostos. Falésias em rochas sedimentares, expostas. Estruturas artificiais lisas.(paredões marítimos artificiais)
2 	Terraço rochoso liso ou substrato de declividade média, exposto (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado etc)
3 	Praias dissipativas de areia fina a média, exposta. Praias de areia fina a média, abrigada.
4 	Praias de areia grossa. Praias intermediárias, de areia fina a média, expostas.
5 	Praias mistas de cascalho e areia (areia e conchas, ou corais). Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação.
6 	Praias de cascalho (seixos e calhaus);Depósito de tálus;Enrocamentos (rip-rap,guia corrente, quebra-mar) expostos;Plataforma ou terraço expostos por concreções lateríticas ou bioconstrucionais.
7 	Planícies de maré arenosa exposta. Terraço de baixa-mar.exposto
8 	Enrocamentos (rip-rap e outras estruturas artificiais) abrigados;Escarpa/encosta de rocha lisa abrigada; Escarpa/encosta de rocha não lisa abrigada.
9 	Planície de maré arenosa/lamosa abrigada. Terraço de baixa-mar lamoso abrigado.
10 	Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas. Marismas. Manguezais

Tabela 1: Esquema de cores para a classificação da sensibilidade ambiental costeira (em ordem crescente)  
Fonte: PETROBRAS (2002.)



## 5 - Resultados

De acordo com os resultados obtidos a partir da análise em lupa binocular foi possível comprovar que o material analisado possui a mesma composição mineralógica em todas as amostras, apenas diferenciando quanto a sua composição modal.

Os resultados obtidos em relação aos procedimentos de análise granulométrica demonstram que o material analisado é predominantemente de composição arenosa (95 %). Observou-se também que os sedimentos ocorrentes são mal selecionados, variando de anguloso a arredondados.

As praias da Ilha do Governador apresentam sedimentos variando de areias média a fina em sua maioria e médias a grossas (Praia Pelônias). Em algumas delas o sedimento é constituído por silte e areia fina nas camadas mais superficiais e areia média a grossa em camadas mais profundas (a partir de 40 a 50 cm), conforme nas praias do Jequiá, Bandeira e Freguesia.

Dentro dos aspectos caracterizados em campo, as praias estudadas apresentaram uma baixa energia e alturas médias de ondas entre 10 cm e 1,0 m, declividade inferior a 5° na maioria dos pontos observados. O padrão morfodinâmico das praias da Ilha do Governador é caracterizado como dissipativo.

O substrato sedimentar apresentou índices de infiltração média a baixo, devido a granulometria das praias, que varia em geral de areia média a fina.

Apenas a Praia do Galeão (Teca), apresentou valores significativos de VOC, com uma leitura de 10 ppm. As demais praias apresentaram valores abaixo do índice de detecção do aparelho.

Os perfis cromatográficos das amostras analisadas, não indicaram tampouco a presença de compostos de petróleo, e não foi detectada a presença de n-alcenos em nenhuma das análises. Apenas a amostra da Praia do Galeão (Teca), apresentou concentrações de UCM (Unresolved Complex Mixture) – 90,31 mg/Kg.

Com base em todos os dados levantados foi possível caracterizar e determinar os Índices de Sensibilidade e Vulnerabilidade Ambiental da Ilha do Governador –Rio de Janeiro (figura 7).

## **6-Discussão dos Resultados**

O fato do mal selecionamento das areias deve-se a proximidade da área fonte associada a possíveis linhas de paleopraias caracterizadas por ambiente de transgressão marinha e o padrão de energias de onda da região que é muito baixo, contribuindo então para um baixo retrabalhamento dos grãos.

O fato das praias apresentarem diferentes níveis estratigráficos corrobora com os dados obtidos por Amador (1997), que caracterizou essas praias como sedimentologicamente bimodais. Em função desta combinação genética, os resultados texturais revelam uma total discrepância para o ambiente praiial. Os sedimentos são mal selecionados, se aproximando dos padrões fluviais.

De acordo com a permeabilidade do substrato, a percolação do óleo pode ir a até 50cm de profundidade, como na praia de Pelônias. A maior profundidade de percolação do óleo dificulta a operação de limpeza.

O resultado de cromatografia gasosa na praia do Galeão (Teca) corrobora com o valor encontrado de 10 ppm, obtido nas medições de VOC no local, indicando a existência de uma baixa concentração de hidrocarbonetos no local.

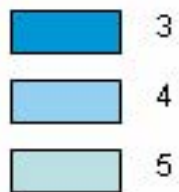
A concentração de UCM e o valor de VOC identificado na Praia do Galeão (Teca) podem identificar uma contaminação proporcionada por óleo proveniente de embarcações de pequeno porte dos estaleiros situados nas proximidades e ou outras fontes menos prováveis.

O fato de não se ter encontrado quantidade significativa de óleo, através dos métodos analíticos, nos levam a inferir que apesar das limitações de circulação da Baía, a capacidade de depuração natural deste ambiente deva ser eficiente para este produto. Esta depuração deve estar associada à elevada capacidade de volatilização, solubilização, adsorção/sedimentação, fotodecomposição e oxidação dos compostos aromáticos do petróleo e a processos de bioacumulação.

Praias abrigadas e de baías possuem uma grande diversidade e complexidade dos mecanismos de formação e dinâmica envolvendo muitas vezes tanto processos dissipativos como refletivos. A caracterização geológica-geomorfológica é, portanto, mais complexa e menos estável nesses estágios intermediários, dificultando em muitos casos a classificação relacionada à tipologia destas praias.



Índices de Sensibilidade :



Simbologia :



Refinaria



Aeroporto



A.P.A.



Terminal de Petróleo

Escala 1:25 000

Fig.7: Imagem de satélite da Ilha do Governador, com as praias caracterizadas de acordo com o grau de Sensibilidade

## **7-Conclusão**

As praias da Ilha do Governador se encaixam nos índices de sensibilidade 3, 4 e 5 conforme a metodologia proposta pelo sistema PETROBRAS

**Índice 3:** Substratos Semipermeáveis, Penetração / Soterramento de Petróleo Baixo

Praias dissipativas de areia fina a média, expostas, e praias de areia fina a média, abrigadas.

Essas praias são caracterizadas por uma reflexão média das ondas e por uma zona larga. O perfil praial apresenta uma baixa mobilidade: os sedimentos dos estratos mais inferiores são geralmente bem compactos (fundo rígido), ao passo que os superficiais estão sujeitos a remobilização constante por ação de ondas. A possibilidade de infiltração do óleo é mínima nas praias abrigadas; em praias expostas, esse risco aumenta, principalmente, após fase erosiva de tempestades. Para esses casos a penetração do óleo, geralmente, é menor que 10cm.

**Índice 4:** Substratos de Média Permeabilidade; Penetração / Soterramento de Petróleo Moderado

Praias de areia grossa e praias intermediárias, de areia média a fina, expostas

Essas praias possuem face praial com declividade entre 5 - 15 graus, apresentando, em alguns casos, uma zona bastante estreita. Os substratos são moderadamente permeáveis com percolação de óleo até 25cm de profundidade uma vez que a mobilidade sedimentar é relativamente elevada.

**Índice 5:** Substratos de Média a Elevada Permeabilidade; Alta penetração / Soterramento de Petróleo

Praias mistas de cascalho e areia e terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação.

De acordo com levantados realizados em campo e em laboratório foi possível constatar que caso ocorra um derramamento de óleo e outros derivados de petróleo, as praias da Engenhoca e Ribeira são as mais vulneráveis, devido aos padrões de circulação da baía de Guanabara. A praia de Jequiá é sensível por se tratar de uma área de preservação ambiental, pois nela ainda ocorre um remanescente do Mangue de Jequiá. A praia do Dendê também é sensível, caso a baía esteja sofrendo influência de maré de enchente no momento do acidente, mas a probabilidade que esta sofra o toque da pluma de óleo é baixa.

Mesmo tendo como base os resultados parciais disponíveis, não se deve inferir que os 7.000 litros de óleo lançados diariamente e os outros derrames acidentais não estejam impactando negativamente a baía de Guanabara. Devido às condições de circulação do ambiente, as dimensões dos impactos ocorridos podem ser reduzidas a curto e médio prazo. A velocidade e extensão dos processos dependem das propriedades físicas e químicas do óleo original e de condições ambientais, tais como: temperatura, velocidade direção dos ventos e das correntes marinhas.

## Referências Bibliográficas

AMADOR, E.S. Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza. Rio de Janeiro: E.S. AMADOR, 1997. 539p.

ANÍSIO, L.C.C. Análise da contaminação atual da Baía de Guanabara através da utilização de modelagem hidrodinâmica probabilística e avaliação de dados geoquímicos de sedimentos de praia, Tese de Mestrado, UFRJ 2006. 156 p.

DIAS, G.T.M., QUARESMA, V.S. Baía de Guanabara – evolução geomorfológica do fundo submarino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39. 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996. V. 4, p. 515-517.

FERRARI, A.L. A geologia do “*rift*” da Guanabara (RJ) na sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento pré-cambriano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais...** Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2858-2872.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamento de Óleo. 94 p, 2002.

PETROBRAS - Manual Básico para Elaboração de Mapas de Sensibilidade Ambiental a Derrames de Óleo no Sistema PETROBRAS: Ambientes Costeiros e Estuarinos, 2002.

SILVA, T.F., Monitoramento de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos na Baía de Guanabara: Sedimentos, Águas e Peixes. Dissertação de Mestrado, UFRJ-RJ. Instituto de Química. 2004.

ZHOU, J.L., HONG, H., ZHANG, Z; MASKAOUI, K. and CHEN, W., Multi-pase distribution of organic micropollutants in Xiamen Harbour. China. Water Research. 7. 2132-2150. 2000.