

## **II.6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Neste item encontram-se identificados e classificados os impactos ambientais potenciais decorrentes das fases de implantação, desenvolvimento e desativação da produção de óleo e gás no Campo de Golfinho, no qual será utilizada a unidade de produção FPSO-Capixaba, ainda em processo de licitação pela Petrobras. Os impactos decorrentes do lançamento do gasoduto de Golfinho também encontram-se relacionados e descritos neste item.

### **II.6.1 – MODELAGEM DA SENSIBILIDADE AMBIENTAL**

Como primeiro item deste capítulo, é apresentado o estudo de modelagem dos diversos cenários de derrame de óleo e do descarte de água de produção, os quais serviram para embasar muitos dos impactos identificados no item de análise dos impactos apresentado na seqüência.

#### **II.6.1.1 – Modelagem de Óleo**

O objetivo principal deste trabalho é a modelagem da trajetória e transformações biogeoquímicas de um potencial derrame de óleo a partir do afundamento da unidade FPSO-Capixaba a ser instalada no Campo de Golfinho, região norte da Bacia do Espírito Santo. Esta avaliação foi conduzida através da utilização de um sistema de modelos computacionais conhecido como *OILMAP*, desenvolvido pela *Applied Science Associates (ASA)* dos EUA.

Para estudos de modelagem, como o realizado neste trabalho, são necessários: (a) um conhecimento detalhado das características geomorfológicas do local (morfologia da linha de costa e fundo oceânico), (b) padrões de circulação local e em larga escala, e (c) séries temporais de vento de longa duração (preferencialmente de bóias *offshore* e/ou estação meteorológica costeira). Para este estudo, foram utilizados dados de vento obtidos da bóia oceanográfica da PETROBRAS localizada no campo de Albacora, nas

coordenadas 22° 30'S e 40°W. A caracterização dos padrões de circulação na região foi realizada a partir dos resultados do modelo *POCM* (WOCE Parallel Ocean Climate Model), ajustado para modelar as correntes oceânicas da costa sudeste do Brasil, acoplado a um modelo desenvolvido pela equipe da *ASA SOUTH AMERICA*, com maior definição temporal e espacial para a região de interesse.

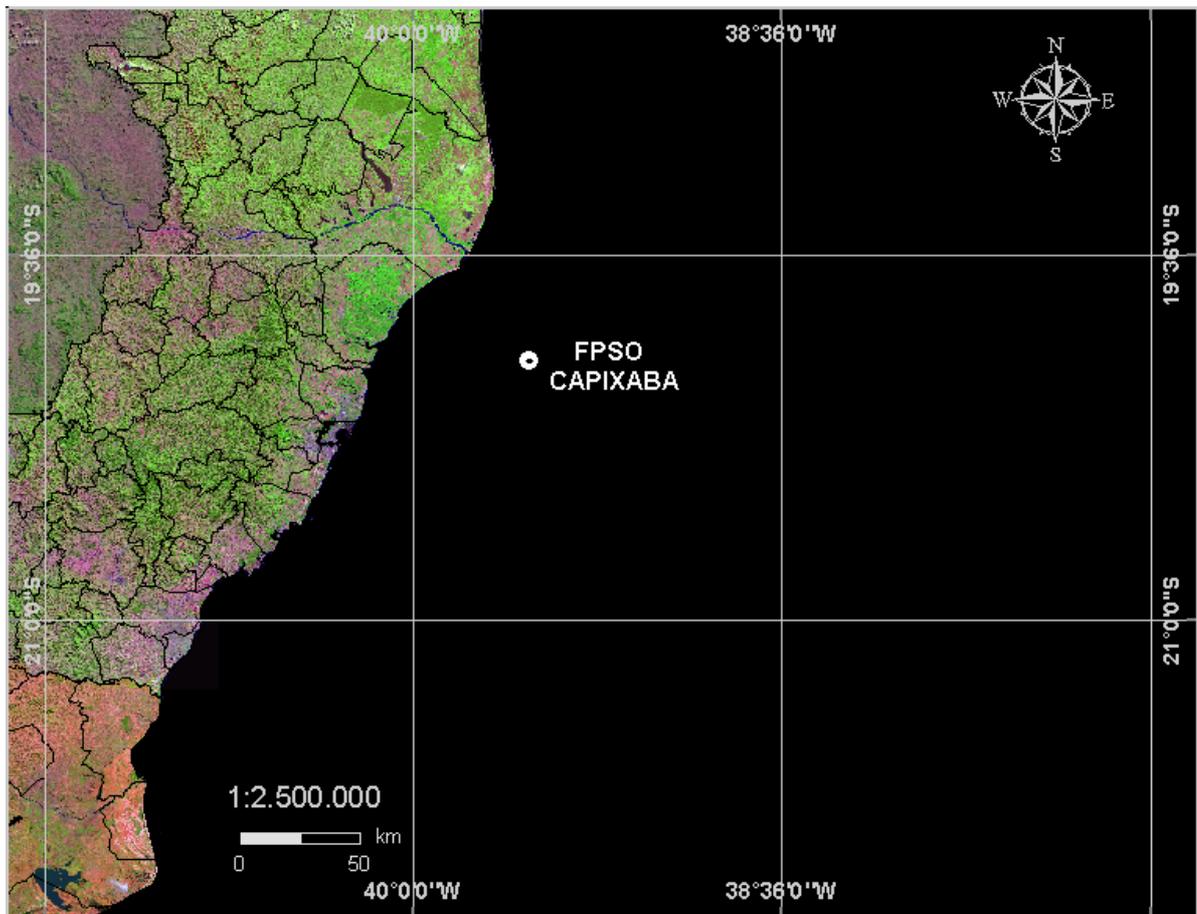
No sub-item (II.6.1.1.1) é discutido o propósito do estudo e fornecidas informações sobre a área de estudo. O sub-item II.6.1.1.2 descreve o modelo hidrodinâmico e o sub-item II.6.1.1.3, apresenta a calibração do mesmo. O sub-item II.6.1.1.4 descreve o modelo OILMAP utilizado na modelagem dos cenários acidentais de óleo e o sub-item II.6.1.1.5 apresenta os cenários simulados, suas características e os dados de entrada. Os resultados das simulações com as prováveis trajetórias de um acidente no local de estudo são apresentados no sub-item II.6.1.1.6.

#### **II.6.1.1.1 - Área de Estudo**

As simulações para um potencial acidente com petróleo na Bacia do Espírito Santo foram realizadas a partir do poço ESS-123, cujas coordenadas foram especificadas pela CEPEMAR/PETROBRAS:

UTM – Datum Aratu	Geodésica – Datum SAD69
Norte: 7.788.182	Sul: 20° 00' 7.54"
Leste: 441.537	Oeste: 39° 33' 32"

A Figura II.6.1.1.1-1 apresenta a localização do FPSO Capixaba, localizado no Campo de Golfinho, na Bacia do Espírito Santo, onde foram feitas simulações para um potencial acidente com petróleo.



**Figura II.6.1.1.1-1 - Localização do FPSO Capixaba, no Campo de Golfinho, Bacia do Espírito Santo.**

### *Padrões de Circulação na Região*

A circulação oceânica nesta área é determinada por forçantes variadas, que se sobrepõem de modo diferenciado, dependendo de fatores morfológicos e dinâmicos locais. Sobre a plataforma há amplificação natural do sinal de maré e intensificação dos padrões meteorológicos locais, *i.e.*, brisa marinha. Sobreposto a estes sinais existe a presença energética da passagem de frentes, com pronunciada causalidade remota. No oceano profundo a composição da passagem de frentes e do fluxo determinado pela Corrente do Brasil (CB) é preponderante. Considerando-se o relativo conhecimento existente sobre a circulação da maré na região, o principal padrão no oceano a ser descrito é a CB.

Parte significativa do fluxo da CB passa através dos canais dos Bancos de Abrolhos e divide-se em dois ramos. Um deles flui afastado da costa, além da isóbata de 3.000 m (Stramma *et al.*, 1990), enquanto o outro flui seguindo a linha de quebra da plataforma (Signorini, 1978).

As primeiras medições diretas foram feitas por Evans & Signorini (1985), nas latitudes de 20°30'S e 23°S, as quais apresentaram um fluxo confinado aos primeiros 400 m de profundidade, com uma contra-corrente no sentido norte abaixo destes 400 m iniciais. Na parte norte da área, acima do Cabo de São Tomé, a direção da corrente é para 180°, variando para 220° na região de Cabo Frio. Esta mudança afeta significativamente a CB, induzindo a formação de vórtices e meandros. O volume estimado transportado pela CB na região da quebra da plataforma e do talude na latitude de 22°S é de  $5,5 \pm 2,6$  Sv (Lima, 1997).

Imagens AVHRR, usadas por Garfield (1990), indicam um padrão de meandramento regular entre o Cabo de São Tomé e Cabo Frio, com a separação ocasional de vórtices ciclônicos. Nos primeiros 100 m da coluna d'água, em algumas regiões sobre o talude continental, a velocidade da corrente pode chegar a 1,0 m/s (Castro & Miranda, 1998).

A corrente que flui para sudoeste durante o verão é reforçada pelos ventos predominantes, que provêm principalmente de nordeste nessa estação, devido à influência da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). No inverno, entretanto, a alta incidência de sistemas frontais induz a ocorrência de correntes com direção nordeste nas porções interna e média da plataforma (Castro & Miranda, 1998). Outra consequência do predomínio dos ventos de NE é a "ressurgência" de águas frias (ACAS) em regiões costeiras. Esses eventos são muito comuns na região de Cabo Frio.

### *Características Meteorológicas da Região*

A circulação atmosférica de baixos níveis na região sudeste do Brasil é dominada pela ação da ASAS, pela passagem de sistemas frontais sobre a região e por circulações locais.

A variabilidade sazonal do padrão de ventos na região sudeste devido ao deslocamento da ASAS é caracterizado pelo predomínio de ventos de nordeste no verão e ventos de leste no inverno. Este padrão é ilustrado na Figura II.6.1.1.1-2 e na Figura II.6.1.1.1-3, que apresentam o comportamento sazonal da circulação atmosférica obtida através da média de 12 anos (1990 – 2001) das reanálises do modelo de circulação geral do ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecast). Nessa análise foram utilizados dados de vento na altura de 10 m. Observa-se a mudança do posicionamento sazonal da ASAS e o padrão de ventos gerados por esse sistema.

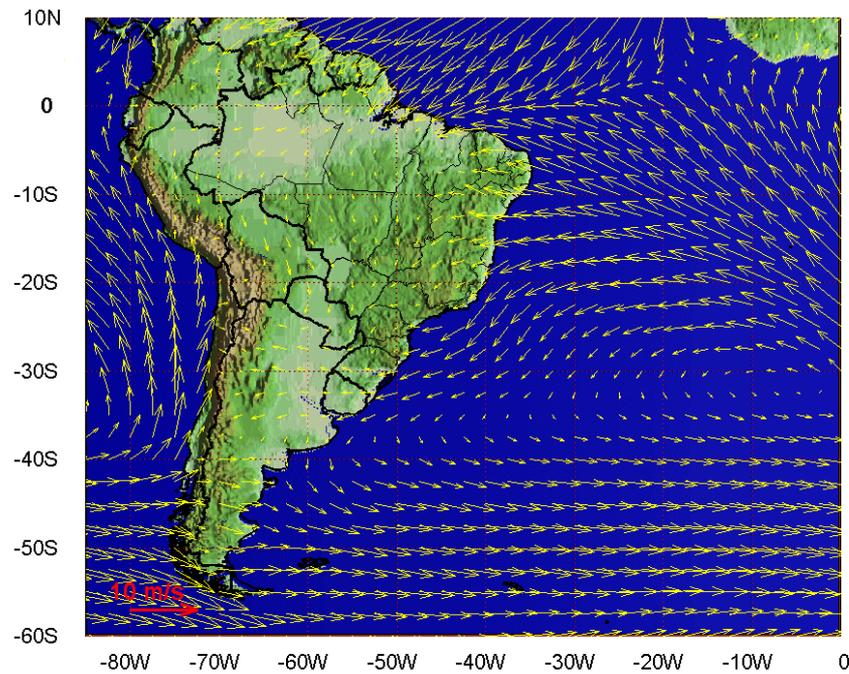
Os sistemas frontais atuam durante o ano todo sobre o Brasil com frequências maiores nas latitudes mais altas e menores nas latitudes mais baixas, como se pode notar no estudo de Oliveira (1986).

De acordo com o Boletim de Monitoramento e Análise Climática (Climanálise, 1996), que apresentou uma estatística de sistemas frontais que atuaram no litoral do Brasil entre os anos de 1975 a 1984 e 1987 a 1995, a média ficou entre 4 e 7 sistemas mensais atuando sobre a costa do sudeste brasileiro, com valores máximos nos meses de inverno e valores mínimos nos meses de verão.

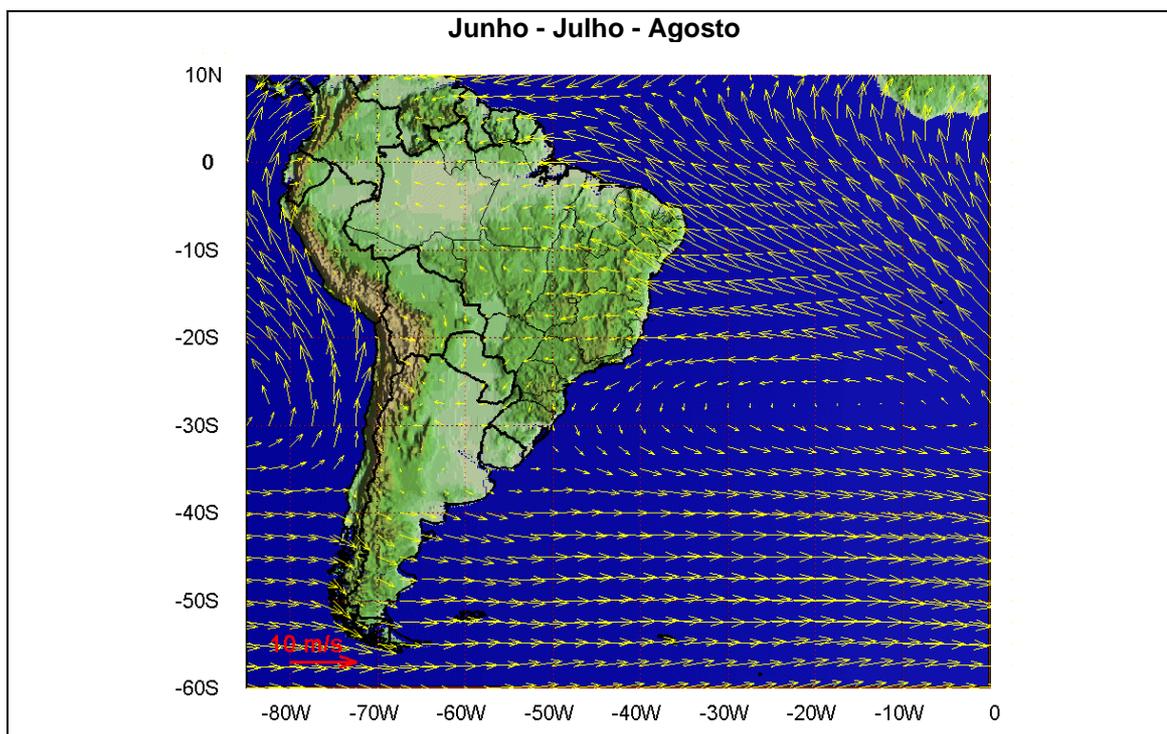
O deslocamento desses sistemas está associado ao escoamento ondulatório de grande escala. A intensificação ou dissipação dos mesmos está relacionada com as características atmosféricas sobre o continente. Algumas regiões do Brasil, tais como as Regiões Sul e Sudeste, são regiões frontogenéticas, ou seja, são regiões onde as frentes podem se intensificar ou se formar (Satyamurty & Mattos, 1989).

Em meso e micro escalas, o escoamento de baixos níveis sobre a plataforma continental está fortemente influenciado pelo efeito de circulações termicamente induzidas (brisas marinha e terrestre).

#### Janeiro - Fevereiro - Março



**Figura II.6.1.1.1-2** - Médias de 12 anos (1990 – 2001) do vento à 10 m no período de verão (Reanálises do ECMWF).



**Figura II.6.1.1.1-3** - Médias de 12 anos (1990 – 2001) do vento à 10 m no período de inverno (Reanálises do ECMWF).

### II.6.1.1.2 - Modelo Hidrodinâmico

Nesta etapa do trabalho foi implementada uma estrutura numérica (*i.e.* modelos hidrodinâmicos) visando simular o campo de correntes na plataforma e talude continentais da costa sul-sudeste brasileira, englobando as Bacias do Espírito Santo, Campos e Santos. Neste intuito, foi utilizado o código baseado no *Princeton Ocean Model* (POM) para simular as condições na plataforma continental e resultados do *Parallel Ocean Circulation Model* (POCM) para simular as condições no talude continental e oceano profundo.

#### **Descrição do Princeton Ocean Model**

O modelo numérico hidrodinâmico *Princeton Ocean Model* (POM) foi desenvolvido por Blumberg & Mellor (1987). O código fonte deste modelo é de domínio público, podendo ser obtido via Internet no endereço: [www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom](http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom).

O modelo tem estrutura tridimensional, não linear, com as equações hidrodinâmicas escritas na forma de fluxo, sob as aproximações de Boussinesq e hidrostática. Este modelo permite, também, a utilização de grades curvilíneas, de coordenadas  $\sigma$  na vertical e a resolução das camadas turbulentas de superfície e de fundo, por meio de um submodelo de fechamento turbulento de 2ª ordem.

No sistema de coordenadas  $\sigma$ , a coordenada  $z$  é escalonada de acordo com a profundidade da coluna d'água local, conforme mostra a equação (1), onde  $D$  é a profundidade local,  $\eta$  a elevação da superfície e  $H$  a profundidade média local.

$$\sigma = \frac{z - \eta}{D} \quad (1)$$

onde  $D(x,y,t) = H(x,y) + \eta(x,y,t)$

O uso das coordenadas  $\sigma$  facilita a representação da estrutura vertical do talude. O modelo inclui um submodelo de fechamento turbulento, para o cálculo dos coeficientes de mistura turbulenta vertical. O fechamento turbulento de 2ª ordem utiliza os resultados das equações da energia cinética turbulenta e da escala de comprimento de turbulência, no cálculo dos coeficientes cinemáticos de viscosidade e de difusão turbulenta de calor e sal na vertical (Mellor & Yamada, 1982). Esses cálculos são efetuados com base em relações empíricas, que utilizam constantes estabelecidas em experimentos de laboratório e em observações de campo. Com o fechamento turbulento de 2ª ordem, o modelo reproduz de maneira mais realística as camadas de Ekman, de superfície e de fundo.

Além dos aspectos específicos acima mencionados, o modelo adota soluções largamente utilizadas na literatura, como gradeamento do tipo C de Arakawa e métodos de integração diferentes na horizontal e na vertical - integração horizontal e temporal explícita e vertical implícita. Através desses procedimentos, elimina-se a restrição temporal na vertical, permitindo o uso de maior resolução nas camadas de Ekman de superfície e de fundo.

O modelo apresenta uma superfície livre e dois intervalos de tempo distintos, um para o modo de oscilação externo e outro para os internos. O modo externo (barotrópico) é bidimensional e usa um intervalo de tempo menor, baseado na condição de estabilidade computacional de Courant-Friedrichs-Levy (CFL). Os modos internos (baroclínicos) são tridimensionais e usam um intervalo de tempo mais longo.

### Equações Básicas do Modelo Hidrodinâmico

O modelo hidrodinâmico aqui descrito é baseado em uma formulação tridimensional prognóstica com aproximação hidrostática. As variáveis potencialmente prognósticas são: as três componentes da velocidade ( $u, v$  e  $w$ ), a temperatura ( $T$ ), a salinidade ( $S$ ), a energia cinética turbulenta ( $q^2/2$ ), a escala turbulenta ( $l$ ), e a elevação da superfície ( $\eta$ ).

O conjunto de equações básicas utilizadas no código é descrito abaixo. Consideremos um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais, com  $x$  crescendo para Leste,  $y$  para Norte e  $z$  para cima, no qual as coordenadas horizontais (*i.e.*,  $x, y$ ) referem-se ao espaço computacional. A superfície livre está localizada em  $z = \eta(x, y, t)$  e o fundo em  $z = -H(x, y)$ . Neste sistema as equações de conservação e a equação de estado são escritas como:

Equação da continuidade:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Equação de Reynolds para conservação da quantidade de movimento:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} - fV = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_M \frac{\partial U}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( 2A_M \frac{\partial U}{\partial x} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial y} \left[ A_M \left( \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] \end{aligned} \quad (3)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} + fU = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_M \frac{\partial V}{\partial z} \right)$$

$$+ \frac{\partial}{\partial x} \left[ A_M \left( \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left( 2A_M \frac{\partial V}{\partial y} \right) \quad (4)$$

$$\rho g = - \frac{\partial P}{\partial z} \quad (5)$$

Conservação de Temperatura Potencial:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} + U \frac{\partial \Theta}{\partial x} + V \frac{\partial \Theta}{\partial y} + W \frac{\partial \Theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K_H \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_{(H)} \quad (6)$$

Conservação de Salinidade:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U \frac{\partial S}{\partial x} + V \frac{\partial S}{\partial y} + W \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K_H \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_S \quad (7)$$

Equação de Estado:

$$\rho = \rho(S, \Theta, P) \quad (8)$$

Equação da Energia Cinética Turbulenta:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q^2}{\partial t} + U \frac{\partial q^2}{\partial x} + V \frac{\partial q^2}{\partial y} + W \frac{\partial q^2}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K_q \frac{\partial q^2}{\partial z} \right) + 2K_M \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right] \\ + \frac{2g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \rho}{\partial z} - \frac{2q^3}{B_1 l} + F_{q^2} \end{aligned} \quad (9)$$

Equação da Turbulência em Macro Escala:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (q^2 l) + U \frac{\partial}{\partial x} (q^2 l) + V \frac{\partial}{\partial y} (q^2 l) + W \frac{\partial}{\partial z} (2q^2 l) = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K_q \frac{\partial}{\partial z} (q^2 l) \right] \\ + l E_1 K_M \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right] + \frac{l E_1 g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \rho}{\partial z} - \frac{q^3}{B_1} \tilde{W} + F_{q^2 l} \end{aligned} \quad (10)$$

sendo,

$$F_{q^2, q^2 l} = \frac{\partial}{\partial x} \left( A_H \frac{\partial q^2, q^2 l}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( A_H \frac{\partial q^2, q^2 l}{\partial y} \right) \quad (11)$$

$$(L)^{-1} \equiv (\eta - z)^{-1} + (H + z)^{-1} \quad (12)$$

$$\tilde{W} \equiv 1 + E_2 \left( \frac{l}{kL} \right)^2 \quad (13)$$

onde:

- $U, V, W$  = componentes do vetor velocidade (m/s)  
 $F$  = parâmetro de Coriolis ( $s^{-1}$ )  
 $\rho_0$  = densidade de referência ( $kg/m^3$ )  
 $\rho$  = densidade in situ ( $kg/m^3$ )  
 $P$  = pressão ( $N/m^2$ )  
 $K_M$  = coeficiente cinemático vertical de viscosidade turbulenta  
 ( $m^2/s$ )  
 $K_H$  = coeficiente cinemático vertical de difusão turbulenta de calor e  
 sal ( $m^2/s$ )  
 $g$  = aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )  
 $\Theta$  = temperatura potencial ( $^{\circ}C$ )  
 $S$  = salinidade (PSU)  
 $A_M$  = coeficiente cinemático horizontal de viscosidade turbulenta  
 ( $m^2/s$ )  
 $A_H$  = coeficiente cinemático horizontal de difusão turbulenta de  
 calor e sal ( $m^2/s$ )  
 $q^2/2$  = energia cinética turbulenta  
 $L$  = escala característica de comprimento para o movimento  
 turbulento  
 $\tilde{W}$  = função proximidade-do-contorno  
 $k$  = constante de von Karman ( $k=0,4$ )  
 $F_{q^2, q^2l}$  = termos horizontais de mistura para  $q^2$  e  $q^2l$

### Condições de Contorno Adotadas

As condições de contorno naturais do modelo são dadas pela velocidade normal nula nos contornos terrestres. Em áreas com aporte fluvial, os valores de vazão, temperatura e salinidade dos rios são diretamente especificados nos contornos.

Na superfície livre, além das condições dinâmicas locais (Mellor & Yamada, 1982), é também considerada a tensão de cisalhamento do vento. Opcionalmente, fluxos de calor e sal (evaporação) podem ser incluídos. No fundo, são aplicadas as condições dinâmicas descritas em Mellor & Yamada (*op. cit.*). A velocidade de arrasto é calculada como uma função empírica da energia cinética turbulenta, por sua vez decorrente do fechamento turbulento de segunda ordem.

Nos contornos artificiais são aplicadas, ao modelo, condições de contorno para a definição do comportamento das propriedades modeladas nos limites oceânicos do domínio estudado. Essas condições de contorno são definidas nas sub-rotinas “BCONDS” para as variáveis: elevação da superfície do mar, velocidades do modo externo (2-D), velocidades do modo interno (3-D), temperatura, salinidade, velocidade vertical e energia cinética turbulenta.

Nas componentes perpendiculares à fronteira são aplicadas condições radiacionais em função da elevação, do tipo  $H\bar{U} \pm C_e\eta = BC^2$ , onde  $C_e = \sqrt{gH}$  é a velocidade de fase da onda que chega ao sistema,  $\eta$  é a elevação do nível do mar e B é um coeficiente empírico.

Nos casos da temperatura e da salinidade, disponibiliza-se um esquema que permite a advecção através da fronteira, condição esta descrita por  $\frac{\partial T}{\partial t} + U \frac{\partial T}{\partial x} = 0$  (condição análoga aplicada à salinidade).

### ***Descrição do Modelo Parallel Ocean Circulation Model***

O modelo hidrodinâmico utilizado para fornecer o campo de correntes ao largo do talude foi o *Parallel Ocean Circulation Model* (POCM), desenvolvido pelo Office of Naval Research dos Estados Unidos. Este modelo utiliza como forçantes fluxos de calor e ventos gerados pelo ECMWF.

O modelo POCM é considerado pela comunidade oceanográfica do *World Ocean Circulation Experiment* (WOCE) o mais sofisticado para descrever a circulação oceânica, sendo capaz de reproduzir os fluxos da CB que afetam diretamente a Bacia de Campos. A tabela II.6.1.1.2-1 apresenta um resumo dos dados de entrada utilizados pelo modelo POCM.

O modelo POCM apresenta uma resolução global média de 0,25° e já foi utilizado em vários artigos publicados, como em Tokmakian & Challenor (1999).

**Tabela II.6.1.1.2-1 - Resumo dos dados de entrada do Parallel Ocean Climate Model (POCM).**

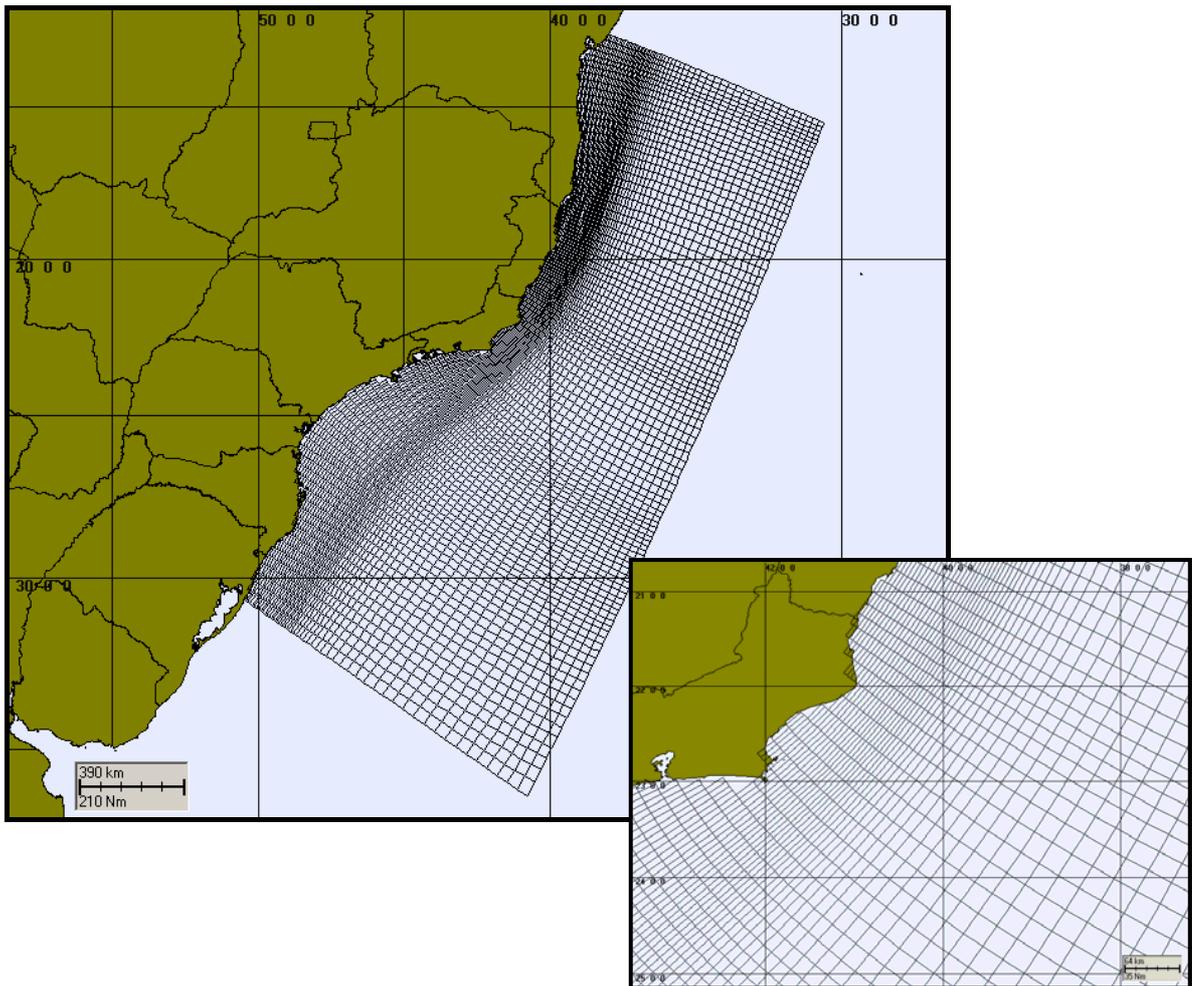
DADOS DE ENTRADA	DESCRIÇÃO
Fluxos de Calor	Dados de reanálise do ECMWF.
Ventos	Dados de reanálise do ECMWF.
Temperatura e Salinidade da água	Interpolados da Climatologia LEVITUS <sup>1</sup> , e depois simulado por um período de 33 anos para ajuste dos campos termohalinos

### ***Domínio Modelado e Dados de Entrada do Modelo***

#### ***Discretização do Domínio e Batimetria***

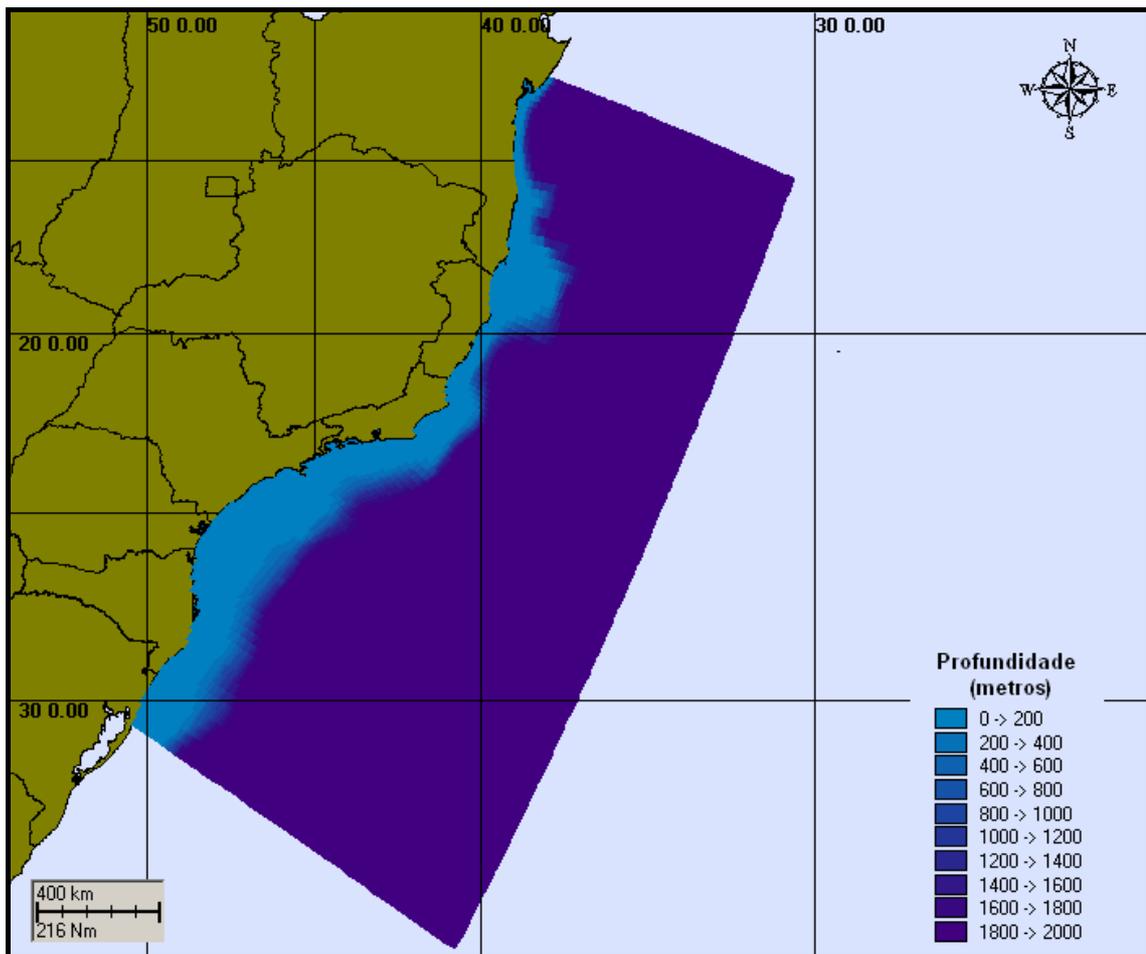
A grade final gerada para a região da Bacia do Espírito Santo possui dimensão horizontal máxima de 70x100 pontos, com resolução média de aproximadamente 3.000 m (Figura II.6.1.1.2-1). A grade geral implementada representou um compromisso entre os objetivos do projeto, a capacidade computacional para o período de execução do modelo e a descrição dos processos hidrodinâmicos relevantes para a região de interesse (forçantes de maré e ventos sobre a plataforma continental, e Corrente do Brasil no talude continental).

<sup>1</sup> <http://ingrid.ldgo.columbia.edu/SOURCES/.LEVITUS94>.



*Figura II.6.1.1.2-1 - Grade computacional utilizada nas simulações da circulação hidrodinâmica da Bacia do Espírito Santo.*

Em relação à discretização da batimetria no domínio modelado, agregam-se às características dinâmicas e morfológicas locais, questões relacionadas à ausência e/ou baixa qualidade de dados batimétricos/altimétricos da região. Em regiões não hidrografadas ou com baixa qualidade/resolução nos dados foram usados recursos como o georreferenciamento de fotos de satélite, relatos de navegantes, entre outros, para complementar os níveis requeridos à base de dados da **ASA SOUTH AMERICA** na região, visando o ajuste fino da batimetria à linha de costa (Figura II.6.1.1.2-2).



**Figura II.6.1.1.2-2** - Batimetria discretizada do domínio considerado na Bacia do Espírito Santo.

### Dados de Vento

A modelagem hidrodinâmica utilizou dados de vento provenientes de reanálises do ECMWF para o ano de 1992, interpolados na grade. O ECMWF disponibiliza um conjunto de resultados provenientes de aproximadamente 15 anos de análises globais de campos atmosféricos para suprir as necessidades de pesquisa na área de clima, sendo um conjunto de dados dos mais confiáveis disponíveis.

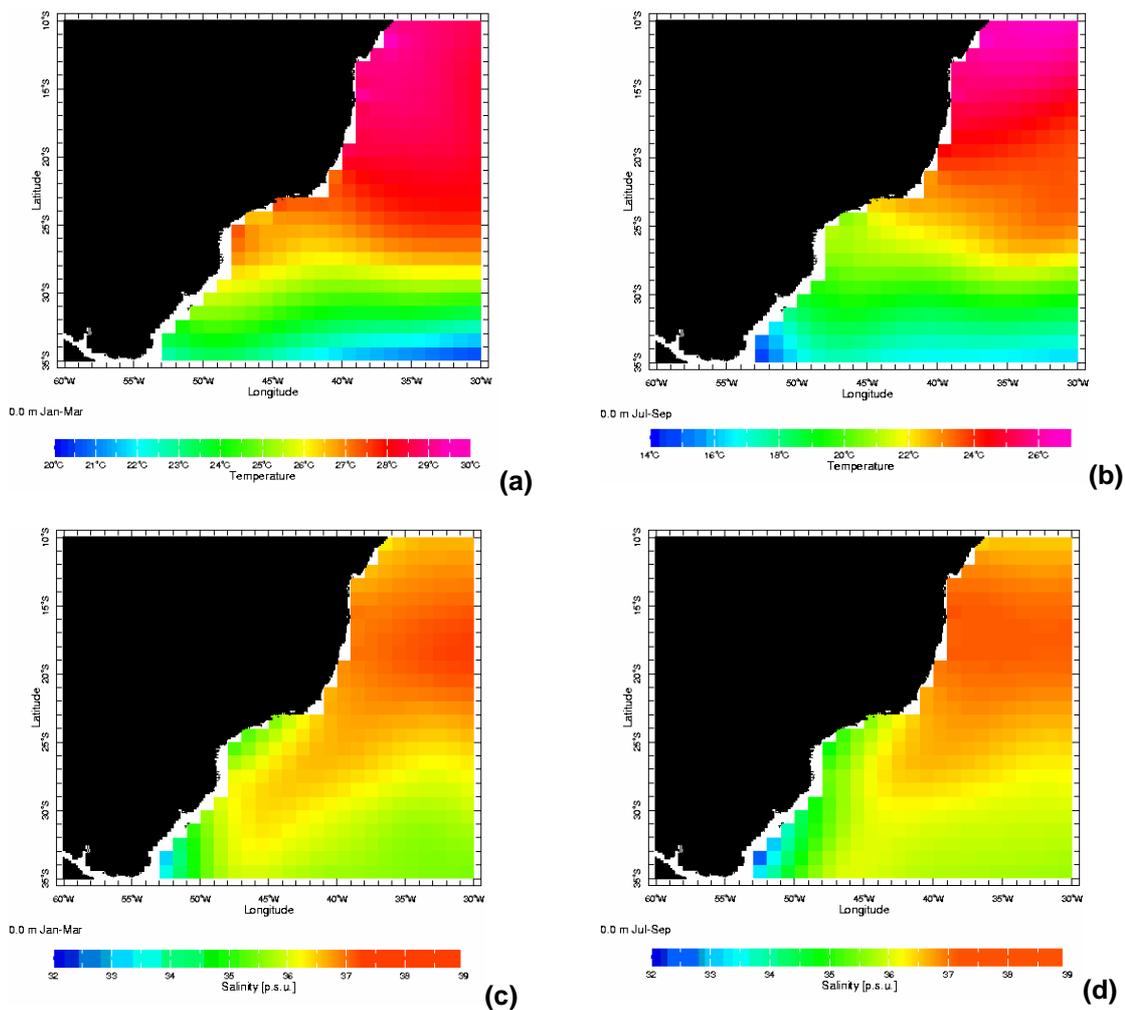
O sistema de assimilação de dados de reanálises, descrito com maiores detalhes em Gibson *et al.* (1999), inclui o modelo global espectral ECMWF operacional, com 31 níveis na vertical e truncamento triangular de 106 ondas, disponibilizados com cerca de 210 km (2,5°) de resolução horizontal. As observações assimiladas são observações de temperatura, vento horizontal e umidade específica derivadas de radiossondas de ar superior; sondagens verticais de temperatura dos satélites de órbita polar do NOAA *Operational Television Infrared Observation Satellite* (TIROS); *Operational Vertical Sounder* (TOVS) sobre o oceano, excluindo a área de 20°S a 20°N devido à contaminação pela chuva; vento pelo deslocamento de nuvens observado em satélites; vento e temperatura observados por aeronaves; pressão de estações de superfície; pressão, temperatura, vento horizontal e umidade específica de observações de bóias de navios.

#### Dados de Maré

O campo de elevação do nível do mar foi incorporado ao modelo hidrodinâmico, utilizando-se como forçante nos contornos os dados do modelo global de maré do *Center for Space Research* da Universidade do Texas - CSR3.

#### Estrutura Termohalina

Os campos de temperatura e salinidade usados para inicialização do campo baroclínico do POCM foram obtidos através da Climatologia LEVITUS. A Figura II.6.1.1.2-3 ilustra estes dados para a superfície, nos períodos de inverno e verão.



**Figura II.6.1.1.2-3 - Campos termohalinos da Climatologia LEVITUS: (a) temperatura no verão; (b) temperatura no inverno; (c) salinidade no verão e (d) salinidade no inverno.**

### **Calibração do Modelo Hidrodinâmico**

Para comparação com os resultados do modelo foram selecionados dados de corrente coletados no Ponto C (PC), na Bacia de Campos, cujas coordenadas são 22°43'0,12"S e 41°16'0,12"W, pertencentes ao banco de dados da PETROBRAS. Esses dados abrangem o período compreendido entre 12 de julho e 2 de setembro de 1992.

Para a calibração do nível do mar foi utilizada uma série obtida através de reconstituição harmônica, a partir de constantes fornecidas pela FEMAR para a região do Cabo de São Tomé, nas coordenadas 22°07'42"S e 41°03'12"W.

Para a calibração do modelo foi adotada a seguinte metodologia: (1) como no sinal de corrente a energia contida na baixa frequência corresponde a 83,6% da energia da corrente total, optou-se por inicialmente verificar o ajuste do modelo para a baixa frequência; (2) a seguir verificou-se o erro percentual para a corrente residual média (comparação entre as médias) e, finalmente, (3) verificou-se o ajuste do modelo para a alta frequência associada aos períodos de maré.

Por baixa frequência entendemos os sinais com período acima de 25h, incluindo assim a influência de sistemas frontais, e por alta os sinais com período entre 11h e 13h, sendo influenciado principalmente pela componente de maré.

O coeficiente de ajuste para as séries foi baseado em Hess & Bosley (1992), cuja formulação é comumente utilizada na literatura científica para a comparação de duas séries com periodicidades relativamente definidas. O coeficiente é definido pela normalização do erro quadrático médio:

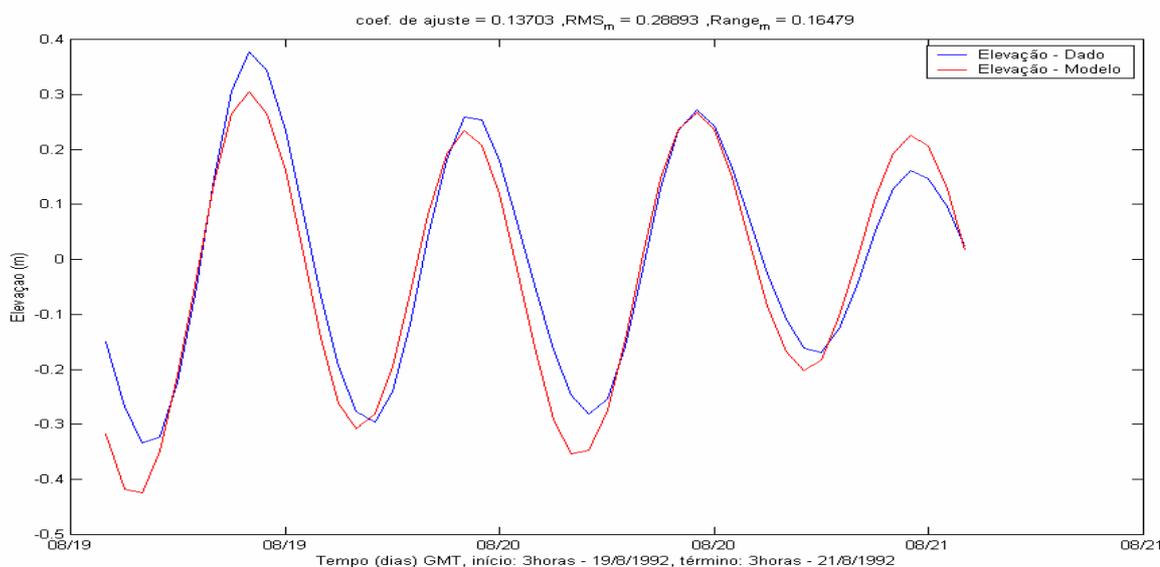
$$\frac{RMS}{\bar{A}} \quad (14)$$

onde:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2} \quad \text{e } \bar{A} \text{ é o domínio médio do dado, } P = \text{previsão e } O = \text{observação.}$$

### **Calibração Para o Nível do Mar**

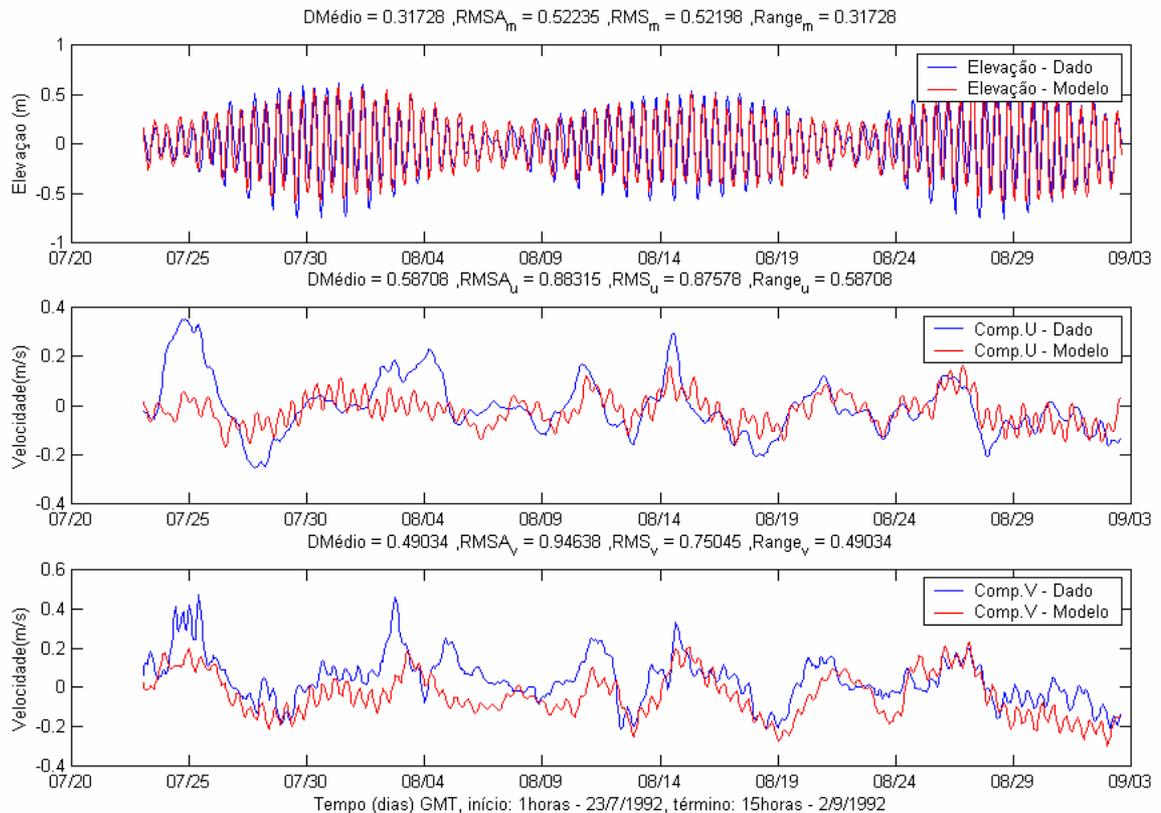
Para a calibração do nível do mar, foi realizada uma previsão a partir da tabela de constantes harmônicas da FEMAR para o Cabo de São Tomé. O coeficiente de ajuste obtido para o período de 19 a 21 de agosto de 1992 (Figura II.6.1.1.2-4) foi de 13,70%, segundo a equação (14).



**Figura II.6.1.1.2-4** - Série temporal de maré (azul) e a elevação calculada pelo modelo (vermelho) entre os dias 19 e 21 de agosto de 1992.

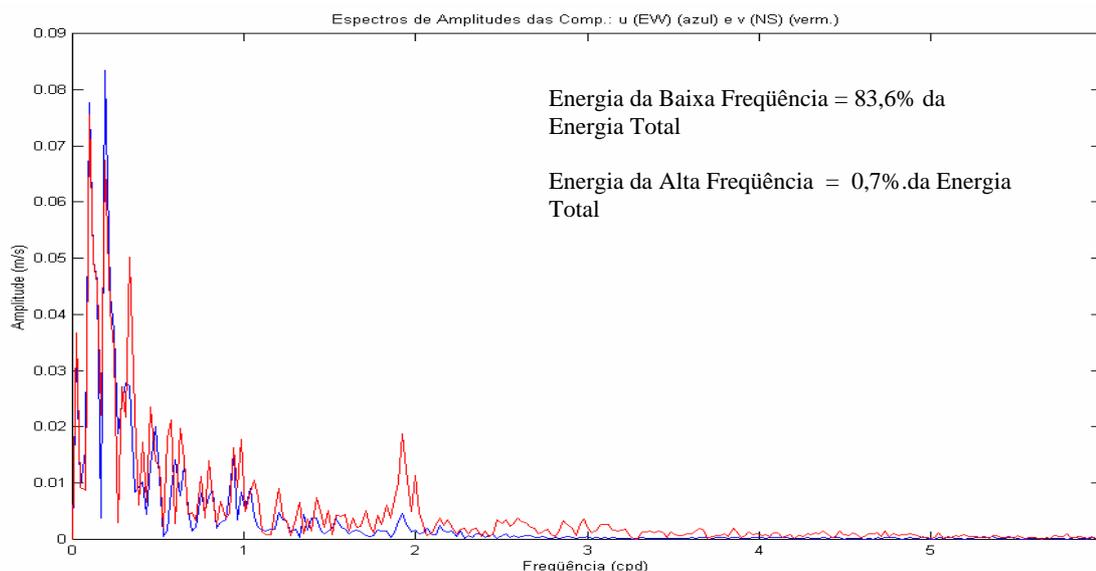
### Calibração Para as Correntes

Estão reproduzidas, na Figura II.6.1.1.2-5, as séries temporais dos dados versus os resultados do modelo. São apresentados os campos de corrente (componentes  $u$  (E-W) e  $v$  (N-S)) e, também, a comparação dos resultados de elevação do modelo e a recomposição harmônica da maré.



**Figura II.6.1.1.2-5** Séries temporais da elevação FEMAR (azul) e das componentes  $u$  (E-W) e  $v$  (N-S) dos dados PETROBRAS (azul) e as reproduzidas pelo modelo (vermelho).

Especificamente no ponto de medição (PC), o sinal da corrente de baixa frequência, associada à passagem de sistemas frontais, contém 83,6% da energia total do sinal. Sinais de alta frequência (maré semidiurna) são menos intensos em águas profundas, como pode ser observado na Figura II.6.1.1.2-6.

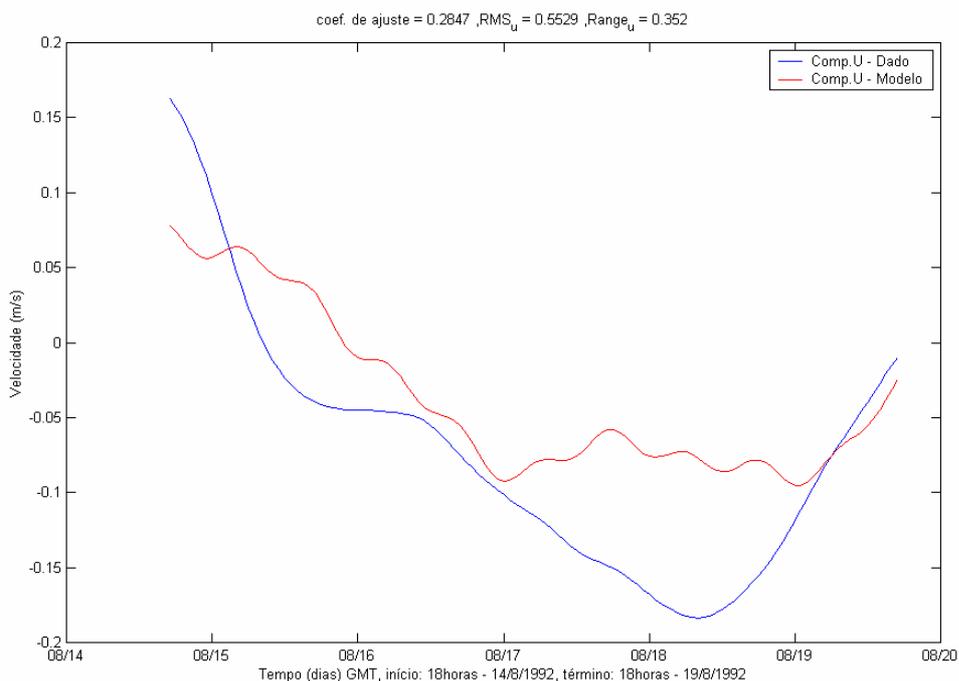


**Figura II.6.1.1.2-6** - Espectros de amplitude das componentes  $u$  (E-W) (azul) e  $v$  (N-S) (vermelho) dos dados de corrente da PETROBRAS.

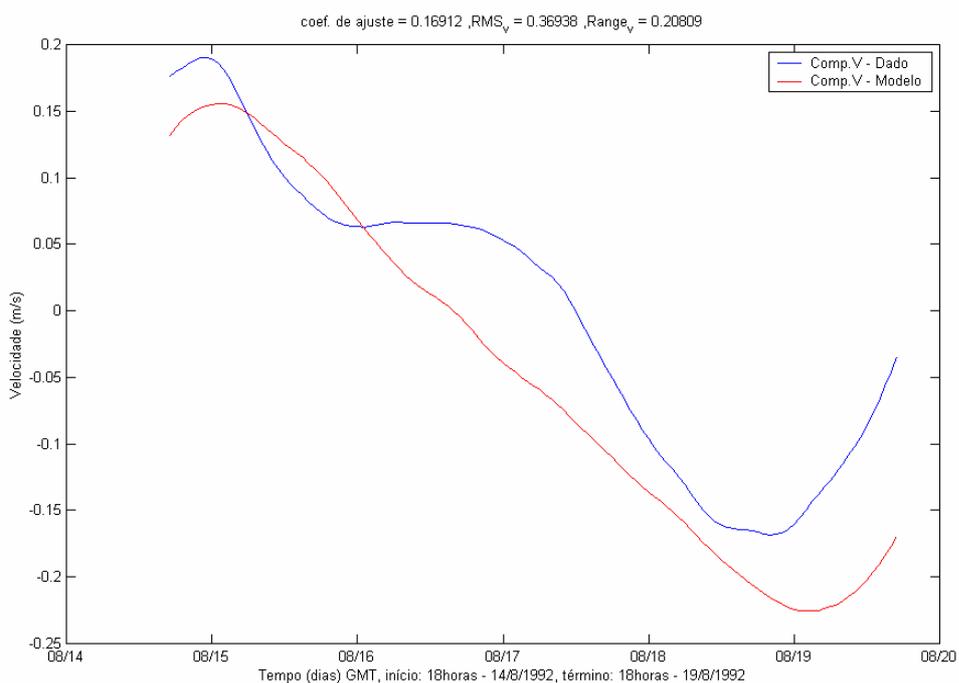
Deste modo, priorizou-se o ajuste do modelo na baixa frequência. Os coeficientes de ajuste (equação 14) foram de 28,47% para a componente  $u$  e 16,91% para a componente  $v$ , considerando o período de 5 dias compreendido entre 14 e 19 de agosto de 1992 às 18 horas (Figura II.6.1.1.2-7).

Na calibração do modelo para a corrente residual média considerou-se a diferença entre a corrente residual média do modelo e dos dados (para o período que se dispunha de dados), e calculou-se o erro percentual relativo à corrente média residual dos dados. Os ajustes obtidos foram de 1,46% para a componente zonal e 7,67% para a meridional. Tal resultado encontra-se ilustrado na Figura II.6.1.1.2-8.

Embora com baixa energia relativa neste ponto, observa-se presença significativa do sinal da maré nos dados fornecidos. Para validar o modelo também nessa frequência, foram isolados os sinais de alta frequência (marés) dos dados e do modelo. A comparação para um período de 48 horas, compreendido entre 19 e 21 de agosto de 1992 às 3 horas, forneceu um coeficiente de ajuste de 24,18% para a componente zonal e 18,47% para a componente meridional, conforme a equação (14).

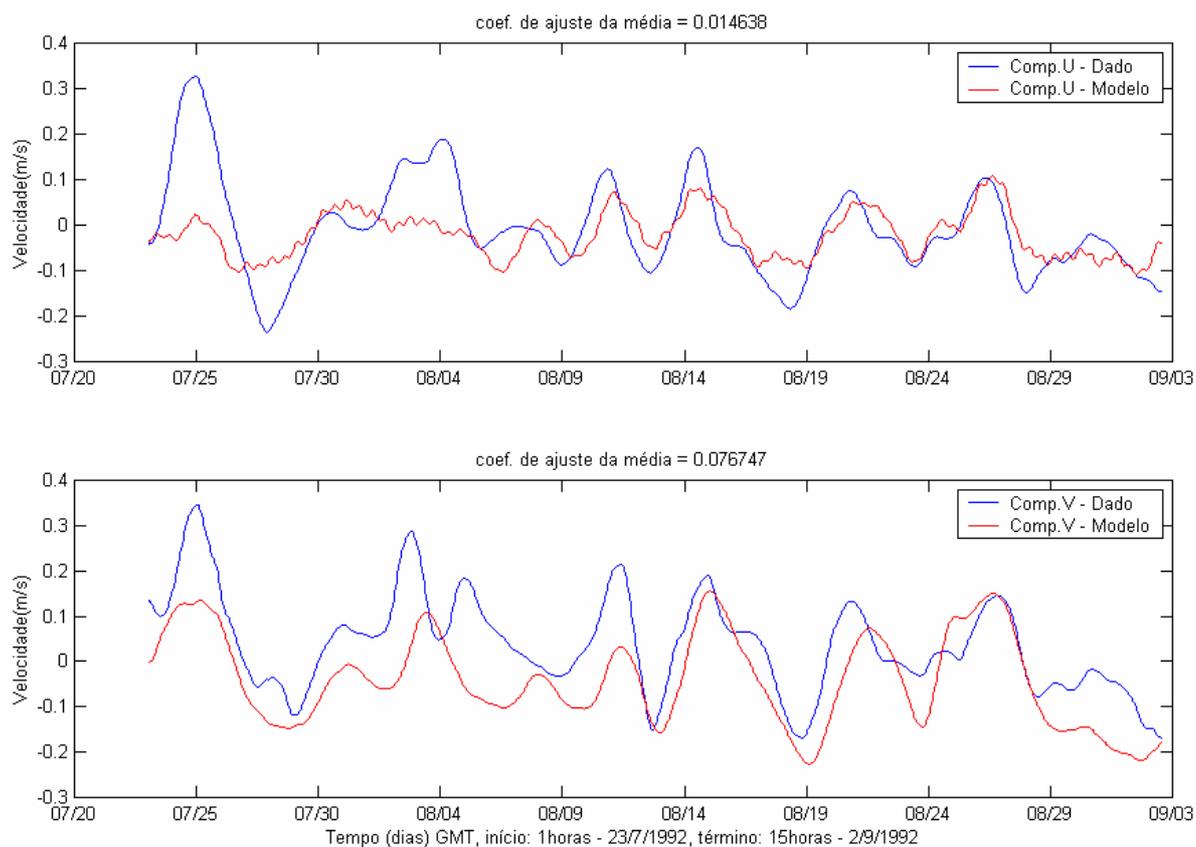


**(a)**



**(b)**

**Figura II.6.1.1.2-7 - Séries temporais do sinal de baixa freqüência das componentes u (E-W) e v (N-S) dos dados de corrente da PETROBRAS (azul) e as calculadas pelo modelo (vermelho), entre os dias 14 e 19 de agosto de 1992.**



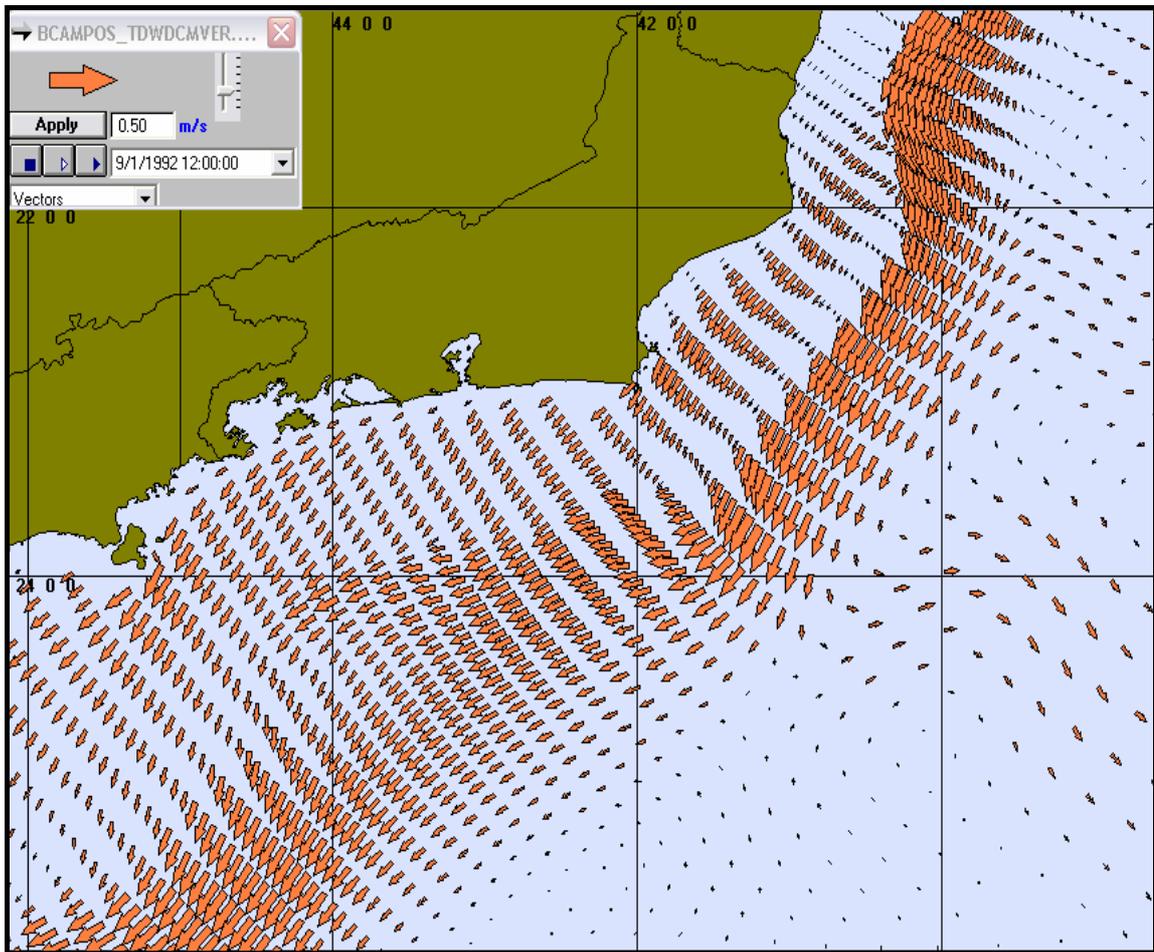
**Figura II.6.1.1.2-8** - Séries temporais do sinal de baixa frequência das componentes  $u$  (E-W) e  $v$  (N-S) dos dados PETROBRAS (azul) e calculada pelo modelo (vermelho), entre os dias 22 de julho e 2 de setembro de 1992, utilizados na calibração da corrente média residual.

### Resumo da Base Hidrodinâmica Utilizada

Os resultados obtidos através da simulação numérica na Bacia do Espírito Santo encontram-se resumidamente representados na Figura II.6.1.1.2-9, que apresenta um instantâneo da corrente de superfície no período considerado para as simulações com o modelo de óleo.

Estes resultados consideram as principais forçantes locais e remotas que apresentam influência significativa nos padrões de circulação observados sobre a plataforma continental e em oceano profundo.

Eles são resumidos basicamente pelas forçantes de bordas artificiais – maré e campos médios de velocidade (efeito remoto) – e sobre o domínio completo, *i.e.* vento (superfície), campo termohalino (na coluna d'água).



*Figura II.6.1.1.2-9 - Exemplo ilustrativo de campo de velocidades obtidos com o modelo hidrodinâmico no ano de 1992.*

### **II.6.1.1.3 - Modelagem de Derrame de Óleo**

Na modelagem de óleo foi utilizado o modelo OILMAP, desenvolvido pela **Applied Science Associates, Inc. (ASA)**, que representa o estado da arte em modelagem computacional para acompanhamento e previsão do deslocamento e intemperismo de qualquer tipo de óleo derramado em acidentes com petróleo.

O OILMAP é um sistema de modelos, baseados em plataforma PC, que pode ser utilizado em Planos de Contingência, Planos de Emergência com acompanhamento em tempo real, Relatório de Controle Ambiental (RCA), e Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) em qualquer região do mundo (Jayko & Howlett, 1992; Spaulding *et al.*, 1992a,b).

#### **Modelo Oilmap**

O OILMAP foi projetado em uma configuração modular de forma que diferentes tipos de modelos, bem como um conjunto de ferramentas sofisticadas de dados ambientais, podem ser acoplados dependendo do problema e situação em estudo. Através de sua interface gráfica, o OILMAP permite ao usuário a especificação dos cenários; animação das trajetórias, correntes e vento; importar e exportar dados ambientais; a definição da grade computacional para qualquer área dentro do domínio; gerar correntes médias ou de maré; incluir ou editar as características dos óleos registrados no banco de dados; apresentar dados contidos em objetos georreferenciados (GIS); e determinar o impacto ambiental em recursos naturais. As funções do GIS permitem ao usuário a entrada, manipulação e exibição de objetos na tela através de pontos, linhas, e polígonos georreferenciados ao domínio definido pelo cenário. A cada objeto podem ser atribuídos dados em formato de texto, valores numéricos ou arquivos a partir de *links* externos.

O sistema OILMAP inclui os seguintes modelos: um modelo de deriva e intemperismo (*trajectory and fates*) para óleo de superfície e subsuperfície, um modelo de resposta a derramamento de óleo, modelo probabilístico, e um modelo receptor que através do método inverso localiza a origem do derramamento a partir de informações da posição da mancha.

Para elaboração de cenários de deriva para acidentes com petróleo deve ser definido um conjunto de duas grades computacionais, sobrepostas ao mapa digital da área de estudo.

Uma das grades, compreendendo apenas a região de água, define o campo de circulação, podendo neste caso ser baseada em resultados de um modelo hidrodinâmico implementado na região de estudo. A outra grade (*land-water*) define quais as células ou blocos correspondem à área de terra e quais à área de água, com a interface definida pela linha de costa. A linha de costa é representada por uma série de blocos que limita a extensão em que a mancha de óleo pode se movimentar em uma determinada direção, dependendo do tipo de costa (manguezais, costões rochosos, praias, etc.).

O modelo de deriva de óleo prevê o transporte e intemperismo do óleo a partir de derrames instantâneos e contínuos. As estimativas demonstram a localização e concentração do óleo de superfície versus o tempo. O modelo estima a variação temporal da cobertura de área, espessura da mancha e viscosidade do óleo. O modelo também estima o balanço da massa de óleo ou a quantidade de óleo sobre a superfície do mar, na coluna de água, evaporado, na costa, e fora da área de estudo versus o tempo. Os processos de transformações biogeoquímicas no modelo incluem dispersão, evaporação, entranhamento ou arrastamento, dispersão natural ou por suspensão e emulsificação. Em versão opcional, o OILMAP pode também calcular as interações do óleo com a camada de sedimentos e, no balanço de massa, a sedimentação associada a este processo.

A advecção e a dispersão são os processos físicos associados ao deslocamento e espalhamento do óleo, resultantes da ação combinada do vento, das ondas, da maré e dos fluxos induzidos por gradiente de densidade. O processo de advecção é modelado usando uma formulação lagrangeana. O processo de dispersão é modelado usando uma formulação do tipo *random walk*. A dispersão e o espalhamento da mancha são representados no modelo pela formulação espesso-fino de Mackay *et al.* (1980a, 1982), utilizando-se a abordagem de mancha espessa dos mesmos autores.

O processo de evaporação baseia-se na formulação analítica parametrizada em termos de exposição à evaporação (Mackay *et al.*, 1980b, 1982). O modelo de Exposição à Evaporação (Stiver & Mackay, 1984) é uma aproximação analítica para a previsão do volume evaporado. O modelo utiliza informações da curva de destilação para estimar os parâmetros necessários à equação analítica.

Os processos de entranhamento e arrastamento são modelados utilizando-se a formulação de Delvigne & Sweeney (1988) que, explicitamente, representa índices de injeção de óleo para dentro da coluna d'água por gotículas de óleo. O coeficiente de entranhamento ou arrastamento, como uma função da viscosidade do óleo, baseia-se em Delvigne & Hulsen (1994).

O processo de emulsificação do óleo, em função de perdas de evaporação e alterações na porcentagem de água na mistura, baseia-se em Mackay *et al.* (1980a, 1982) e depende da composição do óleo e do estado do mar. O método de emulsificação de Mackay *et al.* (1982) é implementado pelo usuário através dos valores dos parâmetros de entrada do coeficiente de viscosidade do mousse e uma taxa de emulsificação que podem ser usados para diminuir a taxa em que a emulsificação está prevista para ocorrer.

A interação do óleo com o litoral e a linha de costa é modelada com base em uma versão simplificada de Reed *et al.* (1989), que formula o problema em termos de uma capacidade de retenção dependendo do tipo da costa e de um índice de remoção exponencial.

Utilizando-se o OILMAP em modo probabilístico, é possível considerar a variabilidade das forçantes ambientais. As simulações de derrame são realizadas através da variação aleatória do início do mesmo dentro do período para o qual se dispõe de dados meteorológicos e oceanográficos. Tanto os ventos quanto as correntes, ou ambos, podem variar estocasticamente. As múltiplas trajetórias são, então, utilizadas para a produção de curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da grade computacional (área de estudo). As probabilidades de presença de óleo e tempo de deslocamento da mancha podem ser correlacionadas a recursos naturais armazenados no banco de dados (GIS), de forma a auxiliar na avaliação de impactos ambientais em termos da probabilidade da presença de óleo em recursos importantes.

Formulação do Modelo

O sistema OILMAP inclui um modelo de trajetória e intemperismo (*trajectory and fates*) para óleo de superfície que prevê o transporte e a degradação do óleo a partir de derrames instantâneos e contínuos.

No OILMAP, a mancha de óleo é considerada como um conjunto de partículas lagrangeanas contendo, cada uma delas, massa conhecida. O vetor posição ( $\vec{X}_t$ ) de uma dada partícula, num determinado instante  $t$ , é definido como:

$$\vec{X}_t = \vec{X}_{t-\Delta t} + \Delta t \vec{U}_{oil} \quad (15)$$

onde

- $\Delta t$  = passo de tempo (s);  
 $\vec{X}_{t-\Delta t}$  = posição em  $t - \Delta t$ ;  
 $\vec{U}_{oil}$  = velocidade da mancha (m/s)

A velocidade advectiva da partícula,  $\vec{U}_{oil}$  (m/s), é definida por:

$$\vec{U}_{oil} = \vec{U}_w + \vec{U}_t + \vec{U}_r + \alpha \vec{U}_e + \beta \vec{U}_p \quad (16)$$

onde

- $\vec{U}_w$  = componente da velocidade devido ao vento e às ondas (m/s);  
 $\vec{U}_t$  = componente da velocidade devido às correntes de maré (m/s);  
 $\vec{U}_r$  = componente da velocidade devido ao fluxo residual (m/s);  
 $\vec{U}_e$  = componente da velocidade devido ao fluxo de Ekman (m/s);  
 $\vec{U}_p$  = componente da velocidade devido ao *blowout* (m/s);  
 $\alpha$  = 0 para derrame de superfície, 1 para sub-superfície;  
 $\beta$  = 0 para derrame sem *blowout*, 1 para *blowout*.

A componente da velocidade advectiva devida às correntes de maré,  $\vec{U}_t$ , e ao fluxo residual,  $\vec{U}_r$ , são provenientes do modelo hidrodinâmico. A velocidade de deriva devida ao vento,  $u_{wc}$  e  $v_{wc}$  (m/s), componentes Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente, são:

$$u_{wc} = C_1 u_w \quad (17)$$

$$v_{wc} = C_1 v_w \quad (18)$$

onde:

$u_w$  = componente Leste-Oeste da velocidade do vento (m/s);

$v_w$  = componente Norte-Sul da velocidade do vento (m/s);

$C_1$  = fator de deriva (%).

O fator de deriva,  $C_1$ , é constante (Lange & Hühnerfuss, 1978), podendo variar entre 1,0 e 4,5%, baseado em observações. Valores de 3 a 3,5% são mais freqüentemente utilizados para ventos moderados em áreas de mar aberto. Valores menores são mais utilizados em zonas costeiras protegidas, como estuários e baías. O valor *default* no modelo é 3,5%. Se as correntes de superfície, fornecidas pelo modelo hidrodinâmico (ou dados observacionais), já são forçadas pelo vento, então o fator de deriva deve ser reduzido.

O ângulo de deriva é no sentido anti-horário da direção do vento (hemisfério Sul). Assim, a velocidade de deriva devida ao vento,  $u_{wd}$  e  $v_{wd}$  (m/s), componentes Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente, são:

$$u_{wd} = u_{wc} \cos \theta + v_{wc} \sin \theta \quad (19)$$

$$v_{wd} = -u_{wc} \sin \theta + v_{wc} \cos \theta \quad (20)$$

onde:

$u_{wd}$  = componente Leste-Oeste da velocidade devida à deriva do vento (m/s);

$v_{wd}$  = componente Norte-Sul da velocidade devida à deriva do vento (m/s);

$\theta$  = ângulo de deriva ( $^\circ$ ) constante ( $\theta = Cc$ ). O valor *default* é zero.

Utilizando a formulação *random walk* para a dispersão horizontal, é possível simular os processos dispersivos que ocorrem numa escala de movimento inferior à escala de resolução do campo de corrente fornecido pelos dados e ou modelo hidrodinâmico (Okubo, 1971; Okubo & Ozmidov, 1970). As componentes da velocidade de dispersão da mancha,  $u_{dd}$  e  $v_{dd}$ , (m/s), são definidas (Bear & Verruijt, 1987) por:

$$u_{dd} = \gamma \sqrt{6 D_x \Delta t} \quad (21)$$

$$v_{dd} = \gamma \sqrt{6 D_y \Delta t} \quad (22)$$

onde

$D_x$  = coeficiente de dispersão horizontal na direção Leste-Oeste (m<sup>2</sup>/s);

$D_y$  = coeficiente de dispersão horizontal na direção Norte-Sul (m<sup>2</sup>/s);

$\Delta t$  = passo de tempo (s);

$\gamma$  = número aleatório entre (-1) e (1).

Os coeficientes de dispersão horizontal nas direções leste-oeste (X) e norte-sul (Y) são, geralmente, iguais.

O processo de espalhamento da mancha é representado pela formulação espesso-fino de Mackay *et al.* (1980a,b, 1982), utilizando-se a abordagem de mancha espessa. O OILMAP modela apenas a mancha espessa que contém mais de 90% da massa associada à mancha. A taxa de mudança da área superficial para o espalhamento da mancha espessa (Mackay *et al.*, 1980a),  $\vec{A}_{tk}$  (m<sup>2</sup>/s), é definido por:

$$\vec{A}_{tk} = \frac{dA_{tk}}{dt} = K_1 A_{tk}^{1/3} \left( \frac{V_m}{A_{tk}} \right)^{4/3} \quad (23)$$

onde:

$A_{tk}$  = área superficial da mancha (m<sup>2</sup>);

$K_1$  = taxa de espalhamento constante (s<sup>-1</sup>);

$V_m$  = volume da superfície da mancha (m<sup>3</sup>);

$t$  = tempo (s).

A análise de sensibilidade deste algoritmo demonstrou que a solução é sensível ao número de partículas utilizadas. Com o objetivo de minimizar esta dependência, Kolluru (1992) derivou uma formulação, normalizando a solução para diferentes números de partículas superficiais.

A taxa de mudança da área superficial de uma única partícula  $\bar{A}_{tk}$  (m<sup>2</sup>/s), é dada por:

$$\bar{A}_{tk} = \frac{d A_{tk}}{dt} = K_1 A_{tk}^{1/3} \left( \frac{V_m}{A_{tk}} \right)^{4/3} \left( \frac{R_s}{R_e} \right)^{4/3} \quad (24)$$

onde:

- $A_{tk}$  = área superficial de uma partícula (m<sup>2</sup>);
- $K_1$  = taxa de espalhamento constante (s<sup>-1</sup>);
- $V_m$  = volume de óleo de uma partícula (m<sup>3</sup>);
- $R_s$  = raio de uma partícula (m);
- $R_e$  = raio efetivo da superfície da mancha (m).

O raio efetivo da superfície da mancha  $R_e$  (m), (Kolluru, 1992) é dado por:

$$R_e = \left[ \left( \frac{I}{\pi} \right) \sum_{n=1}^N A_{tk} \right]^{1/2} \quad (25)$$

onde:

- $A_{tk}$  = área superficial de uma partícula (m<sup>2</sup>);
- $N$  = número de partículas usadas para representar a superfície da mancha.

O processo de evaporação baseia-se na formulação analítica parametrizada em termos de exposição à evaporação (Mackay *et al.*, 1980b, 1982).

O modelo de Exposição à Evaporação (Stiver & Mackay, 1984) é uma aproximação analítica para a previsão do volume evaporado. O modelo utiliza informações da curva de destilação do óleo (curva PEV) para estimar os parâmetros necessários a esta equação analítica. A fração evaporada,  $F_v$ , é definida por:

$$F_v = \ln [1+B (T_G/T) \theta T \exp (A - B T_0 /T)] [T/(B T_G)] \quad (26)$$

onde

- $T_0$  = ponto de ebulição inicial (K);  
 $T_G$  = gradiente da curva de destilação modificada;  
 $T$  = temperatura do ambiente (K);  
 $A, B$  = constantes adimensionais;  
 $\theta$  = exposição à evaporação.

A exposição à evaporação,  $\theta$ , é definida por:

$$\theta = \left( \frac{K_m A t}{V_o} \right) \quad (27)$$

onde:

- $K_m$  = coeficiente de transferência de massa (m/s);  
 $A$  = área da mancha (m<sup>2</sup>);  
 $t$  = tempo (s);  
 $V_o$  = volume do derrame de óleo (m<sup>3</sup>)

Dados da curva de destilação ( $T_0$ ,  $T_G$ ,  $A$ ,  $B$ ), para óleo cru, podem ser obtidos no Environment Canada's Oil Catalog (Whiticar *et al.*, 1992), ou através dos seguintes procedimentos:

1.  $T_0$  (ponto de ebulição inicial) e  $T_G$  (gradiente) são obtidos plotando-se a temperatura de ebulição ( $T_B$ ) com a fração do volume destilado ( $F_v$ ) para um determinado tipo de óleo.

$$T_B = T_0 + T_G F_v \quad (28)$$

2.  $A$  (ponto de intersecção com o eixo y) e  $B$  (declividade) são obtidos plotando-se o logaritmo natural da constante da Lei de Henry,  $H$ , com a temperatura de ebulição ( $T_B$ ). A constante da Lei de Henry,  $H$ , é definida como a razão da concentração do óleo na fase de vapor com a fase líquida. É uma constante adimensional obtida através de experimentos em laboratórios e definida por:

$$H = P V / R T \quad (29)$$

onde:

- P = pressão do vapor do óleo (atm);  
 V = volume do óleo (m<sup>3</sup>);  
 R = constante universal dos gases;  
 T = temperatura ambiente (K).

H é comumente fornecido em unidades de atm – m<sup>3</sup>/mol, devendo ser dividido por RT para adimensionalizá-lo. A relação entre H e T<sub>B</sub> é:

$$\ln H = A - B \left( \frac{T_B}{T} \right) \quad (30)$$

Os valores de A e B são fornecidos no banco de dados do OILMAP e variam de 1 a 20 e de 7 a 18, respectivamente.

Os processos de entranhamento e arrastamento são modelados utilizando-se a formulação de Delvigne & Sweeney (1988) que, explicitamente, representa índices de injeção de óleo para dentro da coluna de água por gotículas de óleo. O coeficiente de entranhamento ou arrastamento, como uma função da viscosidade do óleo, baseia-se em Delvigne & Hulsén (1994).

Delvigne & Sweeney (1988) desenvolveram uma relação para a taxa de entranhamento do óleo como uma função do tamanho da partícula de óleo, Q<sub>d</sub> (kg/m<sup>2</sup>s), expressa como:

$$Q_d = C^* D_d^{0,57} S F d^{0,7} \Delta d \quad (31)$$

onde:

- C\* = constante empírica de entranhamento. Depende do tipo de óleo e do estado do tempo;  
 D<sub>d</sub> = energia dissipada da arrebatção da onda por unidade de área superficial (J/m<sup>2</sup>);  
 S = fração da superfície do mar coberta pelo óleo;  
 F = fração da superfície do mar atingida pela arrebatção das ondas;  
 d = diâmetro da partícula de óleo (m);  
 Δ<sub>d</sub> = intervalo de diâmetro da partícula de óleo (m).

A constante de entranhamento,  $C^*$ , foi ajustada aos dados relatados em Delvigne & Hulsen (1994) como:

$$C^* = \exp(a \ln(\mu) + b) \quad (32)$$

onde:

$$a = -0,1023, b = 07,572 \quad \text{para } \mu < 132$$

$$a = -1,8927, b = 16,313 \quad \text{para } \mu > 132$$

$\mu$  = viscosidade do óleo (cP)

O diâmetro médio da partícula,  $d_{50}$  ( $\mu\text{m}$ ), é definido por:

$$d_{50} = 1818(E)^{-0,5} \left( \frac{\mu}{\rho_0} \right)^{0,34} \quad (33)$$

onde:

$E$  = taxa de dissipação da energia da onda por unidade de volume ( $\text{J}/\text{m}^3\text{s}$ ) =  $1.000 \text{ J}/\text{m}^3\text{s}$  para ondas em zona de arrebentação;

$\mu$  = viscosidade do óleo (cP);

$\rho$  = densidade do óleo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

O processo de entranhamento é muito sensível aos valores mínimo e máximo do diâmetro da partícula, sendo respectivamente: “ $d_{\min} = 0,1 \mu\text{m } d_{50}$ ” e “ $d_{\max} = 2,0 \mu\text{m } d_{50}$ ”.

A energia dissipada da onda,  $D_d$  ( $\text{J}/\text{m}^2$ ), é:

$$D_d = 3,4 \times 10^{-3} \rho_w g H^2 \quad (34)$$

onde:

- $\rho_w$  = densidade da água (kg/m<sup>3</sup>);  
 $g$  = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);  
 $H$  = raiz quadrada média da altura da arrebentação da onda (m).

A fração da superfície marinha impactada pela arrebentação das ondas por unidade de tempo,  $F$ , é:

$$F = 0,032 (U_W - U_T) / T_W \quad (35)$$

onde:

- $U_W$  = velocidade do vento 10 m acima da superfície do mar (m/s);  
 $U_T$  = valor limite do vento para a quebra da onda (~5 m/s);  
 $T_W$  = período de onda significativo (s).

O total da massa que sofre entranhamento na coluna d'água,  $M_e$  (kg), é:

$$M_e = A dt \int_{d_{\min}}^{d_{\max}} Q_d \delta d \quad (36)$$

onde

- $A$  = área superficial da mancha (m<sup>2</sup>);  
 $dt$  = passo de tempo (s);  
 $Q_d$  = taxa de entranhamento (kg/m<sup>2</sup>.s).

A profundidade de intrusão,  $z_m$  (m), é:

$$z_m = 1,5 H_b \quad (37)$$

onde:

- $H_b$  = altura da quebra da onda (m).

A velocidade de ascensão para cada tamanho de gotícula,  $W_i$  (m/s), é:

$$W_i = d_i^2 g (1 - \rho_0 / \rho_w) / 18 \nu_w \quad (38)$$

Onde:

- $d_i$  = diâmetro da gotícula (m);  
 $g$  = constante gravitacional ( $m/s^2$ );  
 $\rho_0$  = densidade do óleo ( $kg/m^3$ );  
 $\rho_w$  = densidade da água ( $kg/m^3$ );  
 $\nu_w$  = viscosidade da água ( $m^2/s$ ).

Esta relação usa a Lei de Stokes e é válida para baixos valores de números de Reynolds ( $Re < 20$ ).

A profundidade de mistura para cada tamanho de partícula,  $Z_i$  (m), é:

$$Z_i = \max\left(\frac{D_v}{W_i}, Z_m\right) \quad (39)$$

onde:

$D_v$  = coeficiente de dispersão vertical ( $m^2/s$ ).

O coeficiente de dispersão vertical,  $D_v$  ( $m^2/s$ ), é definido como:

$$D_v = 0,0015 W_{10} \quad (40)$$

onde

$W_{10}$  = velocidade do vento à 10 m de altura (m/s).

A fração da massa que volta à superfície para cada tamanho de partícula,  $R_i$ , é dada por:

$$R_i = \frac{W_i dt}{Z_i} \quad (41)$$

onde:

$dt$  = passo de tempo (s).

O processo de emulsificação do óleo, em função de perdas de evaporação e alterações na porcentagem de água na mistura, baseia-se em Mackay *et al.* (1980a, 1982) e depende da composição do óleo e do estado do mar.

O método de emulsificação de Mackay *et al.* (1982) é implementado pelo usuário através dos valores dos parâmetros de entrada do coeficiente de viscosidade do *mousse* e uma taxa de emulsificação, que podem ser usados para

diminuir a taxa em que a emulsificação está prevista para ocorrer.

O aumento exponencial do algoritmo da formação do *mousse* é apresentado em Mackay *et al.* (1980a, 1982). A taxa de água que é incorporada ao óleo, é dada por:

$$\bar{F}_{wc} = \frac{dF_{wc}}{dt} = C_1 U_w^2 \left( 1 - \frac{F_{wc}}{C_2} \right) \quad (42)$$

onde

$U_w$  = velocidade do vento (m/s);

$C_1$  = constante empírica:  $2 \times 10^{-6}$  para o óleo emulsificado; 0 para outros;

$C_2$  = constante que controla a quantidade máxima de água: 0,7 para óleo combustível pesado e óleo cru;

$F_{wc}$  = fração máxima de água no óleo (valor de entrada para caracterização do óleo), ( $s^{-1}$ ).

A viscosidade do óleo emulsificado,  $\mu$  (cP), é dada por:

$$\mu = \mu_0 \exp\left(\frac{2.5 F_{wc}}{1 - C_0 F_{wc}}\right) \quad (43)$$

onde:

$\mu_0$  = viscosidade inicial do óleo (cP);

$F_{wc}$  = fração máxima de água no óleo;

$C_0$  = constante de emulsificação ( $\sim 0,65$ ).

O efeito da evaporação na viscosidade,  $\mu$  (cP), é dada por:

$$\mu = \mu_0 \exp(C_4 F_v) \quad (44)$$

onde:

$\mu_0$  = viscosidade inicial do óleo (cP).

$C_4$  = constante: 1 - para óleo leve; 10 - para óleo pesado.

$F_v$  = fração evaporada da superfície da mancha.

A interação do óleo com o litoral e linha de costa é modelada com base em uma versão simplificada de Reed *et al.* (1989), que formula o problema em termos de uma capacidade de retenção dependendo do tipo da costa e de um índice de remoção exponencial. Estes processos foram parametrizados no OILMAP da

seguinte forma:

- A grade que representa a linha de costa do OILMAP (grade *land-water*) pode conter diferentes informações sobre as capacidades de retenção de óleo para cada elemento de grade. A deposição ocorre quando uma partícula de óleo cruza a linha de costa e termina quando a capacidade de absorção da superfície especificada é atingida. As partículas de óleo que posteriormente atingem um elemento de grade costeira já saturada não permanecem na superfície da costa.
- O óleo depositado na linha de costa é exponencialmente removido com o tempo, retornando à coluna d'água numa maré enchente suficientemente alta para umedecer a superfície com o óleo, aliada a ação do vento.
- A fração de massa disponível para deposição na linha de costa,  $F_{sh}$ , é:

$$F_{sh} = \frac{A_{lg}}{A_s} \quad (45)$$

onde:

$A_{lg}$  = área de um elemento de grade;

$A_s$  = área de uma partícula na superfície.

- A massa é depositada na grade costeira apenas se o total de massa acumulada é menor do que a capacidade de absorção de determinado elemento de grade. Esta capacidade de absorção para um determinado tipo de costa  $i$ ,  $M_{h,i}$  (kg), é:

$$M_{h,i} = \rho_o t_i W_i L_{gi} \quad (46)$$

onde:

$i$  = parâmetro do tipo de costa;

$\rho_o$  = densidade do óleo depositado ( $\text{kg/m}^3$ );

$t_i$  = espessura máxima do óleo que pode ser depositada na costa (varia de acordo com o tipo de costa e viscosidade do óleo);

$W_i$  = largura do elemento de grade atingido pelo óleo;

$L_{gi}$  = comprimento do elemento de grade atingido pelo óleo.

- A massa de óleo restante na costa em qualquer instante,  $M_R$  (kg), é

$$M_R = M_0 (1 - \exp[-t/T]) \quad (47)$$

onde:

$M_0$  = massa inicial do óleo depositado na costa (kg);

$t$  = tempo (dias);

$T$  = tempo de remoção dependente do tipo de costa (dias).

### Dados de Entrada

Os conjuntos de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- ✓ localização geográfica do ponto de derrame
- ✓ data e horário
- ✓ duração do derrame
- ✓ volume derramado
- ✓ tipo de óleo
- ✓ duração da simulação
- ✓ opções de resposta (e.g., barreiras, sobrevôo, dispersantes)
- ✓ campo de correntes
- ✓ arquivo de dados meteorológicos
- ✓ opções de saída
- ✓ parâmetros de simulação:
  - número de partículas
  - fator de vento
  - coeficiente de dispersão horizontal
  - passo de tempo do modelo
  - passo de tempo do arquivo de saída

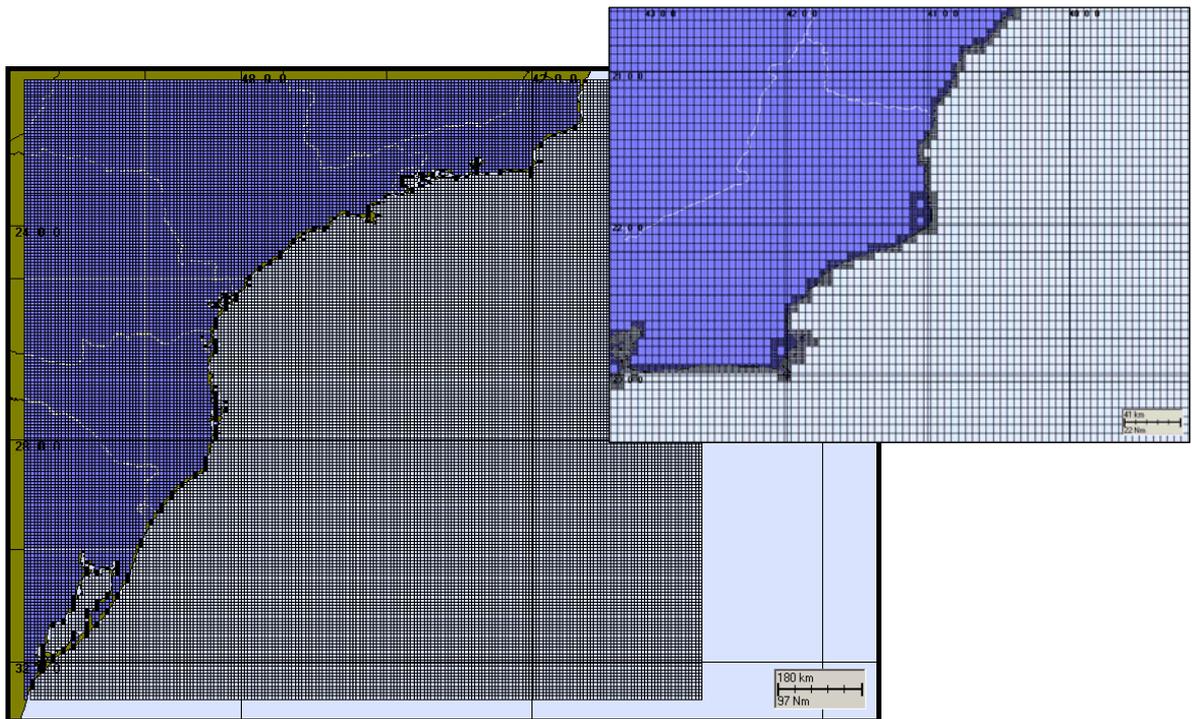
Os resultados de cada simulação correspondem, então, a um único cenário, definido pelo arquivo de entrada de dados e parâmetros do modelo.

## ***Modelagem de Deriva de Óleo para um Potencial Acidente na Bacia do Espírito Santo, FPSO Capixaba***

As simulações de deriva de óleo no FPSO Capixaba utilizaram a base hidrodinâmica descrita no Capítulo II e a grade *land-water* descrita a seguir. A PETROBRAS definiu o óleo tipo Maastrichtiano como sendo o óleo que ocorre na região.

### Dados de Entrada

Para a elaboração dos cenários de deriva para acidentes com petróleo no FPSO Capixaba, Bacia do Espírito Santo, foi definida uma grade *land-water* com dimensões de 250x250 pontos (Figura II.6.1.1.3-1).



**Figura II.6.1.1.3-1 -** Grade definindo os contornos de terra (grade *land-water*) para a modelagem de deriva de óleo na Bacia do Espírito Santo.

### *Campo de Correntes*

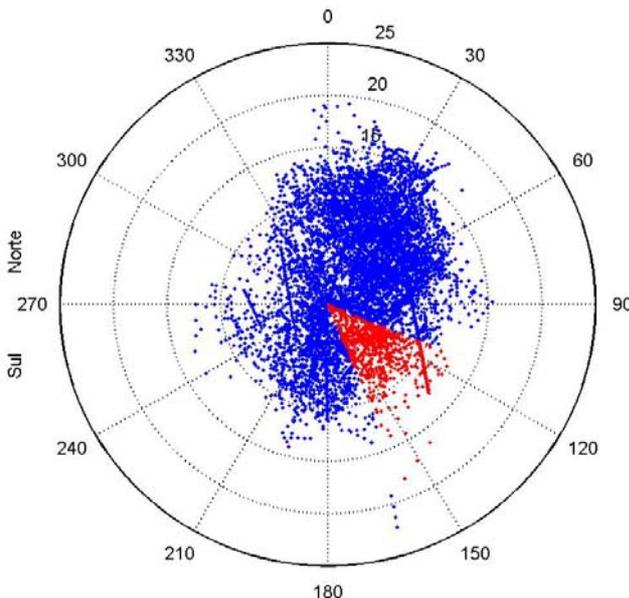
Os campos de correntes utilizados na modelagem do transporte e dispersão de óleo foram gerados a partir da modelagem hidrodinâmica, como descrito no item II.6.1.1.2 Para avaliar a sazonalidade das forçantes ambientais nos padrões de circulação e transporte, foram definidos dois campos hidrodinâmicos de 3 meses: para verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto).

### *Dados de Vento*

Para a modelagem de deriva de óleo, foram utilizados dados de vento medidos por uma bóia oceanográfica localizada no campo de Albacora (Bacia de Campos). Esses dados foram fornecidos pelo Centro de Pesquisas da PETROBRAS (CENPES), para o ano de 1992, com intervalo de amostragem de 3 horas. A Figura II.6.1.1.3-2 apresenta o diagrama de dispersão para a série temporal fornecida, onde foi adotada a convenção meteorológica, isto é, a direção do vento corresponde à direção de onde este vem.

A tabela II.6.1.1.3-1 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento para os dados fornecidos. Observa-se que os ventos mais freqüentes são de NE (17,4%) e NNE (16,9%). Os ventos com velocidades médias máximas (9,8 m/s) vieram de NNE; e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de SSE (22,3 m/s) e N (19,3 m/s). Do total de registros dos ventos, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 14,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na Tabela II.6.1.1.3-1.

Diagrama de dispersão dos vetores de vento (m/s) (convenção meteorológica)



Percentual de ventos neste setor (%): 11.0096

**Figura II.6.1.1.3-2 - Diagrama de dispersão do vento para o ano de 1992, na Bacia de Campos.**

**Tabela II.6.1.1.3-1 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento para o ano de 1992, na Bacia de Campos.**

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.																			
Obs.: a direção é medida em graus e para o sentido utiliza-se a convenção meteorológica que é de onde o vento vem .																			
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Total	%	Dir.méd.
0.0- 1.0	9	13	7	9	11	15	21	13	14	17	10	8	8	10	9	3	177	2.0	156
1.0- 2.0	10	24	15	18	20	25	8	7	20	29	17	19	15	13	10	12	262	3.0	153
2.0- 3.0	18	17	15	24	28	39	24	18	28	45	26	15	16	11	17	27	368	4.2	147
3.0- 4.0	24	27	39	55	66	36	43	90	73	42	16	18	10	12	20	28	599	6.8	126
4.0- 5.0	27	49	113	91	46	53	78	65	47	49	19	25	9	12	19	30	732	8.4	95
5.0- 6.0	30	45	105	129	49	107	108	53	64	40	24	13	6	4	26	20	823	9.4	97
6.0- 7.0	75	113	102	154	87	76	54	61	48	43	22	17	10	2	14	28	906	10.3	74
7.0- 8.0	61	124	123	154	104	28	43	44	51	32	27	12	15	6	10	24	858	9.8	65
8.0- 9.0	93	210	382	225	52	38	38	33	47	59	13	19	6	3	10	36	1264	14.4	51
9.0-10.0	105	135	146	142	26	49	19	17	46	17	2	7	11	2	4	28	756	8.6	48
10.0-11.0	94	150	167	90	17	25	11	5	30	14	0	4	6	0	0	30	643	7.3	38
11.0-12.0	85	149	100	66	11	6	17	11	7	6	1	0	2	0	0	14	475	5.4	36
12.0-13.0	57	147	78	26	11	5	12	7	5	3	0	2	2	0	0	11	366	4.2	32
13.0-14.0	26	101	60	15	12	0	0	5	0	4	0	2	0	0	0	9	234	2.7	32
14.0-15.0	14	83	34	2	6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	141	1.6	30
15.0-16.0	7	65	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.1	26
16.0-17.0	2	17	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0.3	29
17.0-18.0	3	8	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0.2	28
18.0-19.0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.1	9
19.0-20.0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.0	21
20.0-21.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	162
21.0-22.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	163
22.0-23.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	163
Total	746	1477	1522	1200	547	502	477	436	480	401	177	161	116	75	139	300	8756		
Porc.	8.5	16.9	17.4	13.7	6.2	5.7	5.4	5.0	5.5	4.6	2.0	1.8	1.3	0.9	1.6	3.4			
Vel.méd.	9.0	9.8	8.6	7.5	6.4	5.9	5.9	5.9	6.0	5.6	4.8	5.2	5.3	3.6	4.6	6.9			
Vel.máx.	19.3	18.0	17.6	14.8	15.3	12.6	16.3	22.3	13.0	14.1	11.4	13.1	12.4	9.9	9.7	13.8			
Percts(0,9)	12.0	14.0	12.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	7.0	8.0	9.0	7.0	7.6	11.0			

### *Ponto de Risco e Volumes*

As coordenadas do FPSO Capixaba foram especificadas pelo CEPEMAR conforme a tabela II.6.1.1.3-2.

**Tabela II.6.1.1.3-2** - Coordenadas (SAD 69) do ponto de risco que representa o FPSO Capixaba, localizado na Bacia do Espírito Santo.

FPSO	LATITUDE	LONGITUDE	LÂMINA D'ÁGUA (m)
Capixaba	20°0'7,8"S	39°33'32"W	1.500

Fonte: Petrobras.

Os volumes utilizados nas simulações foram definidos segundo a Resolução CONAMA nº 293/01:

- Pequeno: 8 m<sup>3</sup>
- Médio: 200 m<sup>3</sup>
- Pior caso: 350.000 m<sup>3</sup>

O volume de “pior caso” foi definido como o volume resultante do afundamento da unidade de FPSO, simulado por 30 dias (350.000 m<sup>3</sup>). Nas simulações de “pior caso”, o derrame de todo o volume foi considerado ao longo de 24 horas.

Nas simulações realizadas com os volumes pequeno (8 m<sup>3</sup>) e médio (200 m<sup>3</sup>), considerou-se o vazamento de todo o volume de óleo instantaneamente, ou seja, no instante inicial da simulação.

### *Características do Produto Utilizado*

Com base nas informações disponíveis para a área em estudo foram realizadas simulações com o óleo tipo Maastrichtiano (tabela II.6.1.1.3-3).

**Tabela II.6.1.1.3-3 - Tipo de óleo utilizado nas simulações.**

NOME	GRAU API
Maastrichitiano	27,5

Fonte: CEPEMAR.

As características definidas para o óleo cru tipo Maastrichitiano, utilizado nas simulações, são apresentadas na tabela II.6.1.1.3-4.

**Tabela II.6.1.1.3-4 - Características do óleo tipo Maastrichitiano.**

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	Maastrichitiano
Densidade	0,886 g/cm <sup>3</sup>
Viscosidade dinâmica a 25°C	57,187 cP
Tensão interfacial	25,0 din/cm
Conteúdo máximo de água	1%
Ponto de ebulição inicial	420,0 K
Gradiente da curva de evaporação	940,0
Constante de evaporação A	3,3
Constante de evaporação B	9,8

### Resumo dos Cenários Simulados Para O Fpso Capixaba

As simulações probabilísticas foram realizadas através da variação aleatória do momento de início do derrame dentro do período para o qual se dispunha de dados de vento (1º de janeiro a 31 de dezembro de 1992), divididas em dois períodos correspondendo ao verão (janeiro a março) e ao inverno (junho a agosto).

Para que se pudesse incorporar a variabilidade das forças meteorológicas e oceanográficas, foi realizada com o modelo OILMAP uma série de 300 simulações em cada cenário probabilístico.

A Tabela II.6.1.1.3-5 apresenta os cenários simulados neste estudo para o FPSO Capixaba. O critério de parada adotado nas simulações de “pior caso” foi o período de 30 dias. Para as simulações que consideraram os volumes de 8 e 200 m<sup>3</sup> foi considerado como critério de parada o instante que a mancha atinge a

concentração calculada de 20 mg/l. No caso das simulações com o volume de 8 m<sup>3</sup>, foi observado que a mancha atinge 20 mg/l em menos de 1 hora e; para o volume de 200 m<sup>3</sup> foi observado que a mancha atinge 20 mg/l em menos de 7 horas.

**Tabela II.6.1.1.3-5 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames do óleo para o FPSO Capixaba.**

CENÁRIOS	PRODUTO (PETRÓLEO)	VOLUME (m <sup>3</sup> )	ESTAÇÃO DO ANO	TEMPO
FPSO_CAP_INV_8_20MGL	MAASTRICHITIANO	8	Inverno	1 hora
FPSO_CAP_INV_200_6HORAS	MAASTRICHITIANO	200	Inverno	6 horas
FPSO_CAP_INV_200_7HORAS	MAASTRICHITIANO	200	Inverno	7 horas
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_6HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Inverno	6 horas
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_9HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Inverno	9 horas
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_12HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Inverno	12 horas
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_36HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Inverno	36 horas
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_60HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Inverno	60 horas
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_30DIAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Inverno	30 dias
FPSO_CAP_VER_8_20MGL	MAASTRICHITIANO	8	Verão	1 hora
FPSO_CAP_VER_200_6HORAS	MAASTRICHITIANO	200	Verão	6 horas
FPSO_CAP_VER_200_7HORAS	MAASTRICHITIANO	200	Verão	7 horas
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_6HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Verão	6 horas
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_9HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Verão	9 horas
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_12HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Verão	12 horas
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_36HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Verão	36 horas
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_60HORAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Verão	60 horas
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_30DIAS	MAASTRICHITIANO	350.000	Verão	30 dias

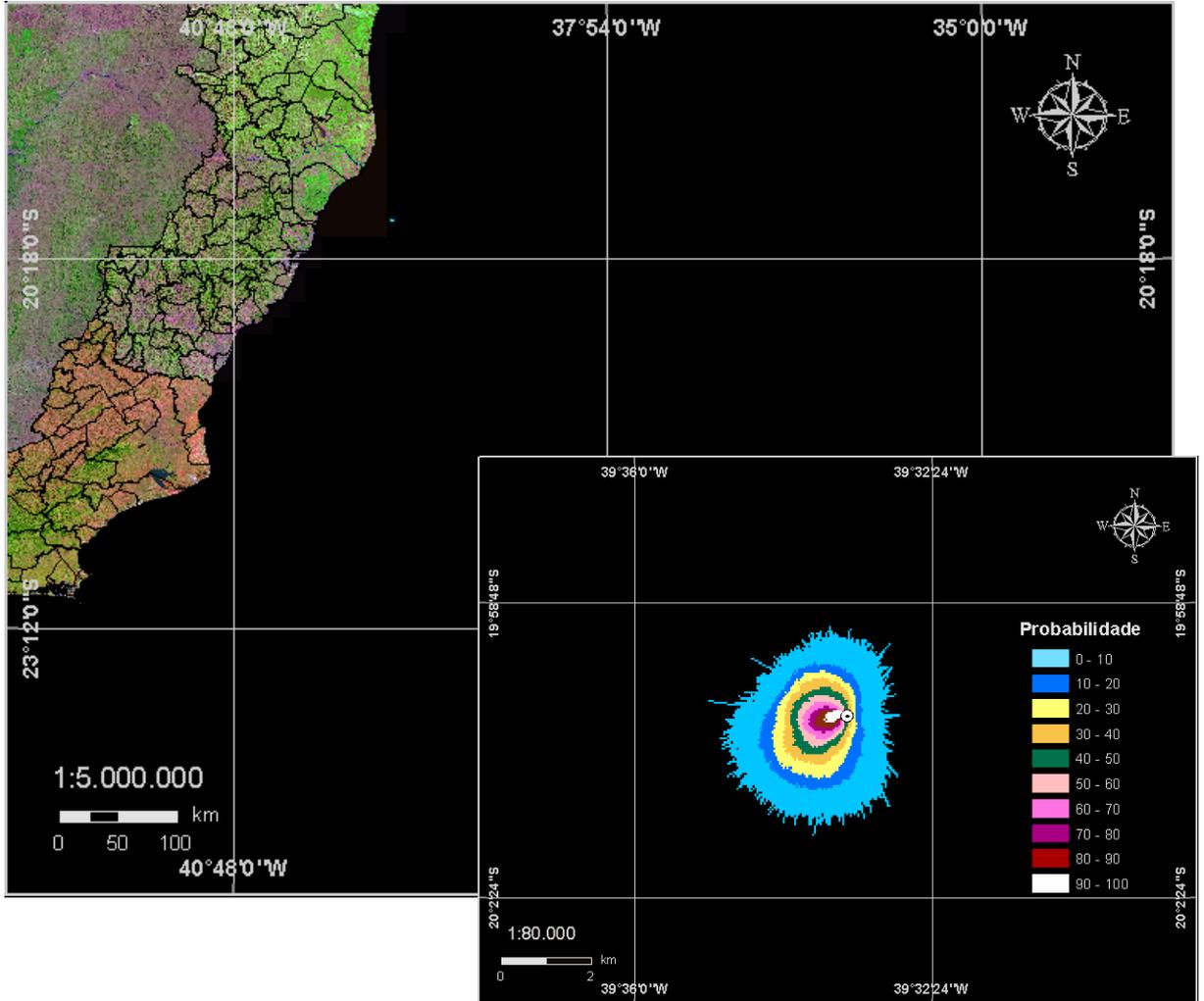
#### **II.6.1.1.4 - Resultados das Simulações para um Potencial Acidente na Bacia do Espírito Santo, FPSO Capixaba**

##### *Simulações Probabilísticas*

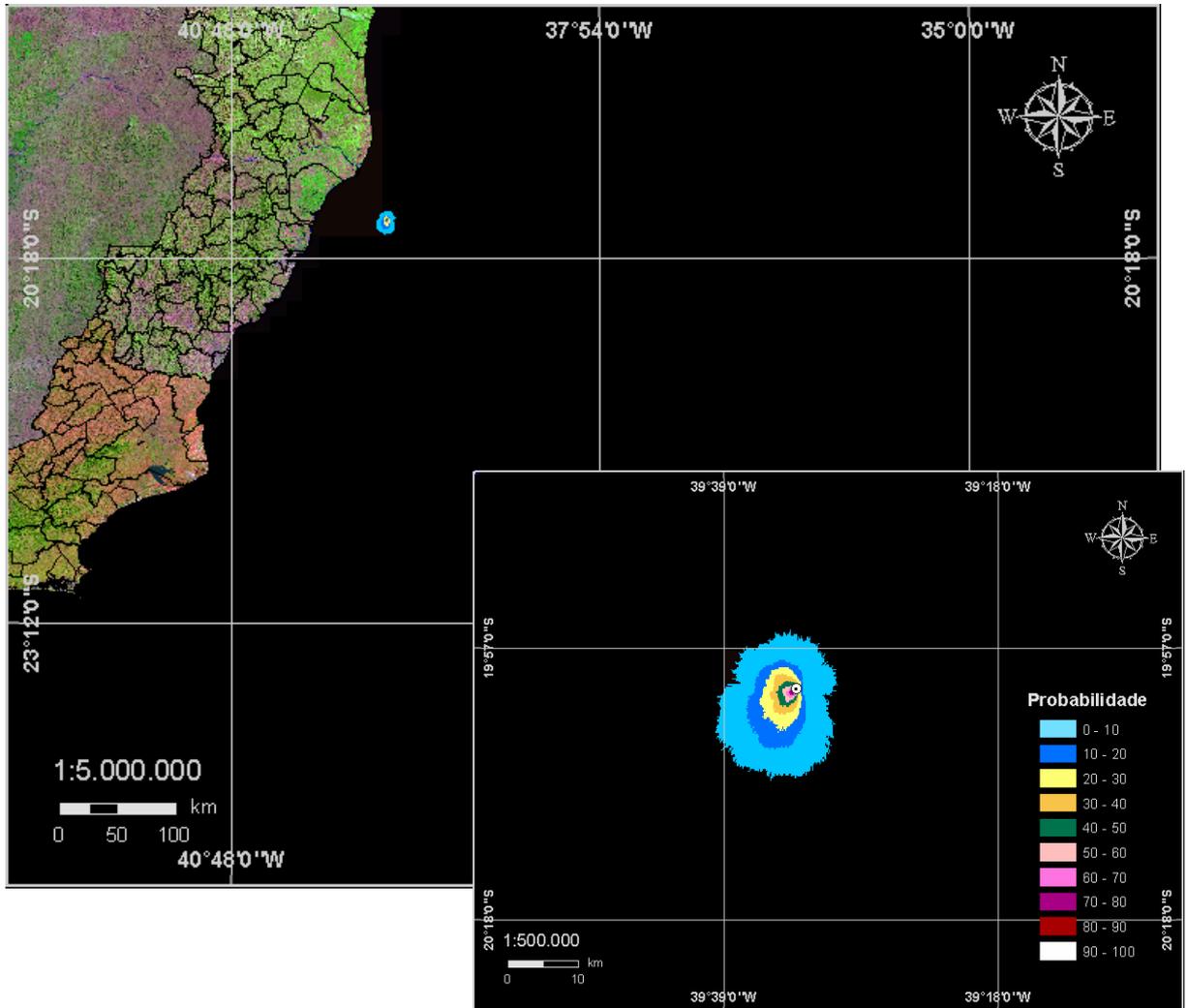
O modelo OILMAP foi utilizado para simular os cenários descritos na seção anterior e produzir as curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da área de estudo. Para incorporar a variabilidade das forçantes oceanográficas e meteorológicas foram realizadas 300 simulações (para cada um dos pontos de risco) considerando os padrões de circulação e transporte obtidos através da modelagem hidrodinâmica (item II.6.1.1.2) e os dados de vento medidos na Bacia de Campos (Item 0) para o ano de 1992.

Da Figura II.6.1.1.4-1 até a Figura II.6.1.1.4-31 são apresentados os contornos de probabilidade da presença de óleo na água e na costa e os volumes médios e máximos por km de costa, para os cenários de acidentes no FPSO Capixaba ocorrendo durante os meses de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto). Praticamente em todas as simulações a mancha se deslocou para sudoeste, seguindo a orientação da Corrente do Brasil. Todas as simulações realizadas não levam em conta as ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Ações Emergenciais.

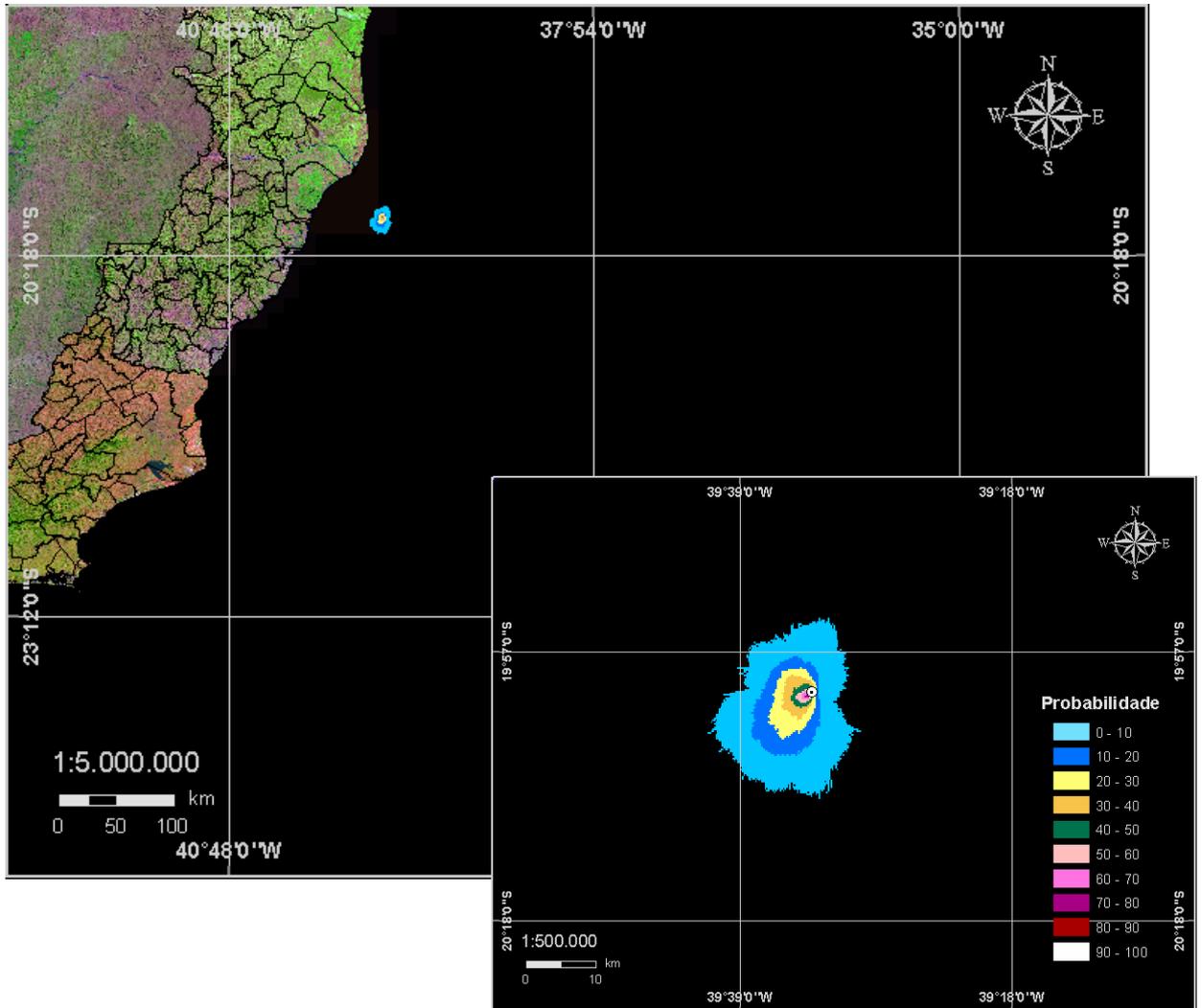
Cabe aqui ressaltar que em todas as ilustrações de contornos de probabilidade de óleo na água, o valor correspondente ao limite superior dos intervalos da escala de cores está incluído na classe. Assim, por exemplo, no intervalo de probabilidade de 10-20 % estão incluídas as probabilidades superiores a 10 % e menores ou iguais a 20 %.



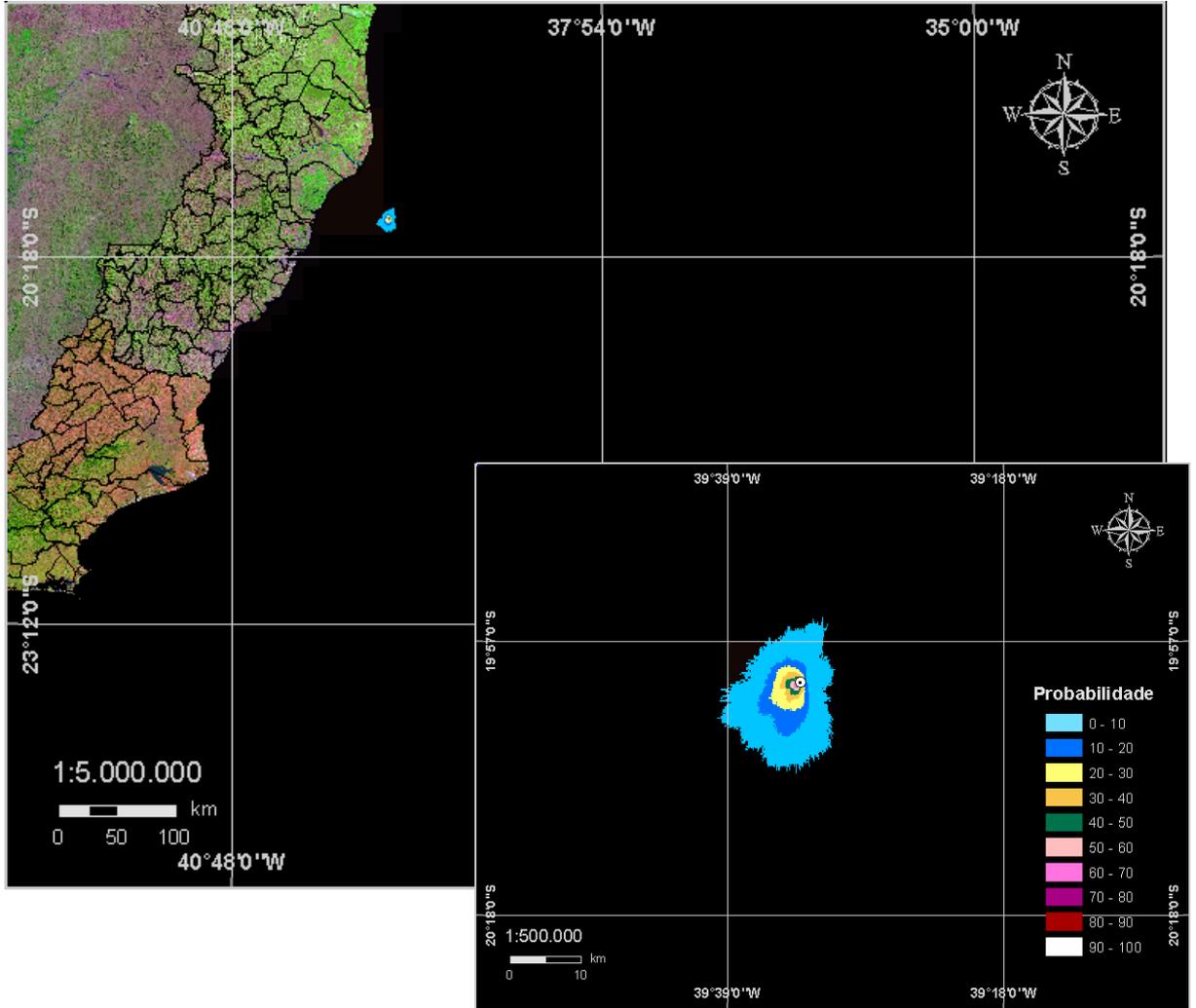
**Figura II.6.1.1.4-1 -** Cenário FPSO\_CAP\_INV\_8\_20MGL. Contornos de Probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 8 m<sup>3</sup> após 1 hora atingindo 20 mg/l.



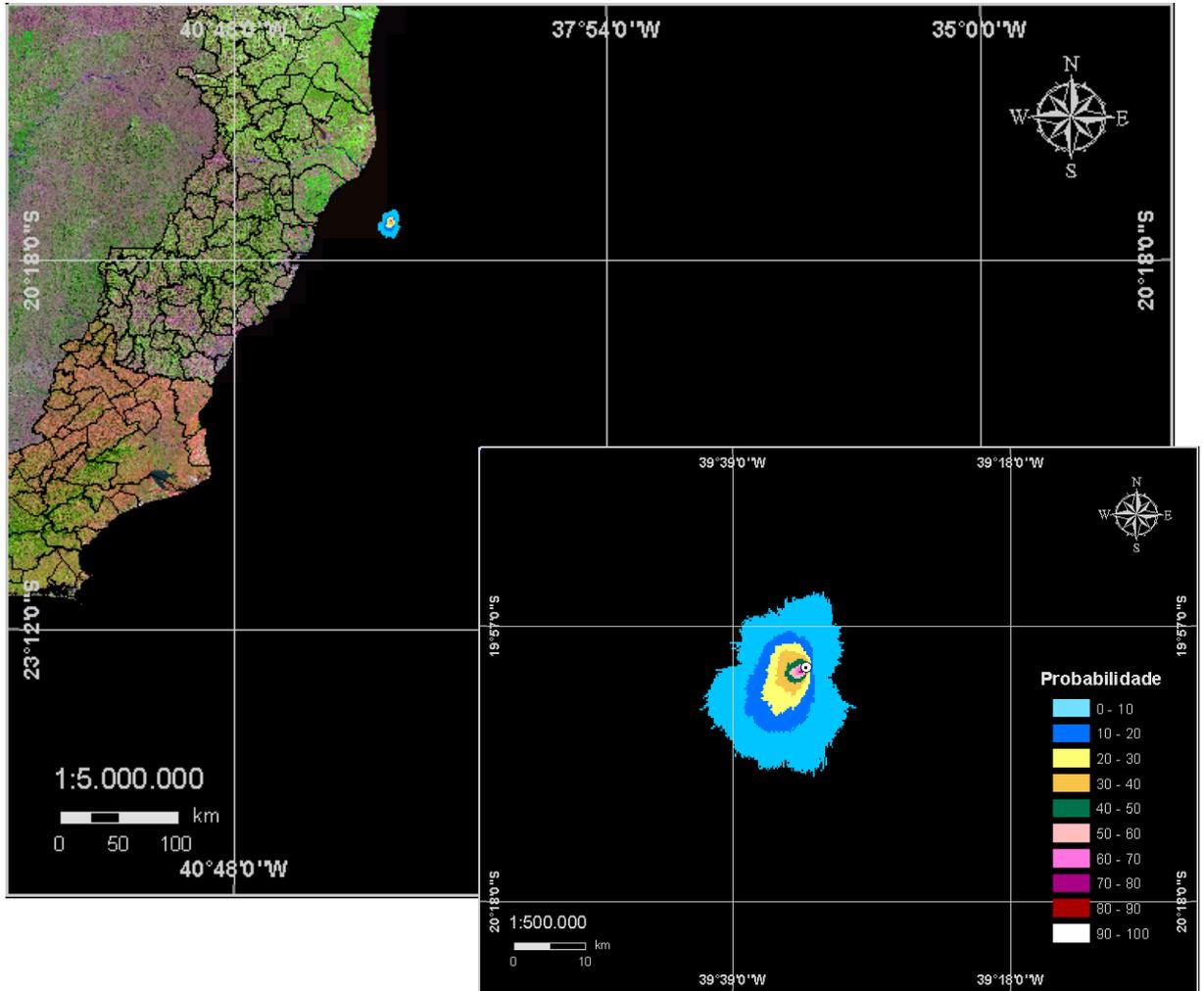
**Figura II.6.1.1.4-2 -** Cenário *FPSO\_CAP\_INV\_200\_6HORAS*. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no *FPSO\_Capixaba*, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m<sup>3</sup> após 6 horas.



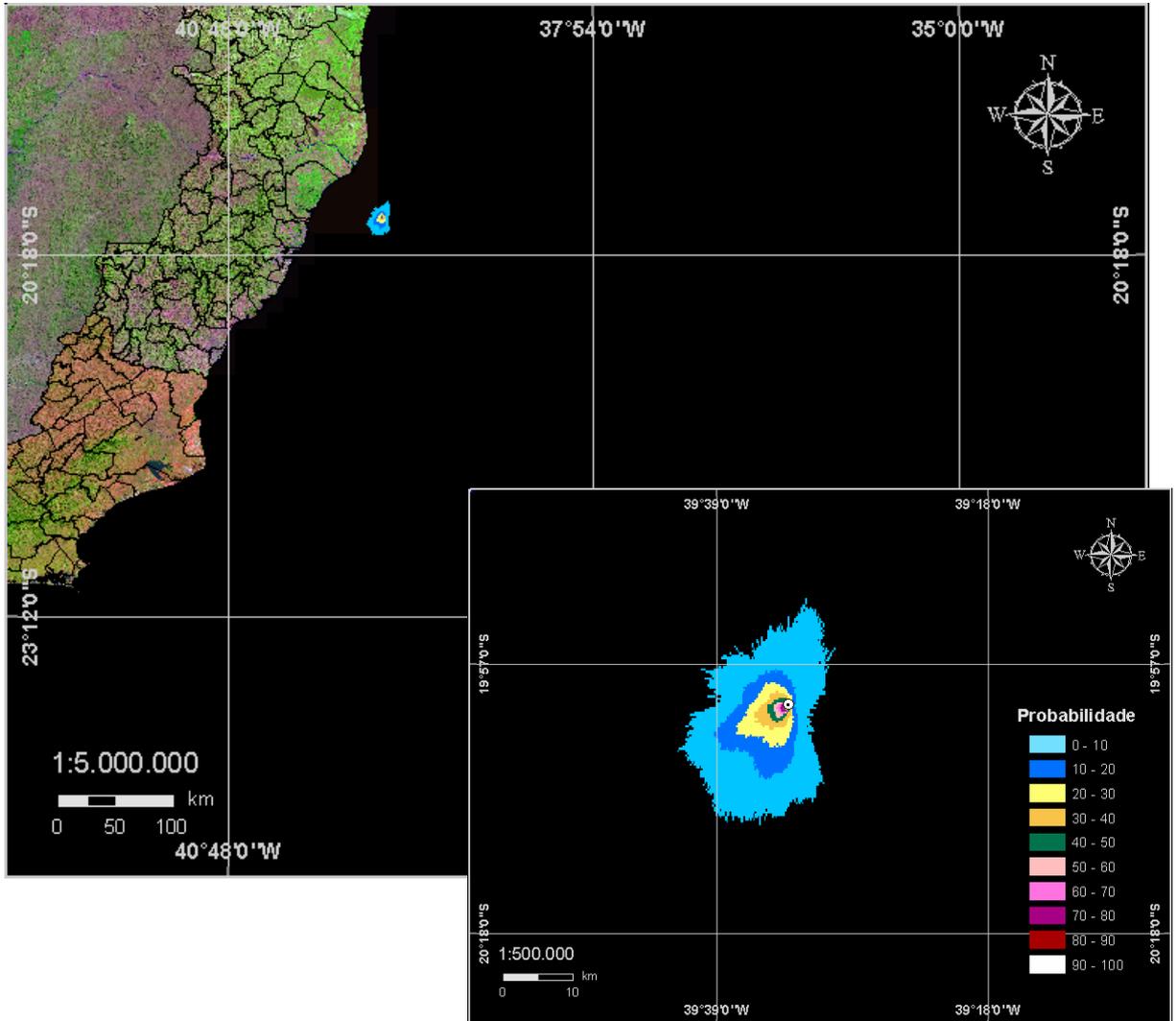
**Figura II.6.1.1.4-3 -** Cenário FPSO\_CAP\_INV\_200\_7HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 200 m<sup>3</sup> após 7 horas.



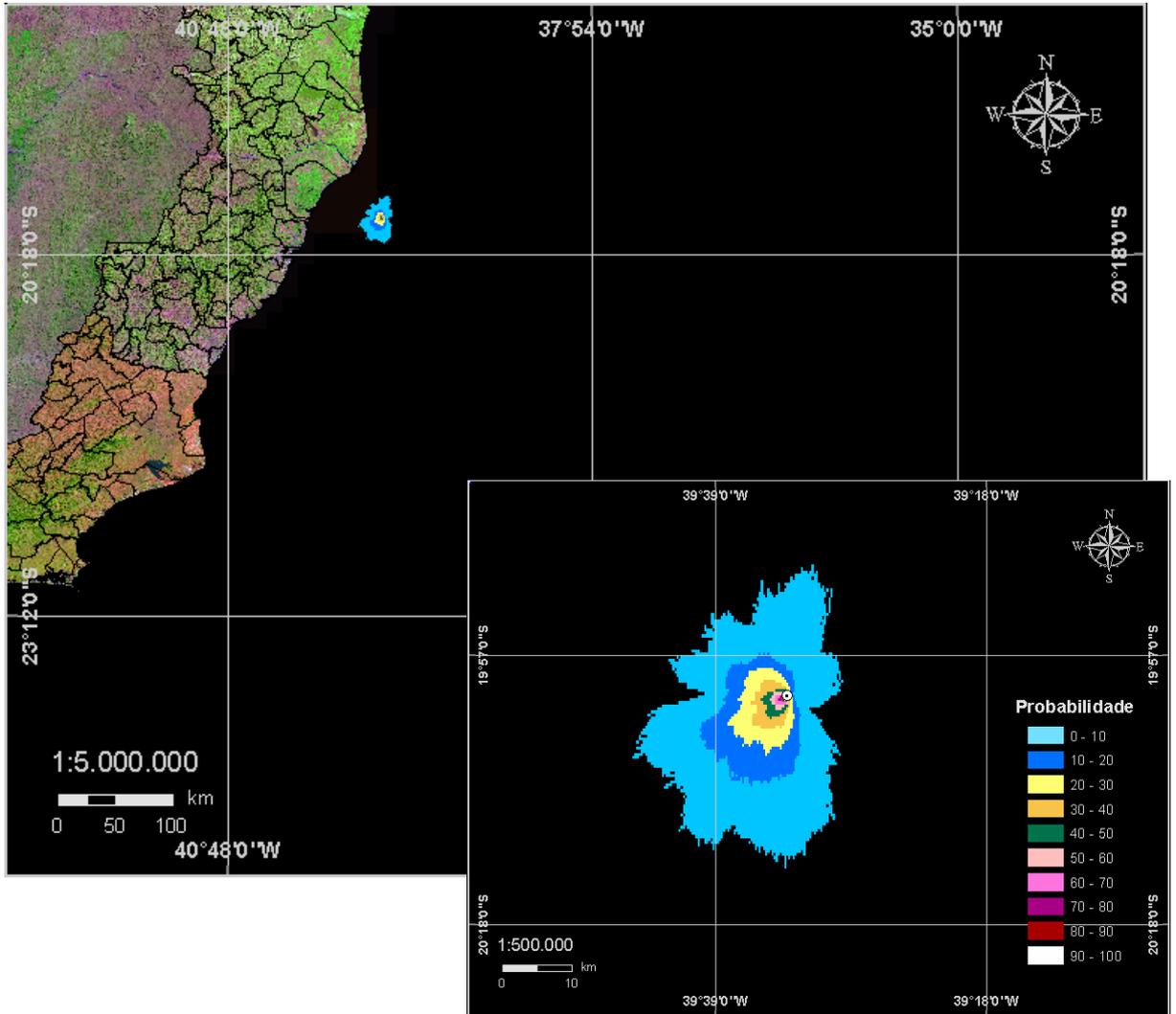
**Figura II.6.1.1.4-4 -** Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_6HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 6 horas.



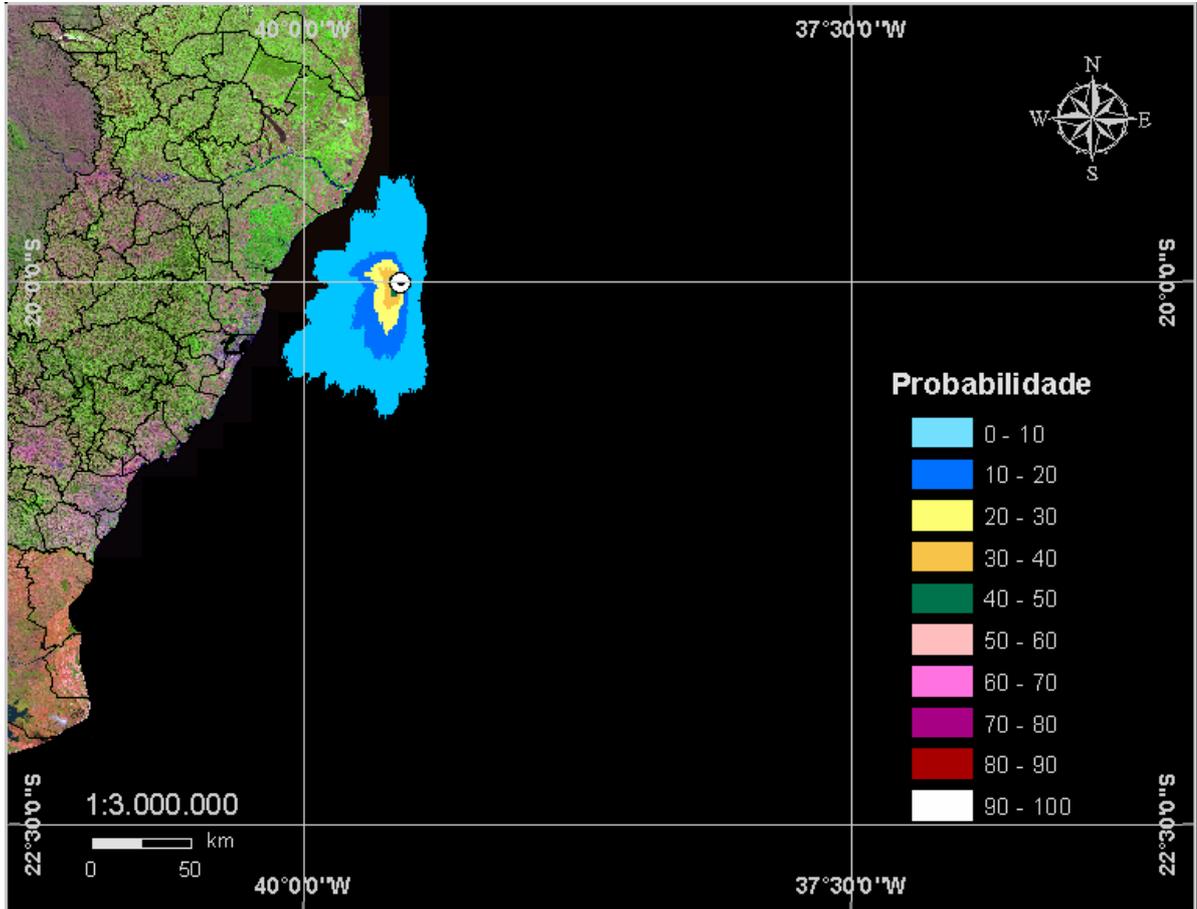
**Figura II.6.1.1.4-5 -** Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_7HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 7 horas.



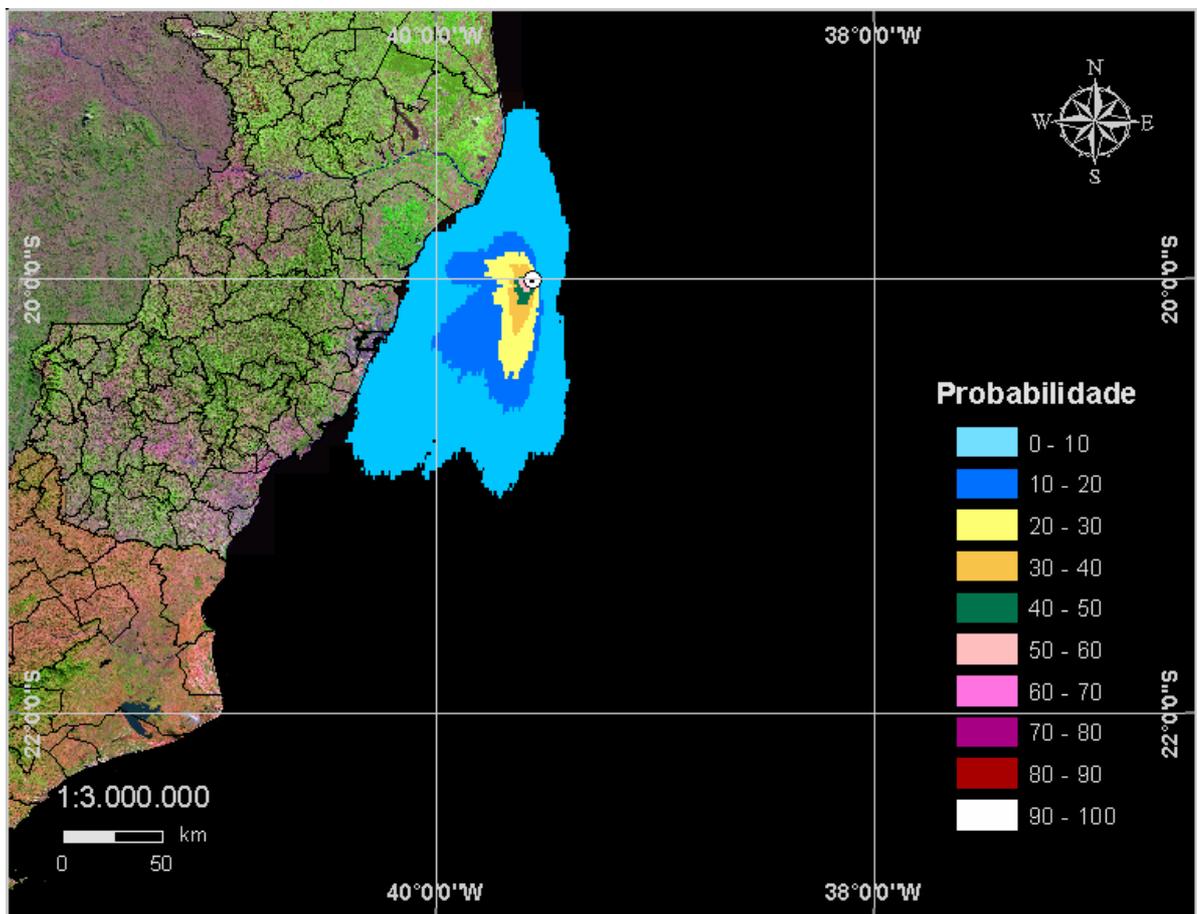
**Figura II.6.1.1.4-6** - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_9HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 9 horas.



**Figura II.6.1.1.4-7** - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_12HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 12 horas.

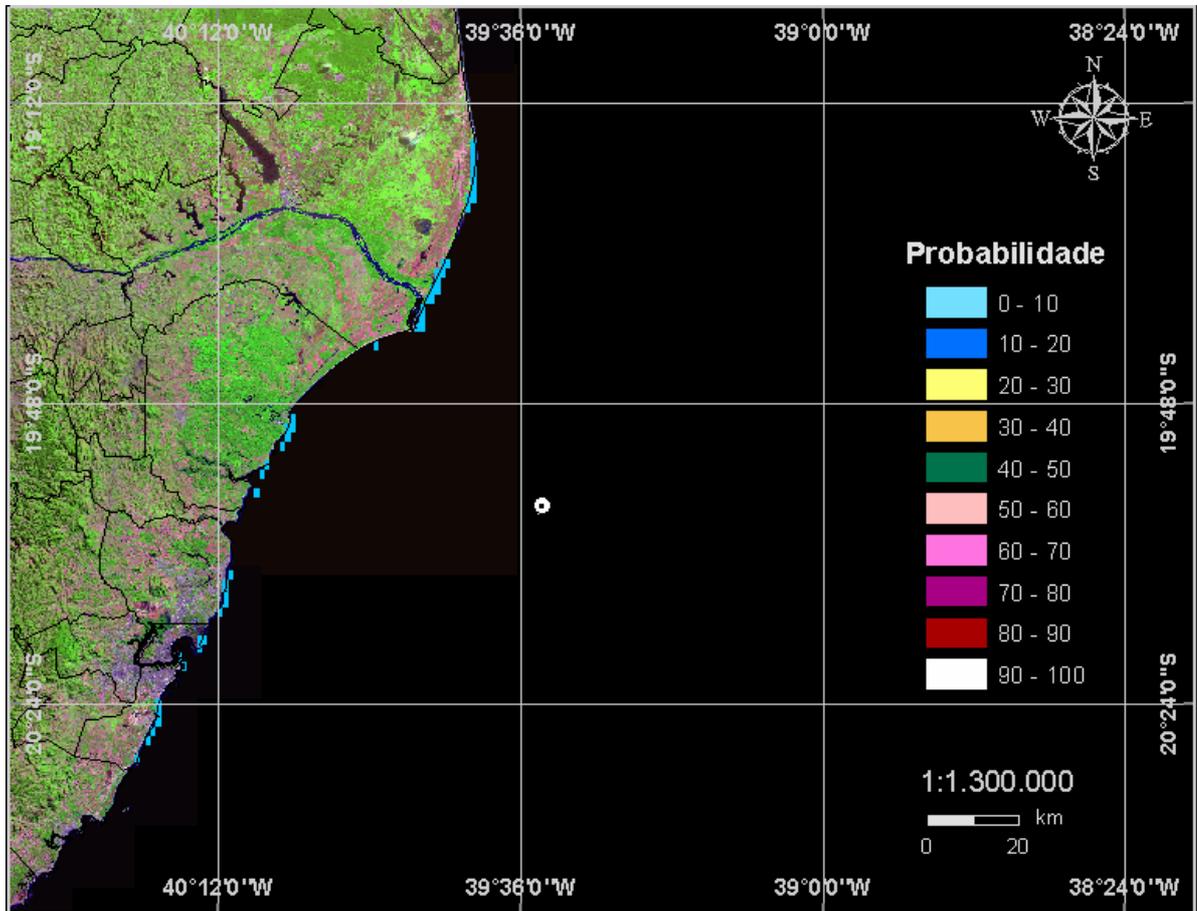


**Figura II.6.1.1.4-8 -** Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_36HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 36 horas.



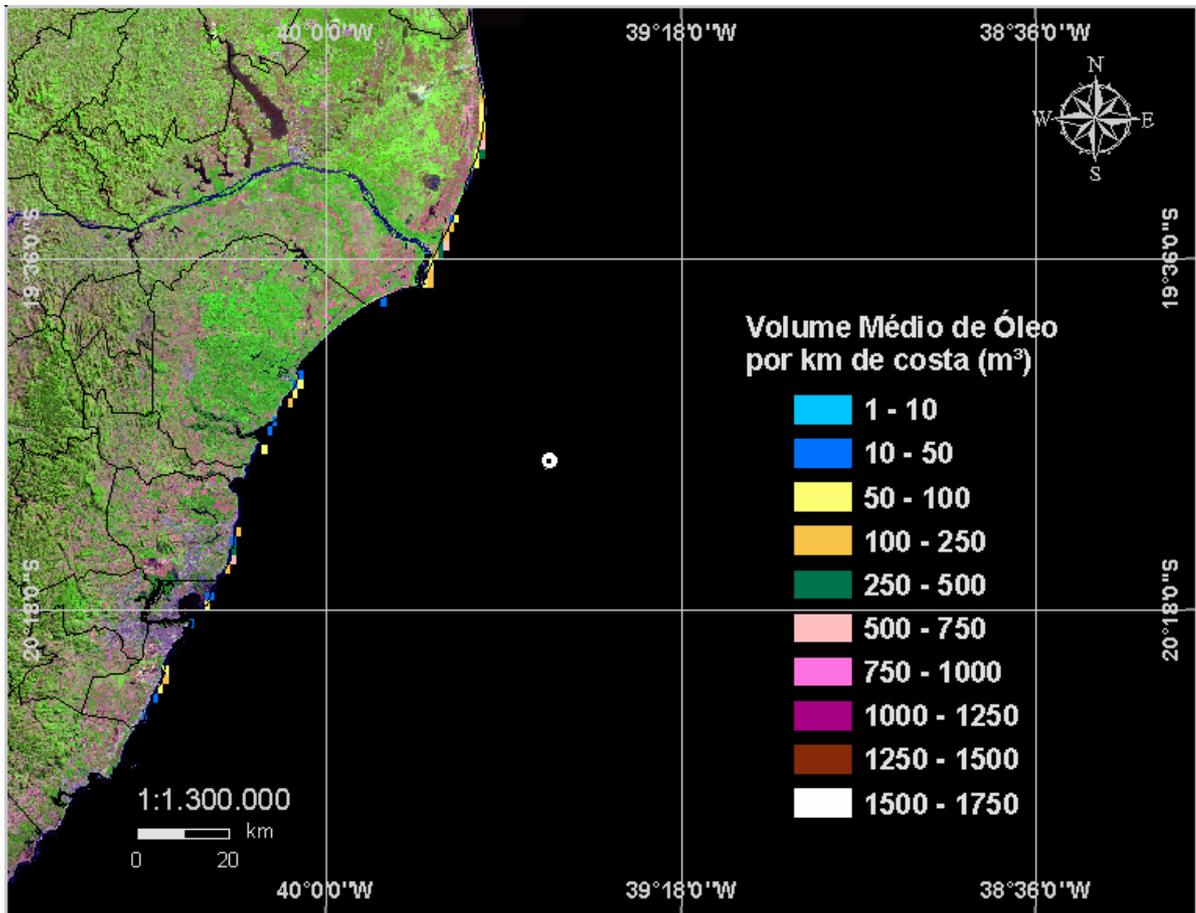
**Figura II.6.1.1.4-9 -** Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_60HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 60 horas.

Na Figura II.6.1.1.4-10 é apresentada, a região da linha de costa com probabilidade de toque, para o FPSO Capixaba, para o cenário de pior caso simulado por 60 horas em condições de inverno. São apresentadas as faixas de probabilidade de toque na costa, podendo assim observar que essa probabilidade engloba os municípios de Linhares (ES), Aracruz (ES), Serra Vitória (ES) e Vila Velha (ES). Pode ser observado que a probabilidade de toque nesses municípios é inferior a 10%.



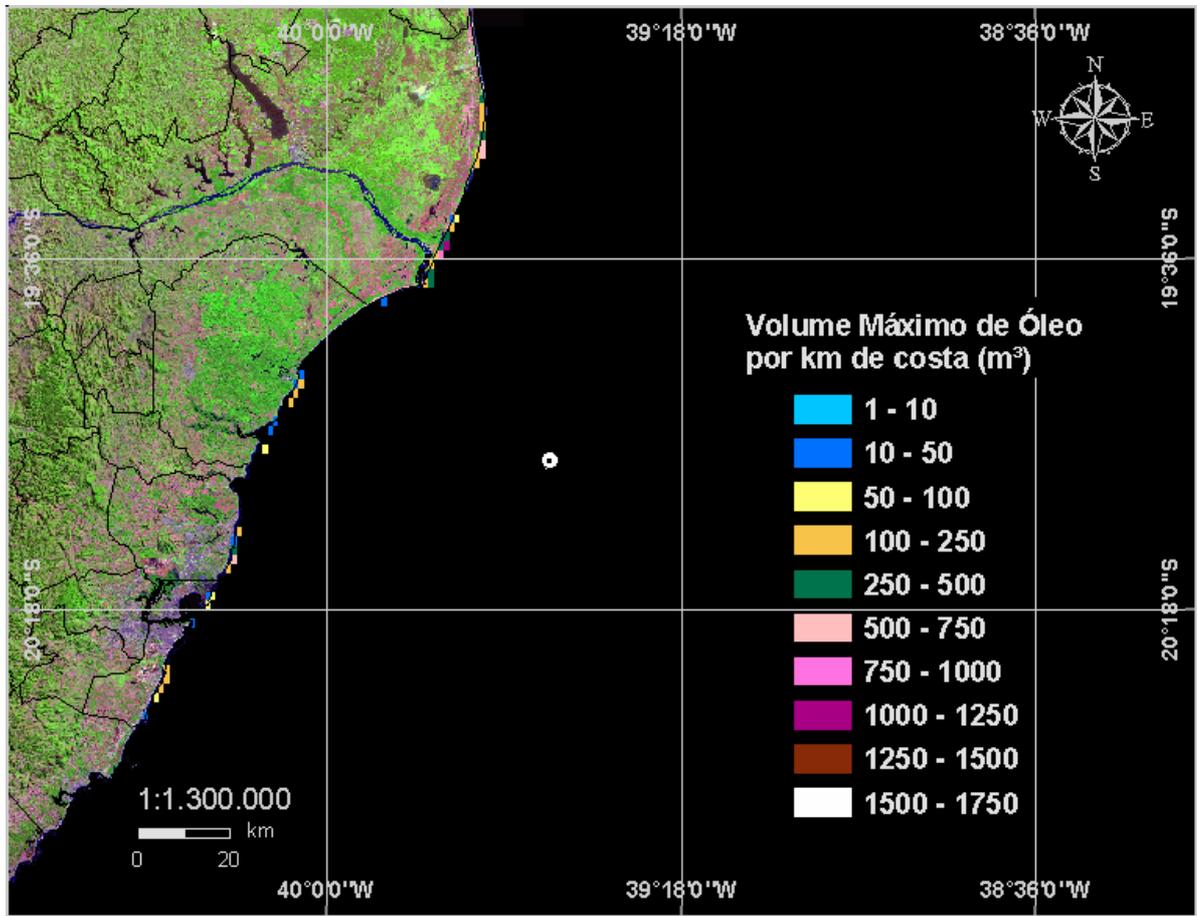
**Figura II.6.1.1.4-10 -** *Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_60HORAS\_SHORE. Contornos de probabilidade de óleo na costa para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 60 horas.*

A Figura II.6.1.1.4-11 apresenta o volume médio de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de inverno e após 60 horas de simulação. Observa-se que o município de Linhares (ES) destaca-se com um volume de cerca de 500 - 750 m<sup>3</sup>.

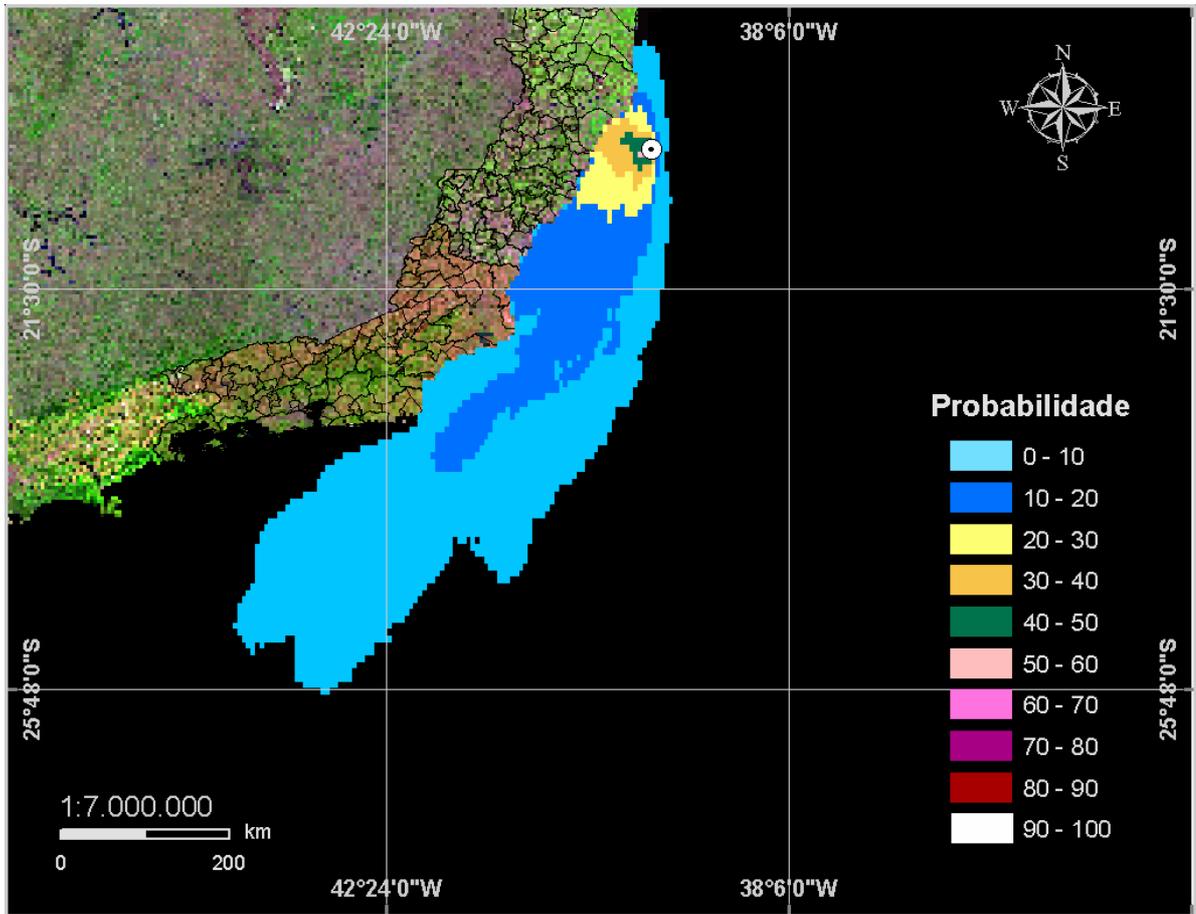


**Figura II.6.1.1.4-11 - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_60HORAS\_OLEOMED.**  
 Volume médio de óleo por km que chega à costa no período de inverno (junho a agosto).

A Figura II.6.1.1.4-12 apresenta o volume máximo de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de inverno e após 60 horas de simulação. Observa-se que o município de Linhares (ES) destaca-se com volume de cerca de 1.000 - 1.250 m<sup>3</sup>.

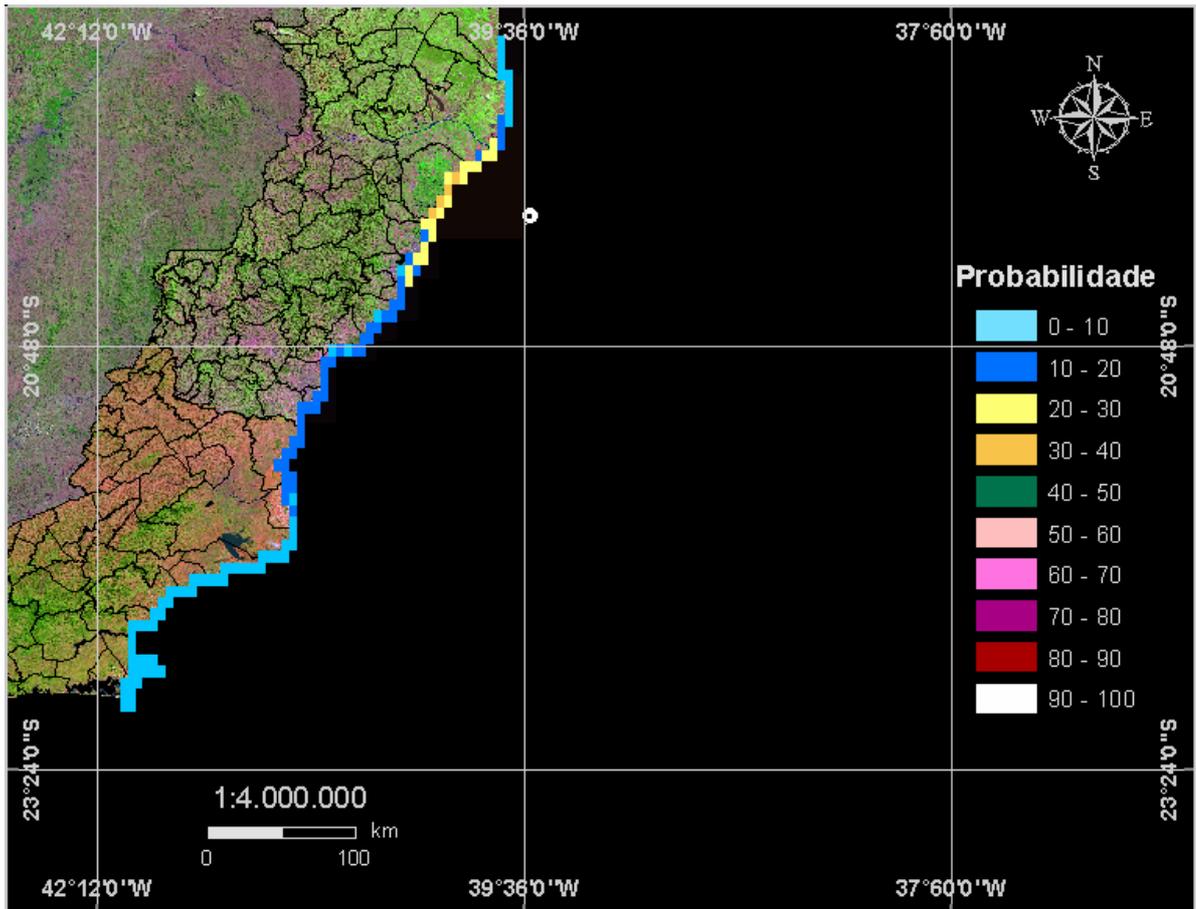


**Figura II.6.1.1.4-12 - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_60HORAS\_OLEOMAX.**  
Volume máximo de óleo por km que chega à costa no período de inverno (junho a agosto).



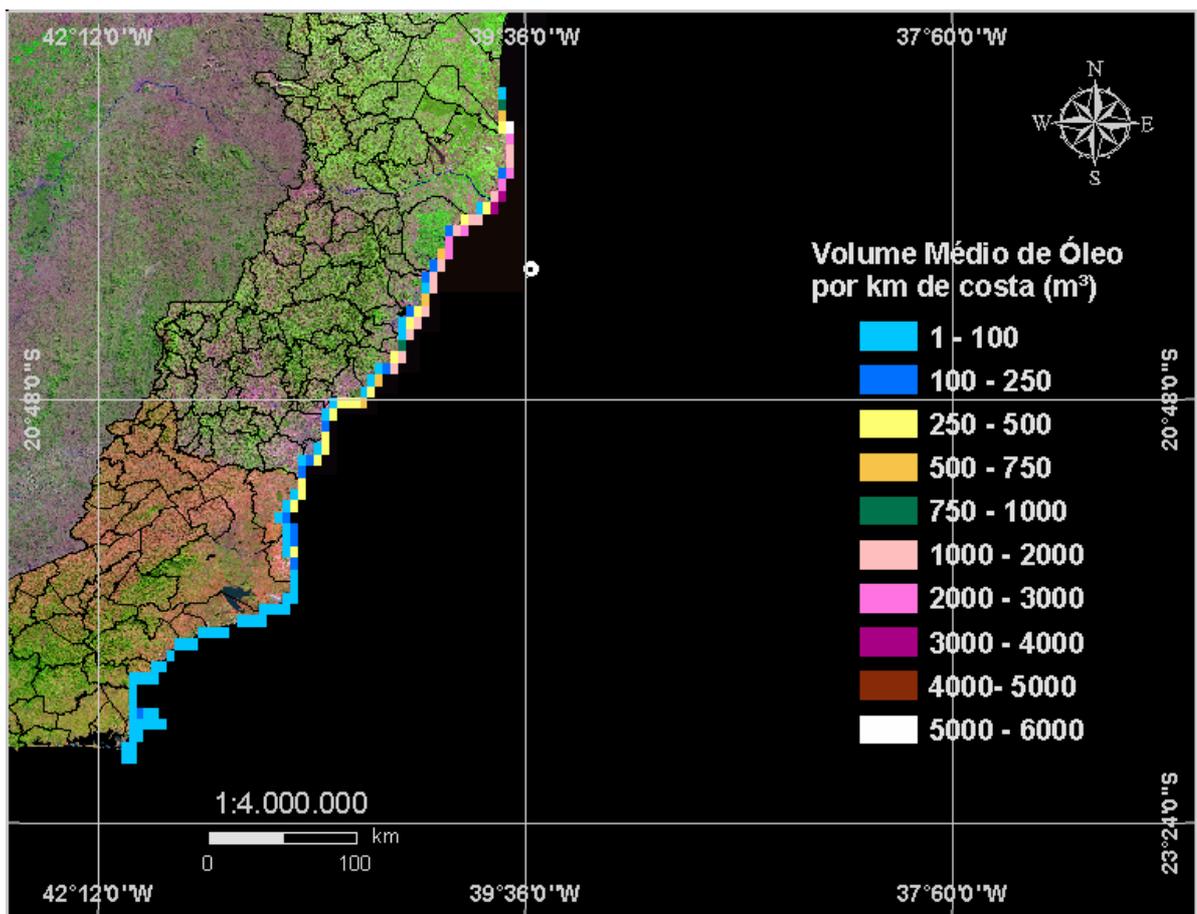
**Figura II.6.1.1.4-13 - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_30DIAS.** Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 30 dias.

Na Figura II.6.1.1.4-14 é apresentada, a região da linha de costa com probabilidade de toque, para o FPSO Capixaba, em condições de inverno. São apresentadas as faixas de probabilidade de toque na costa, podendo assim observar que essa probabilidade engloba uma área que se estende, do município de São Mateus (ES) até Arraial do Cabo (RJ). Pode ser observado que a maior probabilidade de toque (entre 30 e 40%) ocorre no município de Aracruz (ES).



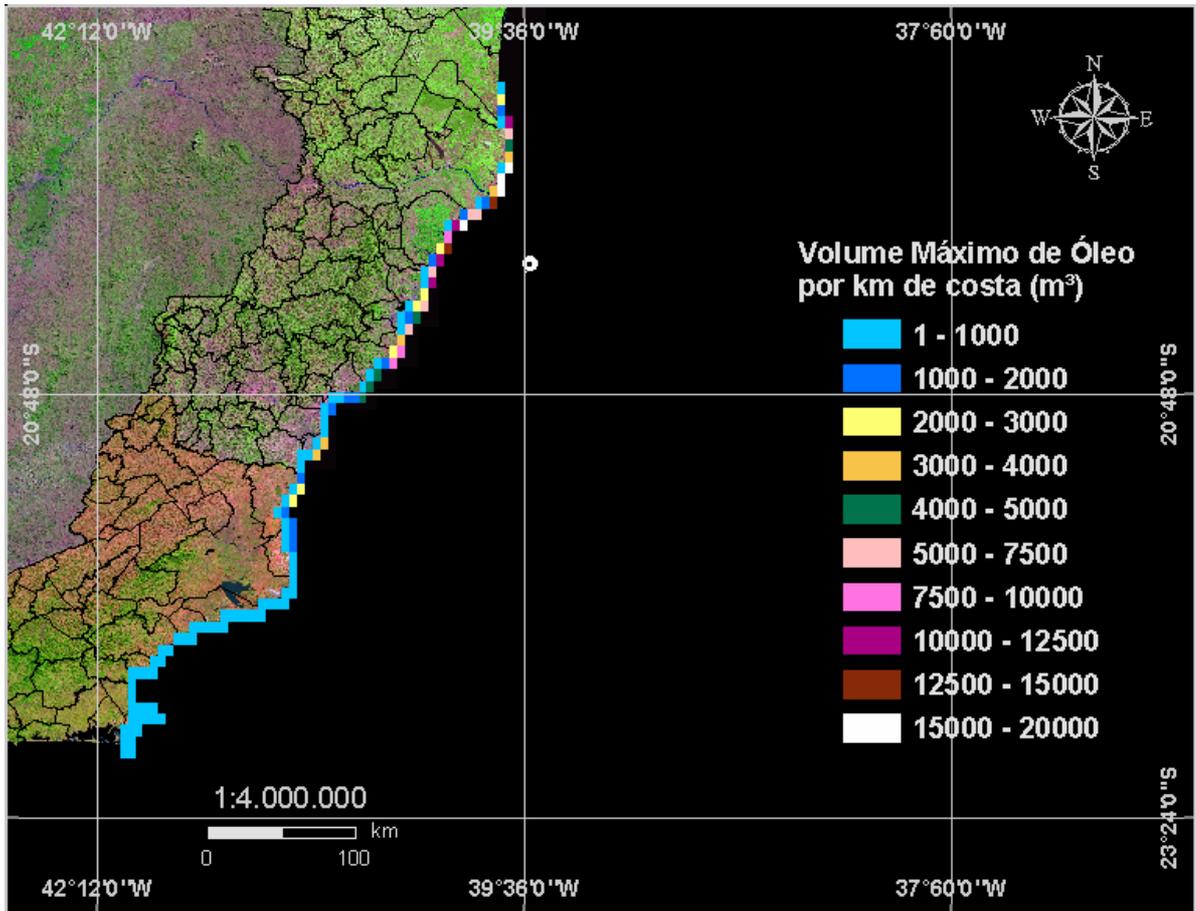
**Figura II.6.1.1.4-14 -** Cenário *FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_30DIAS\_SHORE*. Probabilidades de toque na costa para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 30 dias.

A Figura II.6.1.1.4-15 apresenta o volume médio de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de inverno e após 30 dias de simulação. Observa-se que o município de São Mateus (ES) destaca-se com um volume entre 5.000-6.000 m<sup>3</sup>.

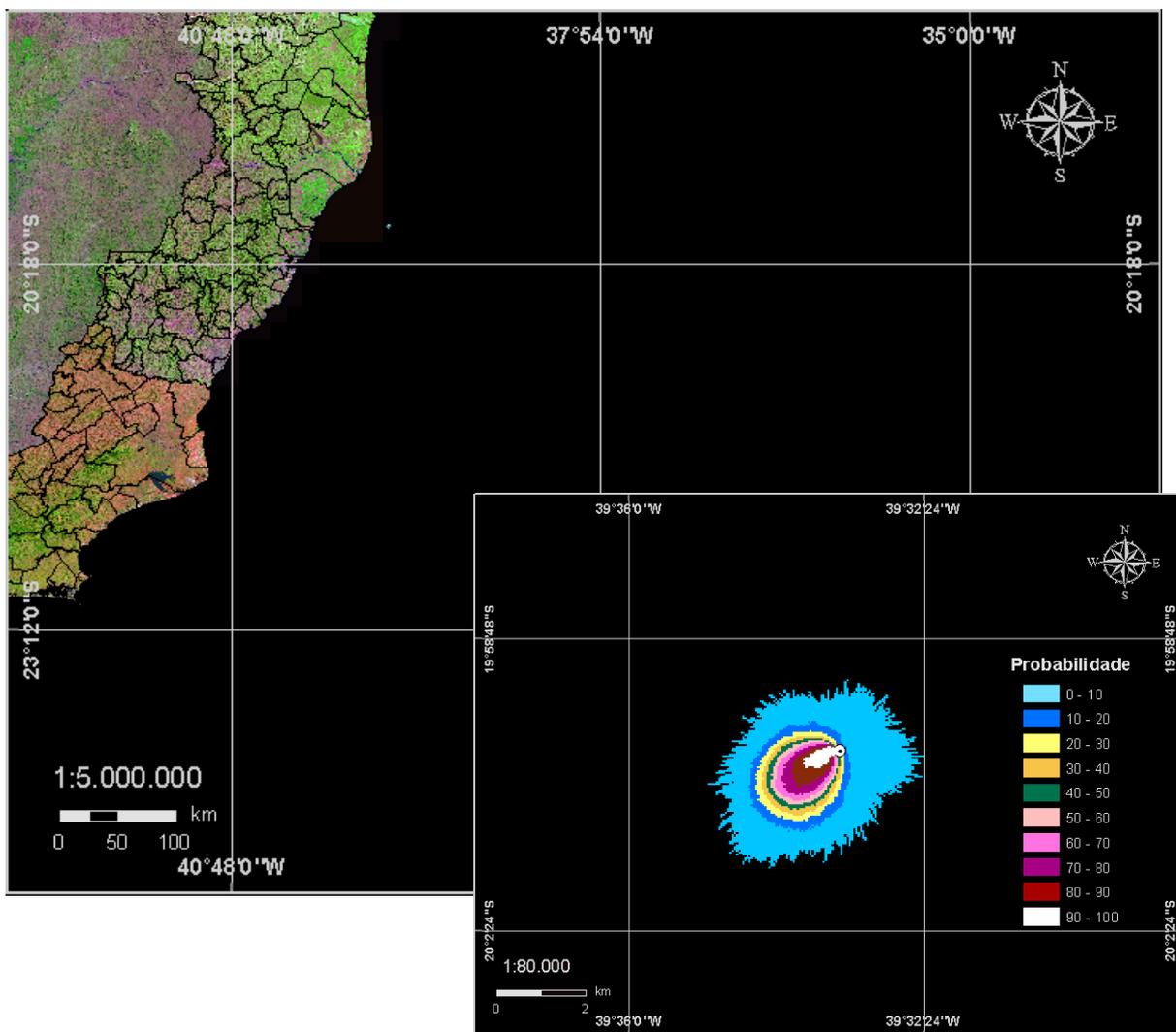


**Figura II.6.1.1.4-15 - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_30DIAS\_OLEOMED.**  
 Volume médio de óleo por km que chega à costa no período de inverno (junho a agosto).

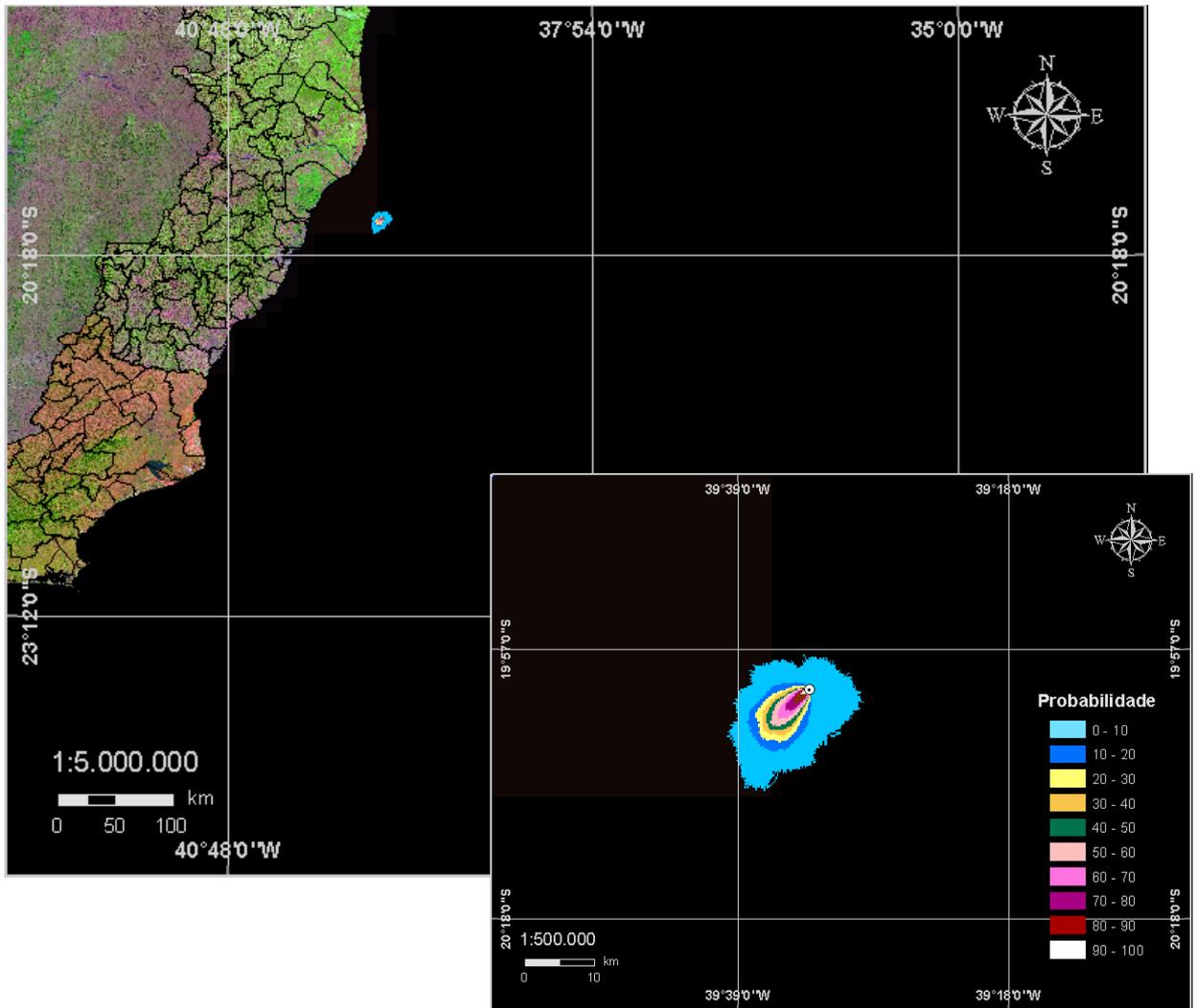
A Figura II.6.1.1.4-16 apresenta o volume máximo de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de inverno e após 30 dias de simulação. Observa-se que os municípios de Aracruz e Linhares (ES) se destacam com volumes de cerca de 15.000-20.000 m<sup>3</sup>.



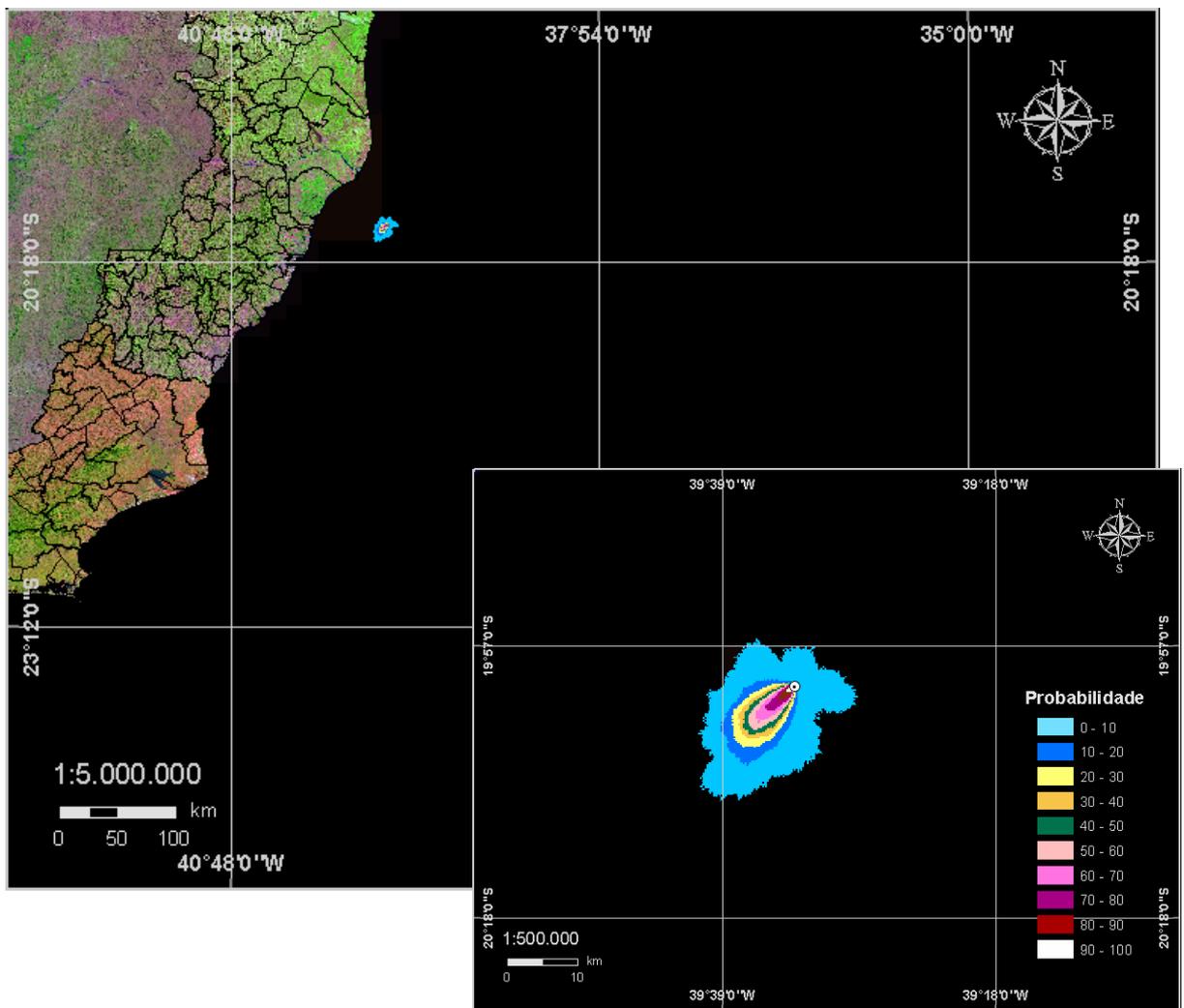
**Figura II.6.1.1.4-16 - Cenário FPSO\_CAP\_INV\_PIORCASO\_30DIAS\_OLEOMAX.**  
*Volume máximo de óleo por km que chega à costa no período de inverno (junho a agosto).*



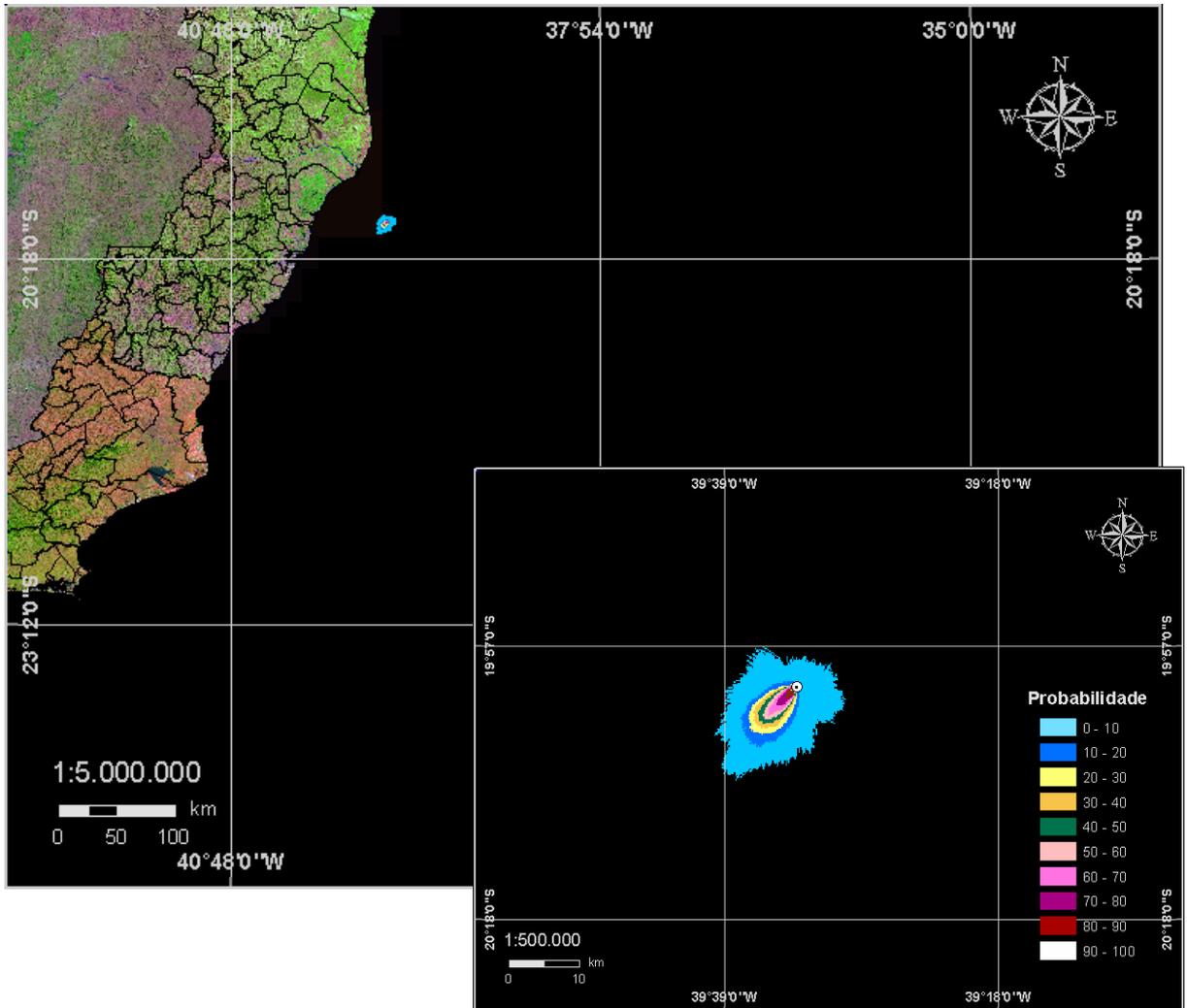
**Figura II.6.1.1.4-17 - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_8\_20MGL. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 8 m<sup>3</sup> após 1 hora atingindo 20 mg/l.**



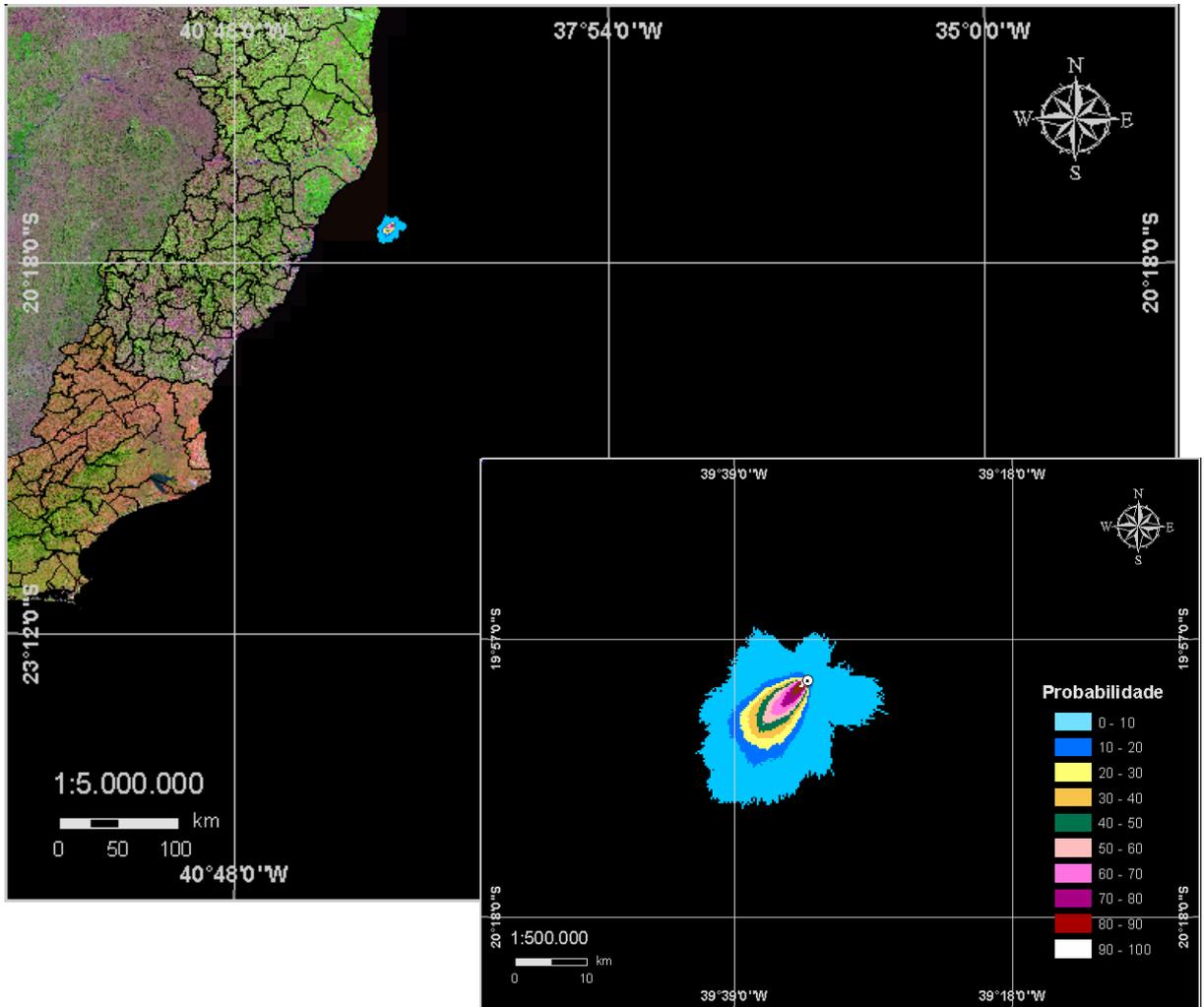
**Figura II.6.1.1.4-18 - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_200\_6HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m<sup>3</sup> após 6 horas.**



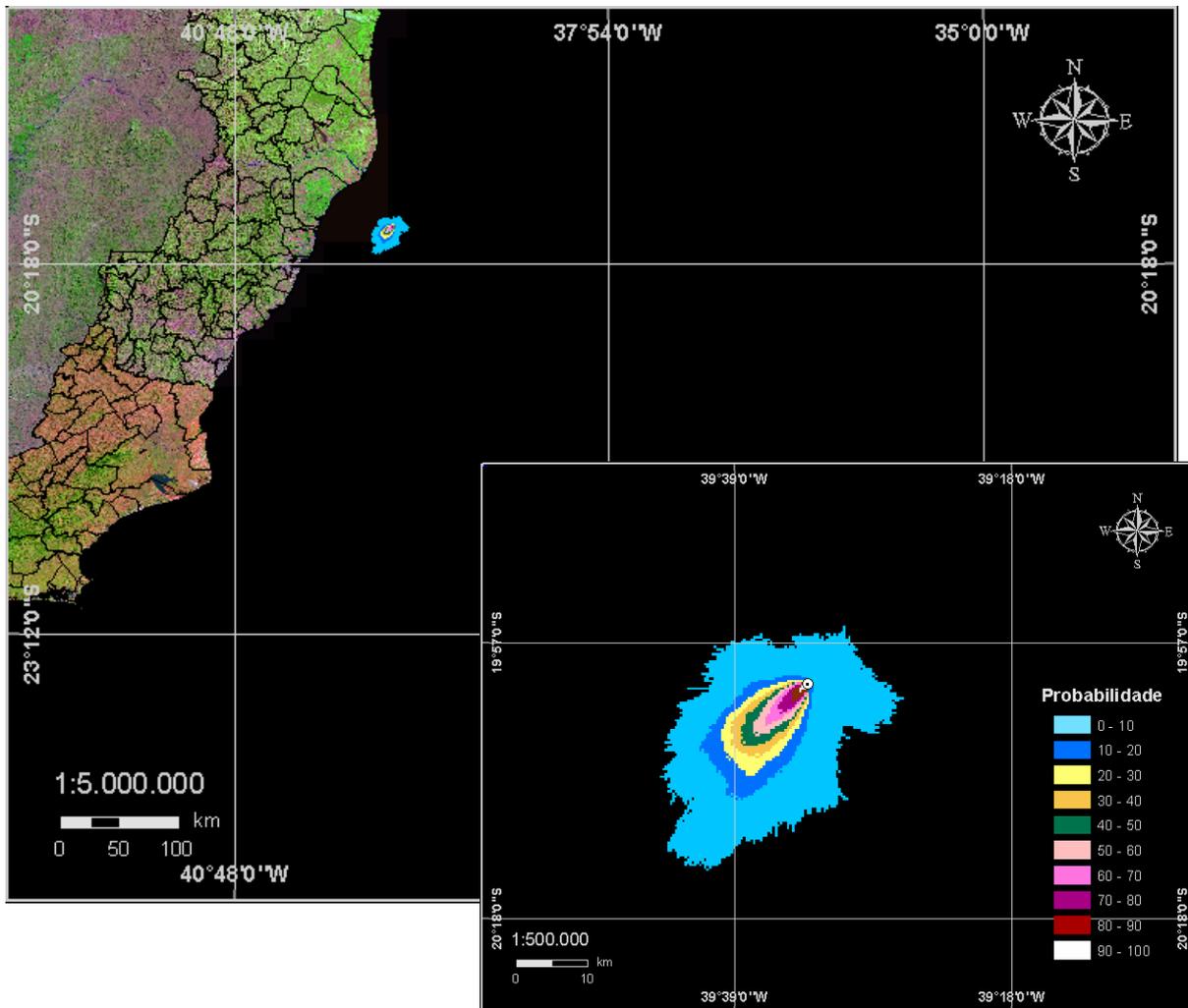
**Figura II.6.1.1.4-19 - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_200\_7HORAS.** Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 200 m<sup>3</sup> após 7 horas.



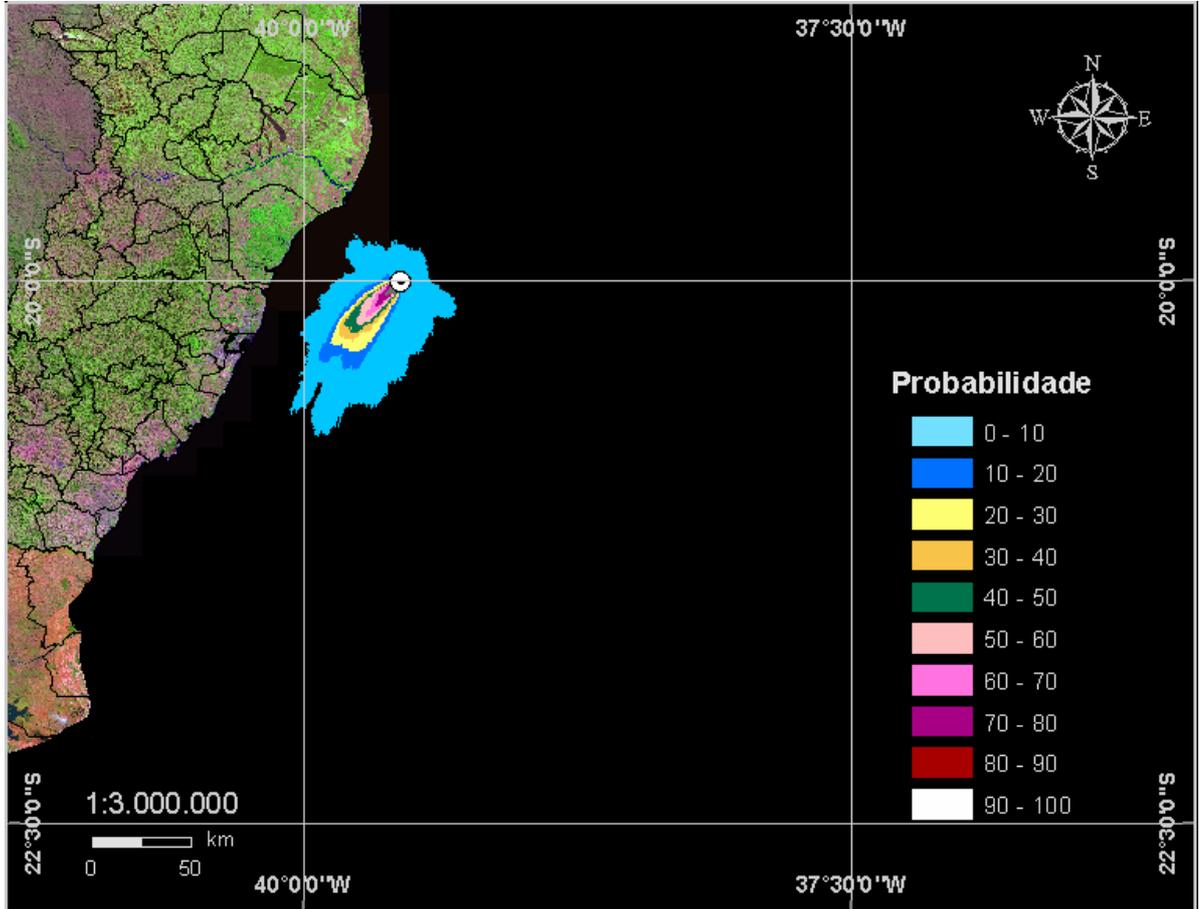
**Figura II.6.1.1.4-20** - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_6HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 6 horas.



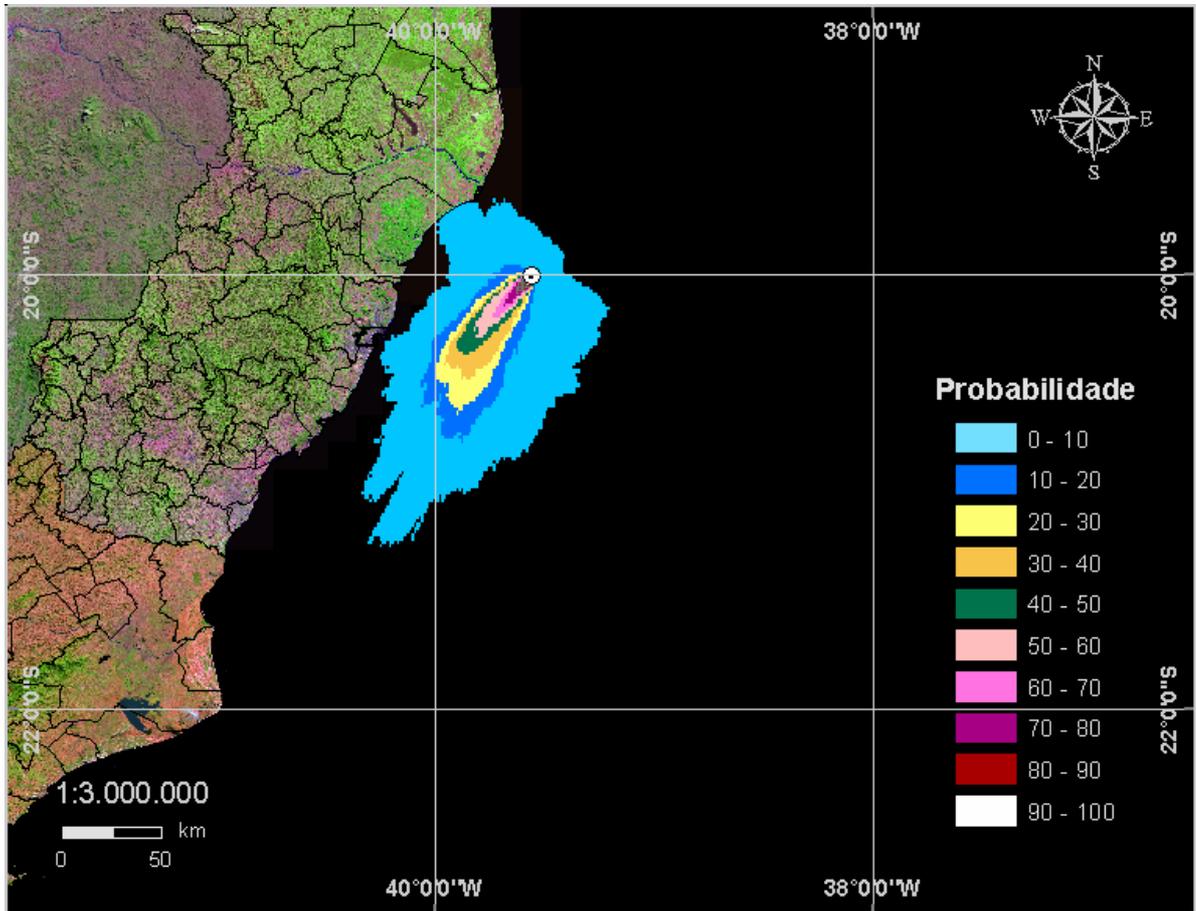
**Figura II.6.1.1.4-21** - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_9HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 9 horas.



**Figura II.6.1.1.4-22** - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_12HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 12 horas.

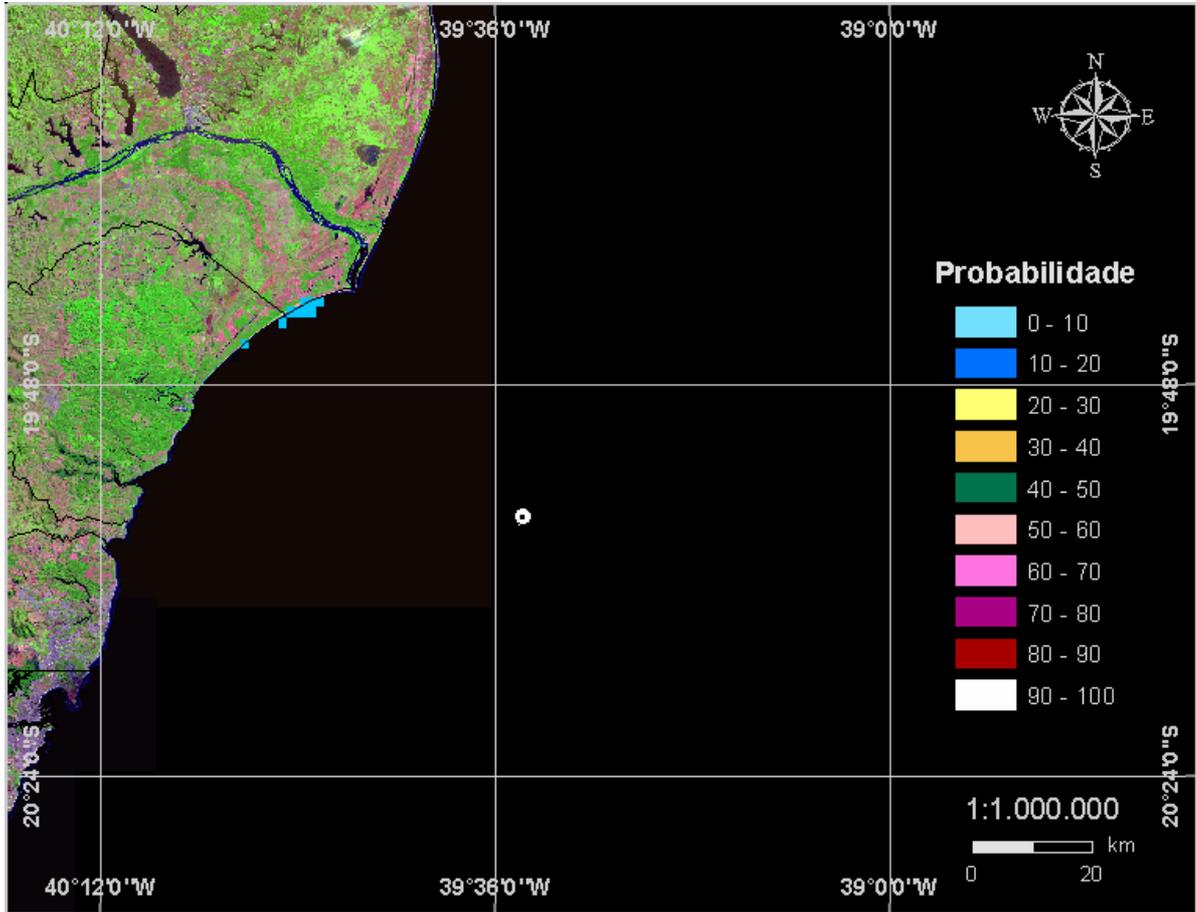


**Figura II.6.1.1.4-23** - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_36HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 36 horas.



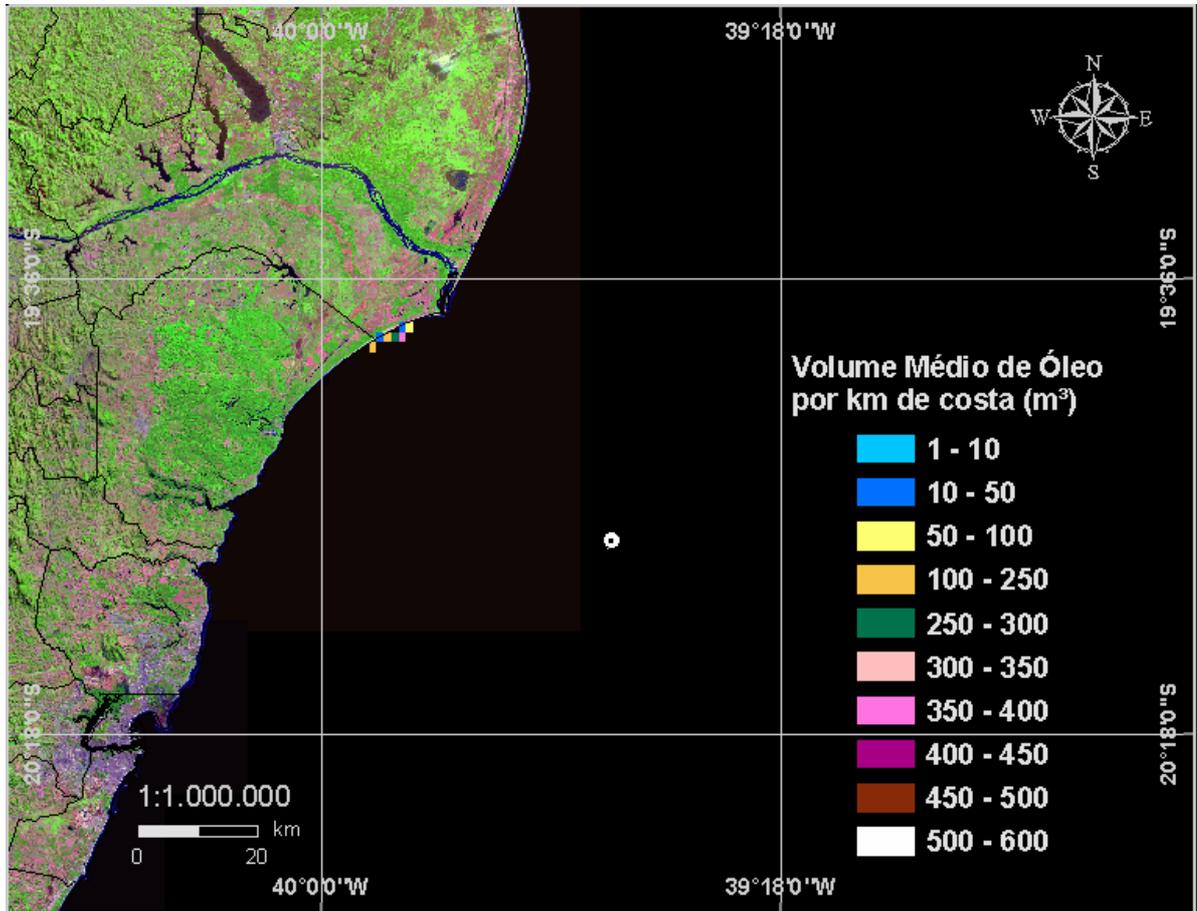
**Figura II.6.1.1.4-24 -** Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_60HORAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 60 horas.

Na Figura II.6.1.1.4-25 é apresentada, a região da linha de costa com probabilidade de toque, para o FPSO Capixaba, para o cenário de pior caso simulado por 60 horas em condições de verão. São apresentadas as faixas de probabilidade de toque na costa, podendo assim observar que essa probabilidade ocorre nos municípios de Linhares (ES) e Aracruz (ES). Pode ser observado que a probabilidade de toque nesses municípios é menor que 10%.



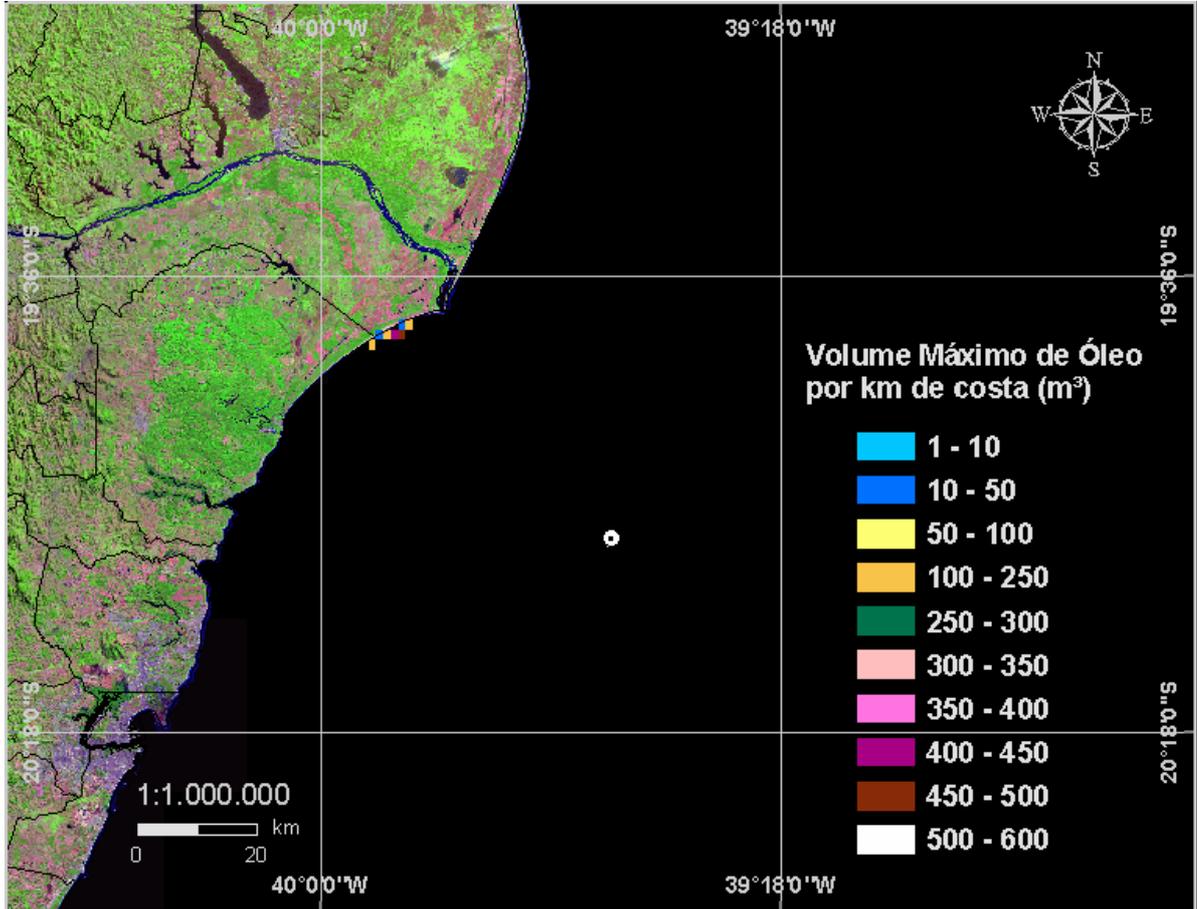
**Figura II.6.1.1.4-25 - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_60HORAS\_SHORE.** Contornos de probabilidade de óleo na costa para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 60 horas.

A Figura II.6.1.1.4-26 apresenta o volume médio de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de verão e após 60 horas de simulação. Observa-se que o município de Linhares (ES) destaca-se com um volume de cerca de 350 - 400 m<sup>3</sup>.

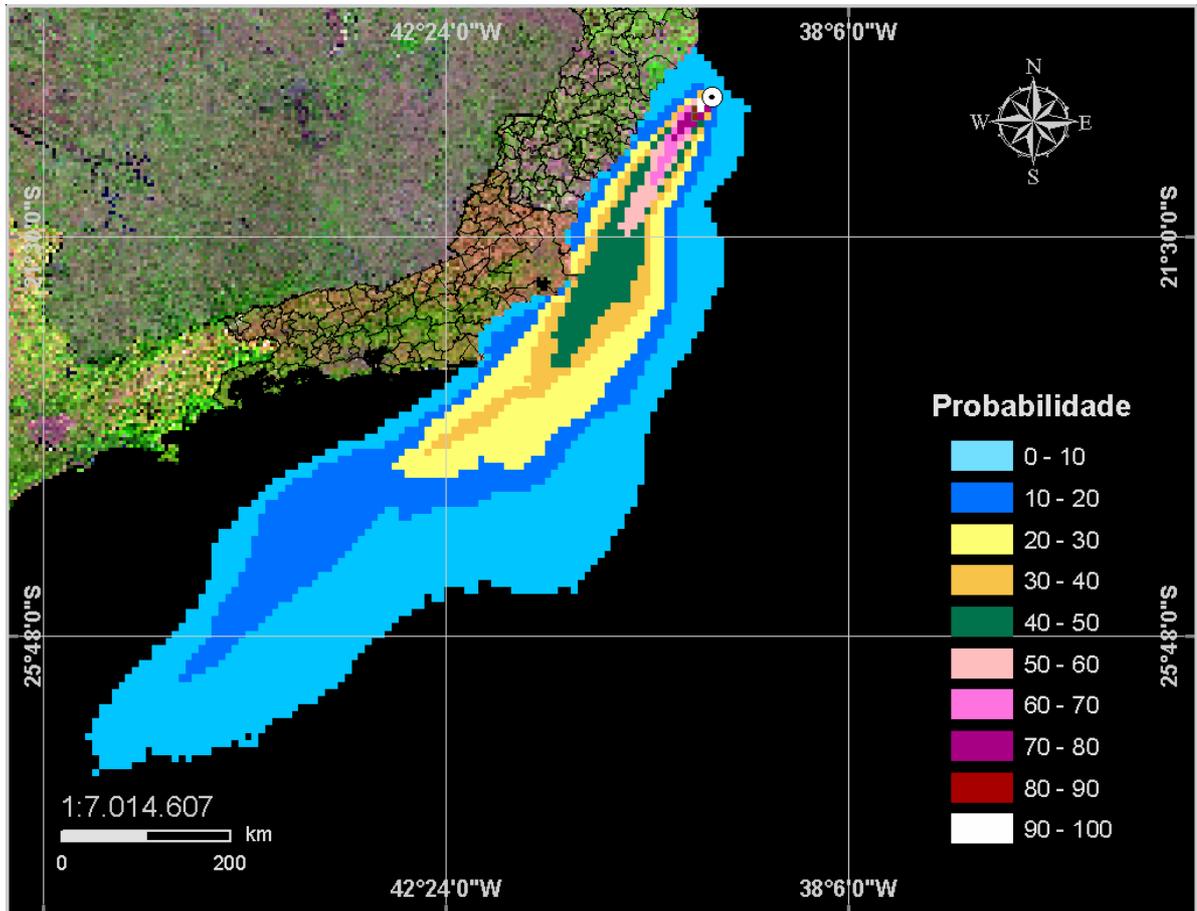


**Figura II.6.1.1.4-26 -** Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_60HORAS\_OLEOMED. Volume médio de óleo por km que chega à costa no período de verão (janeiro a março).

A Figura II.6.1.1.4-27 apresenta o volume máximo de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de verão e após 60 horas de simulação. Observa-se que o município de Linhares (ES) destaca-se com volume de cerca de 450 - 500 m<sup>3</sup>.

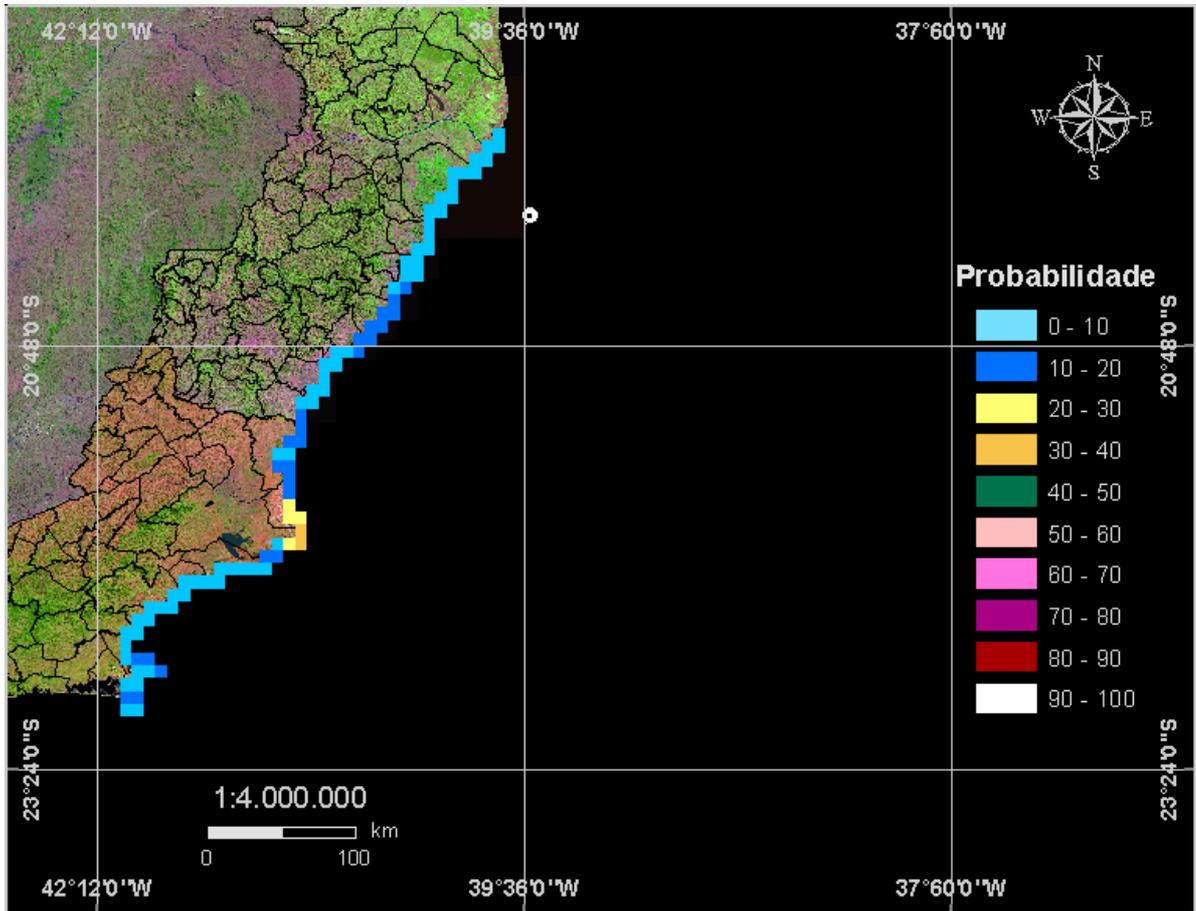


**Figura II.6.1.1.4-27 -** Cenário *FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_60HORAS\_OLEOMAX*. Volume máximo de óleo por km que chega à costa no período de verão (janeiro a março).



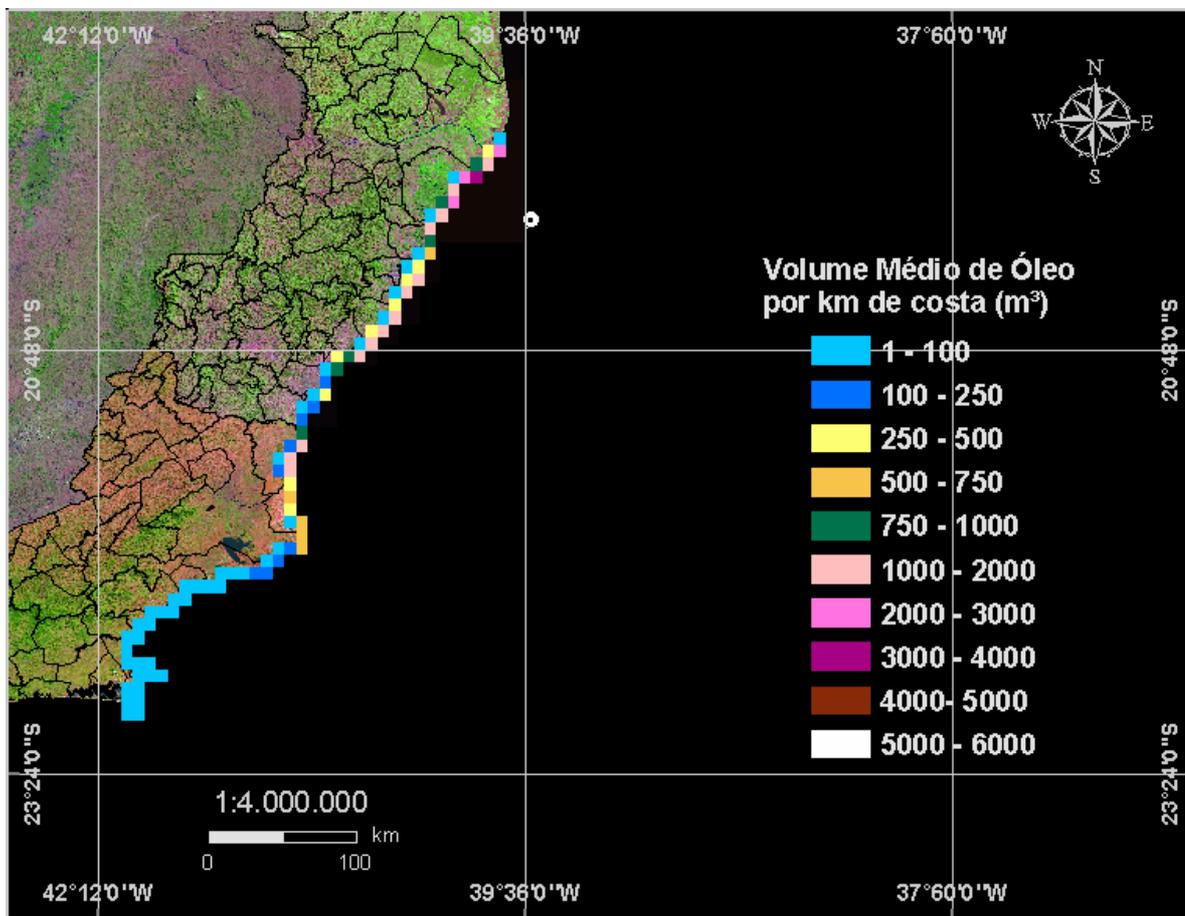
**Figura II.6.1.1.4-28** - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_30DIAS. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 30 dias.

Na Figura II.6.1.1.4-29 é apresentada, a região da linha de costa com probabilidade de toque, para o FPSO Capixaba, em condições de verão. São apresentadas as faixas de probabilidade de toque na costa, podendo assim observar que essa probabilidade engloba uma área que se estende, do município de Linhares (ES) até Arraial do Cabo (RJ). Pode ser observado que a maior probabilidade de toque (entre 30 e 40%) ocorre nos municípios de São João da Barra e Campos de Goytacazes (RJ).



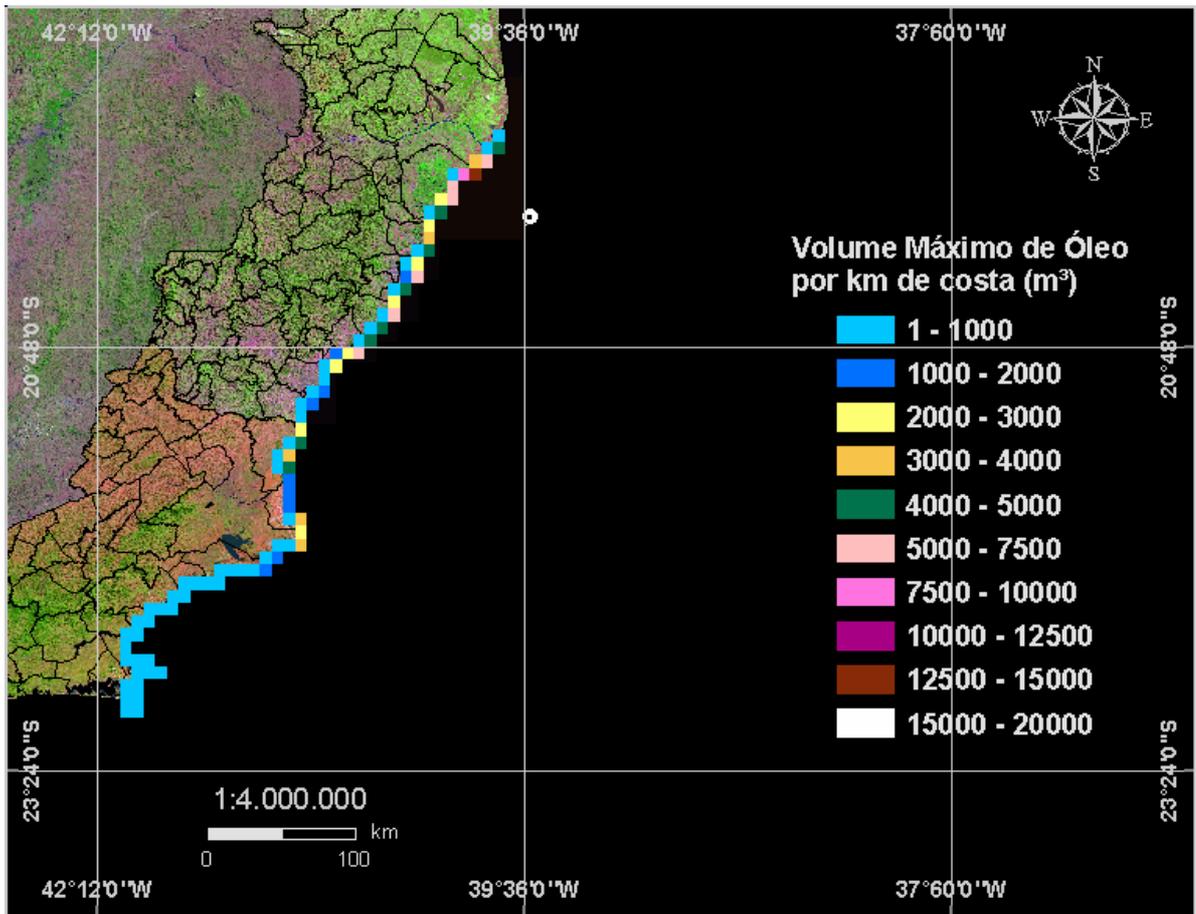
**Figura II.6.1.1.4-29 -** Cenário *FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_30DIAS\_SHORE*. Probabilidades de toque na costa para um acidente ocorrendo no FPSO\_Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com derrame de 14.583,33 m<sup>3</sup>/h após 30 dias.

A Figura II.6.1.1.4-30 apresenta o volume médio de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de verão e após 30 dias de simulação. Os maiores volumes, entre 3.000-4.000 m<sup>3</sup>, são observados no município de Linhares (ES).



**Figura II.6.1.1.4-30 - Cenário FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_30DIAS\_OLEOMED.** Volume médio de óleo por km que chega à costa no período de verão (janeiro a março).

A Figura II.6.1.1.4-31 apresenta o volume máximo de óleo por km de costa atingida para simulações em condições de verão e após 30 dias de simulação. Os municípios de Aracruz e Linhares (ES) destacam-se com volumes entre 12.500-15.000 m<sup>3</sup>.



**Figura II.6.1.1.4-31** - Cenário *FPSO\_CAP\_VER\_PIORCASO\_30DIAS\_OLEOMAX*. Volume máximo de óleo por km que chega à costa no período de verão (janeiro a março).

A Tabela II.6.1.1.4-1 apresenta a extensão de linha de costa atingida nos derrames de óleo simulados para o FPSO Capixaba, na Bacia do Espírito Santo.

**Tabela II.6.1.1.4-1** - Extensão da linha de costa com probabilidade de ser atingida pelo derrame de óleo para o FPSO Capixaba, simulados em condições de inverno e verão.

CENÁRIOS	EXTENSÃO DE LINHA DE COSTA COM PROBABILIDADE DE TOQUE (km)
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_30DIAS	352
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_30DIAS	308

A Tabela II.6.1.1.4-2 apresenta o percentual de simulações que impactaram a linha de costa, o menor período de tempo para atingir a costa e o tempo médio para o óleo atingir a costa, para os acidentes simulados no FPSO Capixaba, ocorrendo durante os meses de inverno (junho a agosto) e verão (janeiro a março).

**Tabela II.6.1.1.4-2 - Resumo dos resultados da modelagem probabilística de pior caso ocorrendo durante os meses de inverno (junho a agosto) e verão (janeiro a março) para o FPSO Capixaba.**

CENÁRIOS	TEMPO MÍNIMO PARA ATINGIR A COSTA (HORAS)	TEMPO MÉDIO PARA ATINGIR A COSTA (HORAS)	PERCENTAGEM DE SIMULAÇÕES COM TOQUE NA COSTA (%)
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_60HORAS	51	53,4	7,3
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_60HORAS	55	57	1,3
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_30DIAS	45	182,5	97
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_30DIAS	55	183,5	61,66

#### *Cenários Determinísticos Críticos*

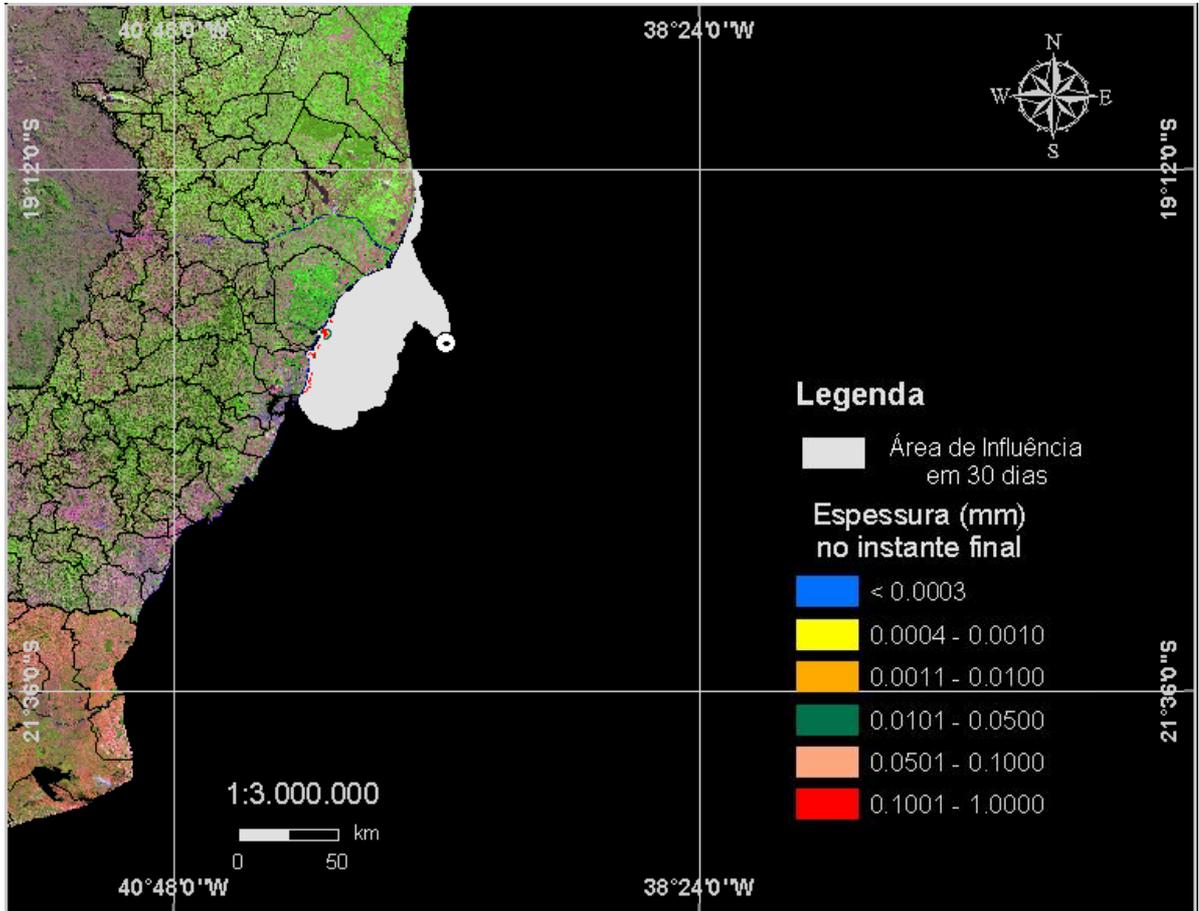
A análise dos resultados das simulações probabilísticas permitiu identificar os cenários determinísticos críticos de verão e inverno. Para essas simulações foram considerados como mais críticos os cenários que apresentaram o menor tempo para o primeiro toque do óleo na costa. Em ambos os cenários foram considerados vazamentos de 350.000 m<sup>3</sup> (14.583,33 m<sup>3</sup>/h).

A Tabela II.6.1.1.4-3 apresenta um resumo dos cenários críticos de inverno e verão obtidos para o FPSO Capixaba.

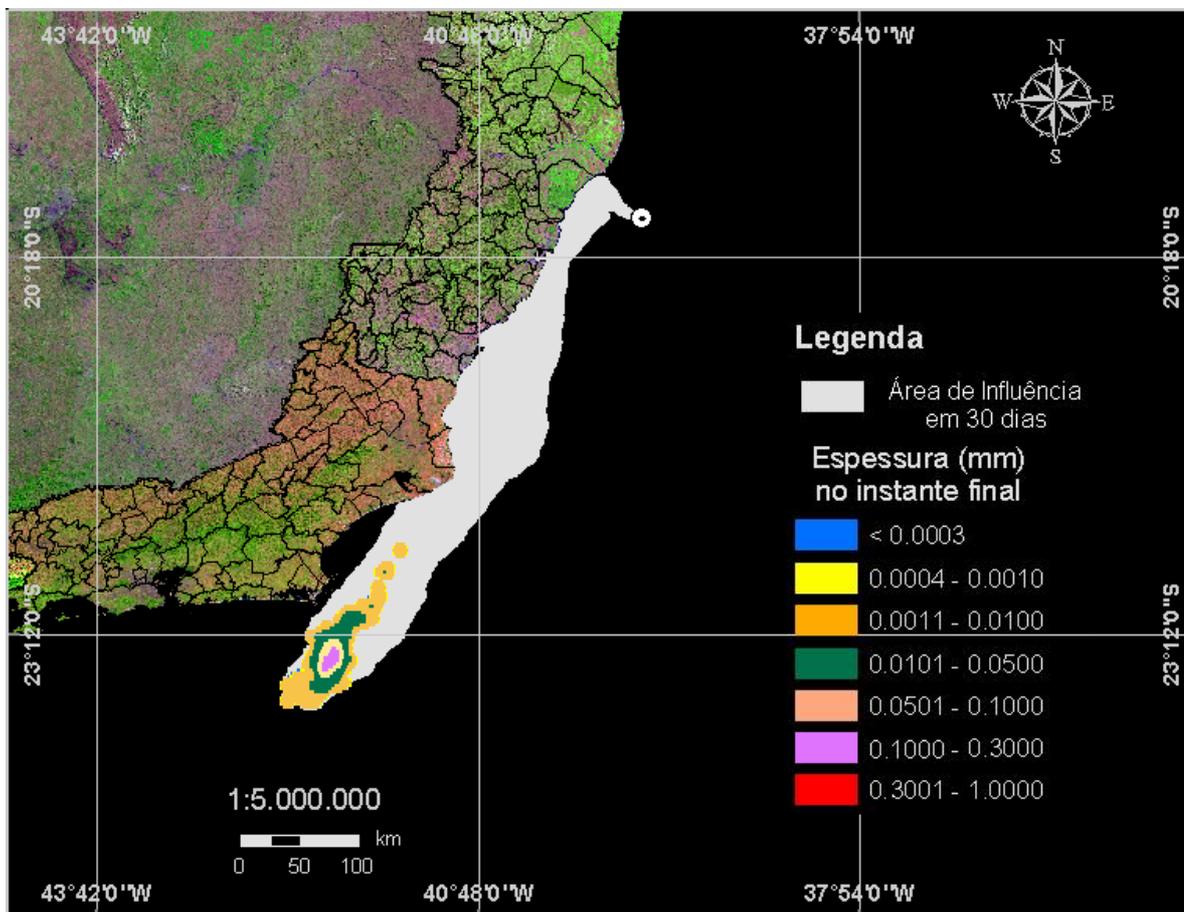
**Tabela II.6.1.1.4-3** - *Resumo dos cenários determinísticos críticos de inverno e de verão para o FPSO Capixaba.*

CENÁRIOS	DATA DE INÍCIO	VOLUME FINAL DE ÓLEO QUE CHEGA À COSTA (m <sup>3</sup> )	TEMPO PARA CHEGAR À COSTA (HORAS)
FPSO_CAP_INV_PIORCASO_30DIAS	02/08/1992 – 19h	45.089	45
FPSO_CAP_VER_PIORCASO_30DIAS	01/03/1992 – 17h	58.247	55

Nas Figuras II.6.1.1.4-32 e II.6.1.1.4-33 são apresentados os contornos de espessura no momento final das simulações dos cenários críticos de inverno e verão, respectivamente, para o FPSO Capixaba. Nestas Figuras são destacados os limites de 0,0003 mm (limite para ambientes sensíveis), e 0,05 mm (limite de recolhimento). A cor cinza representa a região por onde a mancha se deslocou durante os 30 dias de duração do derrame e, portanto, não está associada a uma espessura. A mancha final é aquela representada pela escala de cores indicada nas legendas.

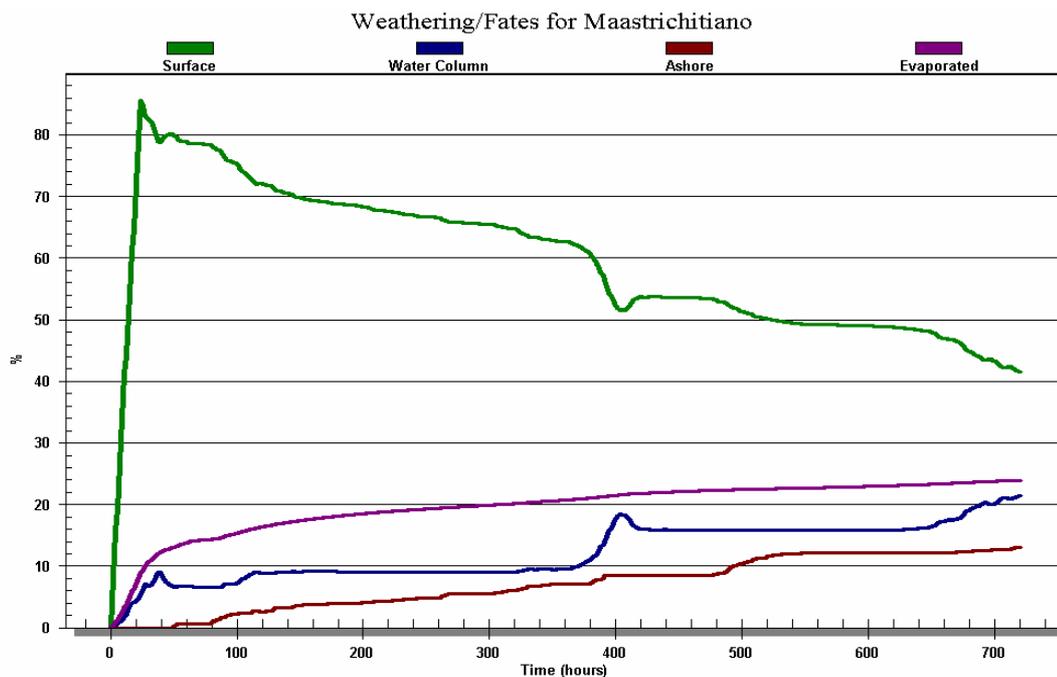


**Figura II.6.1.1.4-32** - Cenário determinístico de pior caso para um derrame ocorrido no FPSO Capixaba, no período de inverno.



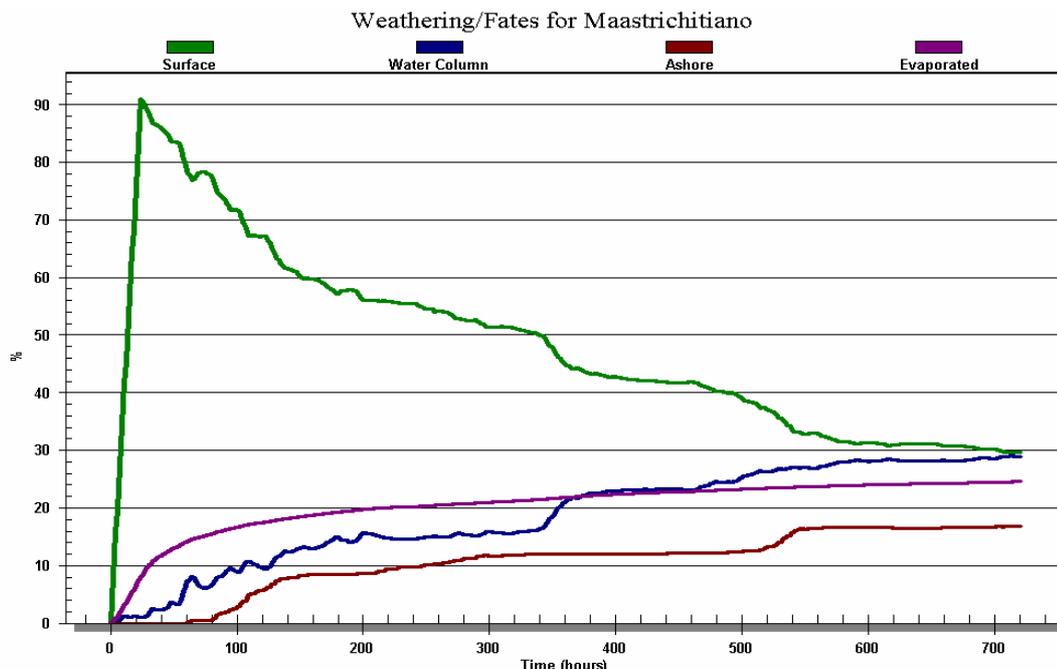
**Figura II.6.1.1.4-33** - Cenário determinístico de pior caso para um derrame ocorrido no FPSO Capixaba, no período de verão.

A Figura II.6.1.1.4-34 apresenta um gráfico com o balanço de massa (óleo na superfície, na costa, evaporado e na coluna d'água) para a simulação de pior caso no período de inverno. Observa-se que a evaporação é o principal processo na redução da massa de óleo nesse período.



**Figura II.6.1.1.4-34** - Balanço de massa para o cenário de pior caso de vazamento no inverno, no FPSO Capixaba.

A Figura II.6.1.1.4-35 apresenta um gráfico com o balanço de massa (óleo na superfície, na costa, evaporado e na coluna d’água) para a simulação de pior caso no período de verão. Observa-se que a evaporação apresenta um importante papel na redução da massa de óleo nesse período.



**Figura II.6.11.4-35** - Balanço de massa para o cenário de pior caso de vazamento no verão, no FPSO Capixaba.

### II.6.1.2 - Modelagem de Água de Produção

Este trabalho de modelagem computacional da diluição e da dispersão da água produzida para a unidade FPSO-Capixaba foi conduzido dividindo o processo em campo próximo e campo afastado. O campo próximo foi simulado utilizando-se o modelo CORMIX (*Cornell Mixing Zone Expert System*), da Cornell University. O campo afastado foi simulado utilizando o sistema de modelos computacionais conhecido como **CHEMMAP**, desenvolvido pela **Applied Science Associates (ASA)** dos EUA.

Para estudos de modelagem, como o realizado neste trabalho, são necessários: (a) um conhecimento detalhado das características geomorfológicas do local (morfologia da linha de costa e fundo oceânico), (b) padrões de circulação local e em larga escala, (c) séries temporais de vento de longa duração (preferencialmente de bóias *offshore* e/ou estação meteorológica costeira), e (d) características físico-químicas dos constituintes presentes no efluente simulado.

Para este estudo foram utilizados dados de vento obtidos da bóia oceanográfica da PETROBRAS localizada no campo de Albacora, nas coordenadas 22°30'S e 40°W. A caracterização dos padrões de circulação na região foi realizada a partir de resultados de um modelo desenvolvido pela equipe da **ASA SOUTH AMERICA**, baseado no *Princeton Ocean Model* (POM).

O Capítulo II.6.1.2.1 discute o propósito do estudo e fornece informações sobre a área de estudo. O Capítulo II.6.1.2.2 descreve o modelo hidrodinâmico e a caracterização da base hidrodinâmica utilizada. O Capítulo II.6.1.2.3 apresenta as características da água de produção e o Capítulo II.6.1.2.4 apresenta as simulações do campo próximo e seus resultados. O Capítulo II.6.1.2.5 descreve o modelo CHEMMAP e os resultados das simulações com as concentrações máximas prováveis (média das máximas) e a trajetória da pluma. Por fim, o Capítulo II.6.1.2.6 discute as conclusões obtidas no presente estudo.

### II.6.1.2.1 - Área de Estudo

As simulações da dispersão da água de produção na Bacia do Espírito Santo foram realizadas a partir da plataforma FPSO-Capixaba (Figura II.6.1.2.1-1), localizada em região de lâmina d'água de cerca de 1.400 m, cujas coordenadas foram especificadas pelo CEPEMAR/PETROBRAS, como 20°00'10,7"S e 39°33'30"W (SAD 69).

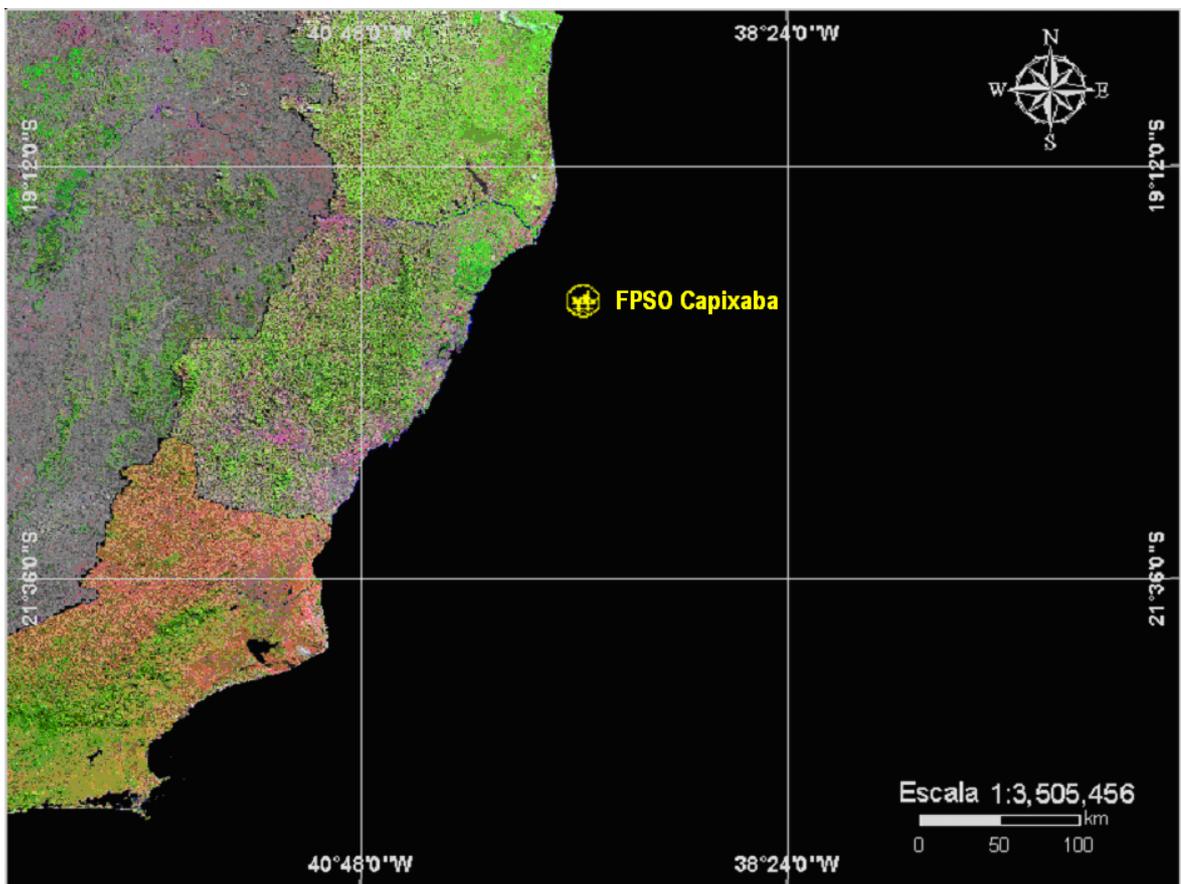


Figura II.6.1.2.1-1 - Localização da unidade FPSO-Capixaba, na Bacia do Espírito Santo

### *Padrões de Circulação na Região*

A circulação oceânica nesta área é determinada por forçantes variadas, que se sobrepõem de modo diferenciado, dependendo de fatores morfológicos e dinâmicos locais. Sobre a plataforma há amplificação natural do sinal de maré e intensificação dos padrões meteorológicos locais, i.e. brisa marinha e efeitos orográficos do vento. Sobreposto a estes sinais existe a presença energética da passagem de frentes, com pronunciada causalidade remota. No oceano profundo a composição da passagem de frentes e do fluxo determinado pela Corrente do Brasil (CB) é preponderante. Considerando-se o relativo conhecimento existente sobre a circulação da maré na região, o principal padrão no oceano a ser descrito é a CB.

A CB é uma corrente de contorno oeste associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul. Origina-se ao sul de 10° S, na região onde o ramo mais ao sul da Corrente Sul Equatorial se bifurca formando também a Corrente Norte do Brasil (Stramma, 1991; Silveira *et al.*, 1994). A CB então vai para sul, bordejando o continente sul-americano até a região da Convergência Subtropical (33-38° S), onde conflui com a Corrente das Malvinas e se separa da costa.

Parte significativa do fluxo da CB passa através dos canais dos Bancos de Abrolhos e divide-se em dois ramos. Um deles flui afastado da costa, além da isóbata de 3.000 m (Stramma *et al.*, 1990), enquanto o outro flui seguindo a linha de quebra da plataforma (Signorini, 1978).

As primeiras medições diretas da CB foram feitas por Evans & Signorini (1985), nas latitudes de 20°30'S e 23°S, as quais apresentaram um fluxo confinado aos primeiros 400 m de profundidade, com uma contra-corrente no sentido norte abaixo destes 400 m iniciais. Na parte norte da área, acima do Cabo de São Tomé, a direção da corrente nos primeiros 400 m é para 180°, variando para 220° na região de Cabo Frio. Esta mudança de direção afeta significativamente a CB, induzindo a formação de vórtices e meandros. O volume estimado transportado pela CB na região da quebra da plataforma e do talude na latitude de 22°S é de  $5,5 \pm 2,6$  Sv (Lima, 1997).

### *Características Meteorológicas da Região*

A circulação atmosférica de baixos níveis na região sudeste do Brasil é dominada pela ação da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), pela passagem de sistemas frontais sobre a região e por circulações locais. A variabilidade sazonal do padrão de ventos na região devido ao deslocamento da ASAS é caracterizada pelo predomínio de ventos de nordeste no verão e ventos de leste no inverno.

Os sistemas frontais atuam durante o ano todo sobre o Brasil com frequências maiores nas latitudes mais altas e menores nas latitudes mais baixas, como se pode notar no estudo de Oliveira (1986).

De acordo com o Boletim de Monitoramento e Análise Climática (Climanálise, 1996), que apresentou uma estatística de sistemas frontais que atuaram no litoral do Brasil entre os anos de 1975 a 1984 e 1987 a 1995, a média ficou entre 4 e 7 sistemas mensais atuando sobre a costa do sudeste brasileiro, com valores máximos nos meses de inverno e valores mínimos nos meses de verão.

O deslocamento desses sistemas está associado ao escoamento ondulatório de grande escala. A intensificação ou dissipação dos mesmos está relacionada com as características atmosféricas sobre o continente. Algumas regiões do Brasil, tais como as regiões sul e sudeste, são regiões frontogênicas, ou seja, são regiões onde as frentes podem se intensificar ou se formar (Satyamurty & Mattos, 1989).

Em meso e micro escalas, o escoamento de baixos níveis sobre a plataforma continental está fortemente influenciado pelo efeito de circulações termicamente induzidas (brisas marinha e terrestre).

### II.6.1.2.2 - Modelagem Hidrodinâmica

Nesta etapa do trabalho descreve-se o modelo hidrodinâmico e sua implementação, visando simular o campo de correntes da costa sudeste brasileira. Com este intuito, foi implementado um modelo baseado no *Princeton Ocean Model* (POM) (Blumberg & Mellor, 1978) para esta região.

#### *Descrição do Modelo e suas Hipóteses*

O modelo hidrodinâmico utilizado tem estrutura tridimensional, não linear, com as equações hidrodinâmicas sob as aproximações de Boussinesq e hidrostática.

Este modelo utiliza-se de grades curvilíneas horizontais e coordenadas  $\sigma$  na vertical, com resolução das camadas turbulentas de superfície e de fundo, por meio de um submodelo de fechamento turbulento de 2ª ordem.

No sistema de coordenadas  $\sigma$ , a coordenada  $z$  é escalonada de acordo com a profundidade da coluna d'água local, conforme mostra a equação (1), onde  $D$  é a profundidade local,  $\eta$  a elevação da superfície e  $H$  a profundidade média local.

$$\sigma = \frac{z - \eta}{D} \quad (1)$$

Onde:

$$D(x,y,t) = H(x,y) + \eta(x,y,t)$$

O uso das coordenadas  $\sigma$  facilita a representação da estrutura vertical do talude. O modelo inclui um submodelo de fechamento turbulento, para o cálculo dos coeficientes de mistura turbulenta vertical. O fechamento turbulento de 2ª ordem utiliza os resultados das equações da energia cinética turbulenta e da escala de comprimento de turbulência, no cálculo dos coeficientes cinemáticos de viscosidade e de difusão turbulenta de calor e sal na vertical (Mellor & Yamada, 1982). Esses cálculos são efetuados com base em relações empíricas, que utilizam constantes estabelecidas em experimentos de laboratório e em

observações de campo. Com o fechamento turbulento de 2ª ordem, o modelo reproduz de maneira mais realística as camadas de Ekman, de superfície e de fundo.

Além dos aspectos específicos acima mencionados, o modelo adota soluções largamente utilizadas na literatura, como gradeamento do tipo C de Arakawa e métodos de integração diferentes na horizontal e na vertical - integração horizontal e temporal explícita e vertical implícita. Através desses procedimentos, elimina-se a restrição temporal na vertical, permitindo o uso de maior resolução nas camadas de Ekman de superfície e de fundo.

O modelo apresenta uma superfície livre e dois intervalos de tempo distintos, um para o modo de oscilação externo e outro para os internos. O modo externo (barotrópico) é bidimensional e usa um intervalo de tempo menor, baseado na condição de estabilidade computacional de Courant-Friedrichs-Levy (CFL). Os modos internos (baroclínicos) são tridimensionais e usam um intervalo de tempo mais longo.

#### ◆ *Equações Básicas*

O modelo hidrodinâmico aqui descrito é baseado em uma formulação tridimensional prognóstica com aproximação hidrostática. As variáveis potencialmente prognósticas são: três componentes da velocidade ( $u, v$  e  $w$ ), a temperatura ( $T$ ), a salinidade ( $S$ ), a energia cinética turbulenta ( $q^2/2$ ), a escala turbulenta ( $l$ ), e a elevação da superfície ( $\eta$ ).

O conjunto de equações básicas utilizadas no código é descrito abaixo. Consideremos um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais, com  $x$  crescendo para Leste,  $y$  para Norte e  $z$  para cima, no qual as coordenadas horizontais (*i.e.*,  $x, y$ ) referem-se ao espaço computacional. A superfície livre está localizada em  $z = \eta(x, y, t)$  e o fundo em  $z = -H(x, y)$ . Neste sistema as equações de conservação e a equação de estado são escritas como:

Equação da continuidade:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Equação de Reynolds para conservação da quantidade de movimento:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} - fV = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_M \frac{\partial U}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( 2A_M \frac{\partial U}{\partial x} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial y} \left[ A_M \left( \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} + fU = -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_M \frac{\partial V}{\partial z} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial x} \left[ A_M \left( \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left( 2A_M \frac{\partial V}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\rho g = -\frac{\partial P}{\partial z} \quad (5)$$

Conservação de Temperatura Potencial:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} + U \frac{\partial \Theta}{\partial x} + V \frac{\partial \Theta}{\partial y} + W \frac{\partial \Theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K_H \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F(H) \quad (6)$$

Conservação de Salinidade:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U \frac{\partial S}{\partial x} + V \frac{\partial S}{\partial y} + W \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K_H \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_s \quad (7)$$

Equação de Estado:

$$\rho = \rho(S, \Theta, P) \quad (8)$$

Equação da Energia Cinética Turbulenta:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q^2}{\partial t} + U \frac{\partial q^2}{\partial x} + V \frac{\partial q^2}{\partial y} + W \frac{\partial q^2}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K_q \frac{\partial q^2}{\partial z} \right) + 2K_M \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right] \\ + \frac{2g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \rho}{\partial z} - \frac{2q^3}{B_1 l} + F_{q^2} \end{aligned} \quad (9)$$

Equação da Turbulência em Macro Escala:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (q^2 l) + U \frac{\partial}{\partial x} (q^2 l) + V \frac{\partial}{\partial y} (q^2 l) + W \frac{\partial}{\partial z} (2q^2 l) = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K_q \frac{\partial}{\partial z} (q^2 l) \right] \\ + l E_1 K_M \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right] + \frac{l E_1 g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \rho}{\partial z} - \frac{q^3}{B_1} \tilde{W} + F_{q^2 l} \end{aligned} \quad (10)$$

sendo,

$$F_{q^2, q^2 l} = \frac{\partial}{\partial x} \left( A_H \frac{\partial q^2, q^2 l}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( A_H \frac{\partial q^2, q^2 l}{\partial y} \right) \quad (11)$$

$$(L)^{-1} \equiv (\eta - z)^{-1} + (H + z)^{-1} \quad (12)$$

$$\tilde{W} \equiv 1 + E_2 \left( \frac{l}{kL} \right)^2 \quad (13)$$

onde:

U, V, W = componentes do vetor velocidade (m/s)

F = parâmetro de Coriolis (s<sup>-1</sup>)

$\rho_0$  = densidade de referência (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho$  = densidade in situ (kg/m<sup>3</sup>)

P = pressão (N/m<sup>2</sup>)

$K_M$	=	coeficiente cinemático vertical de viscosidade turbulenta ( $m^2/s$ )
$K_H$	=	coeficiente cinemático vertical de difusão turbulenta de calor e sal ( $m^2/s$ )
$g$	=	aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )
$\Theta$	=	temperatura potencial ( $^{\circ}C$ )
$S$	=	salinidade (PSU)
$A_M$	=	coeficiente cinemático horizontal de viscosidade turbulenta ( $m^2/s$ )
$A_H$	=	coeficiente cinemático horizontal de difusão turbulenta de calor e sal ( $m^2/s$ )
$q^2/2$	=	energia cinética turbulenta
$L$	=	escala característica de comprimento para o movimento turbulento
$\tilde{W}$	=	função proximidade-do-contorno
$k$	=	constante de von Karman ( $k=0,4$ )
$F_{q^2, q^2l}$	=	termos horizontais de mistura para $q^2$ e $q^2l$

#### ◆ Condições de Contorno Adotadas

As condições de contorno naturais do modelo são dadas pela velocidade normal nula nos contornos terrestres. Na superfície livre, além das condições dinâmicas locais (Mellor & Yamada, 1982), é também considerada a tensão de cisalhamento do vento. No fundo, são aplicadas as condições dinâmicas descritas em Mellor & Yamada (*op. cit.*). A velocidade de arrasto é calculada como uma função empírica da energia cinética turbulenta, por sua vez decorrente do fechamento turbulento de segunda ordem.

Nos contornos artificiais são aplicadas, ao modelo, condições de contorno para a definição do comportamento das propriedades modeladas nos limites oceânicos do domínio estudado. Nas componentes perpendiculares à fronteira são aplicadas condições radiacionais em função da elevação, do tipo  $H\bar{U} \pm C_e \eta = BC^2$ , onde  $C_e = \sqrt{gH}$  é a velocidade de fase da onda que chega ao sistema,  $\eta$  é a elevação do nível do mar e  $B$  é um coeficiente empírico.

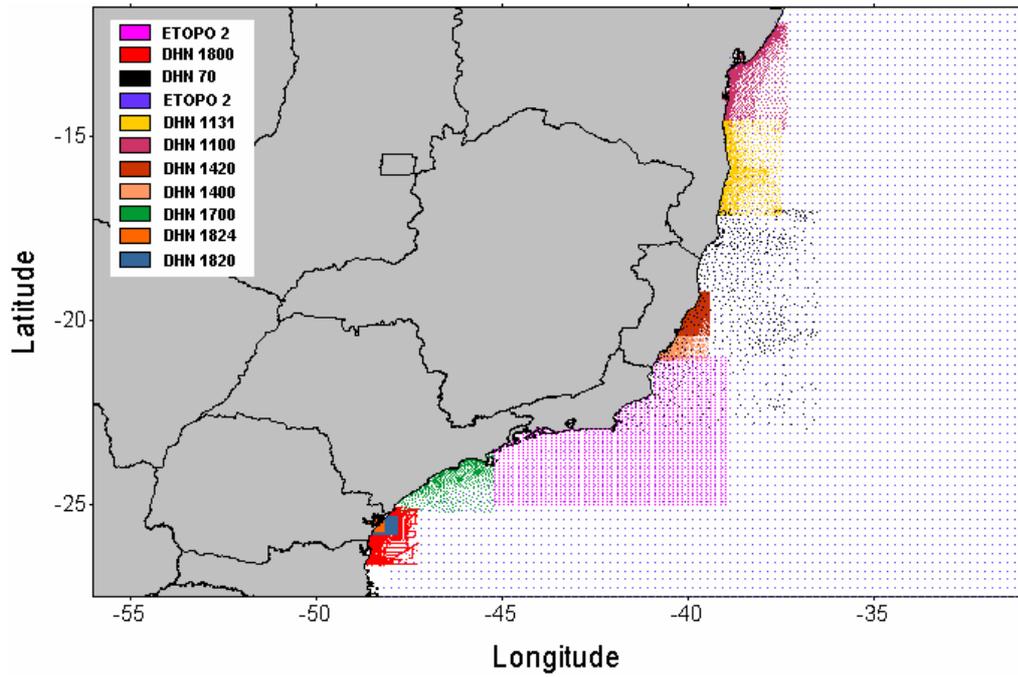
Nos casos da temperatura e da salinidade, disponibiliza-se um esquema que permite a advecção através da fronteira, condição esta descrita por  $\frac{\partial T}{\partial t} + U \frac{\partial T}{\partial x} = 0$  (condição análoga aplicada à salinidade).

◆ *Discretização do Domínio*

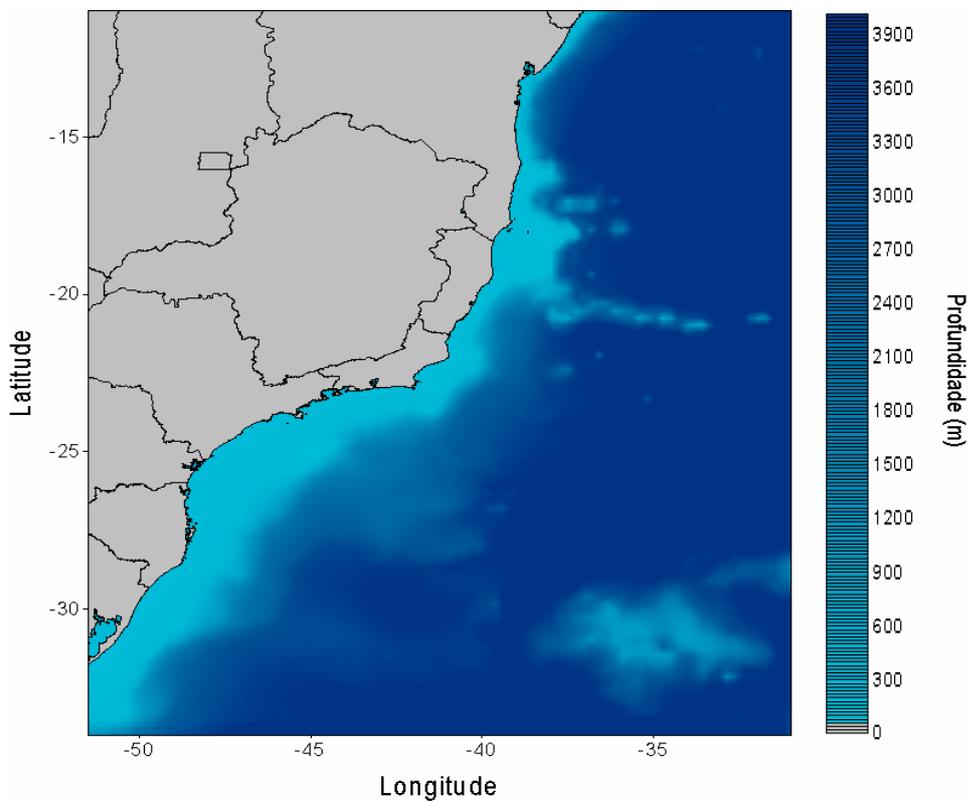
Os dados de profundidade da base batimétrica da ASA foram obtidos através da digitalização de cartas náuticas da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha). Para a região da plataforma continental foram digitalizadas as cartas náuticas DHN números: 70, 1.100, 1.131, 1.400, 1.420, 1.700, 1.800, 1.820 e 1.824. Para a representação topográfica da região do talude e planície abissal foi também utilizada uma base batimétrica global (ETOPO 2, *National Geophysical Data Center* NGDC, NOAA). O conjunto completo destes pontos é apresentado na Figura II.6.1.2.2-1.

Descontinuidades e ondulações decorrentes do uso de fontes diversas de dados foram previamente corrigidas. O conjunto final de dados batimétricos foi interpolado com uma resolução horizontal regular de aproximadamente 711 m. O resultado obtido nessa interpolação pode ser observado na Figura II.6.1.2.2-2.

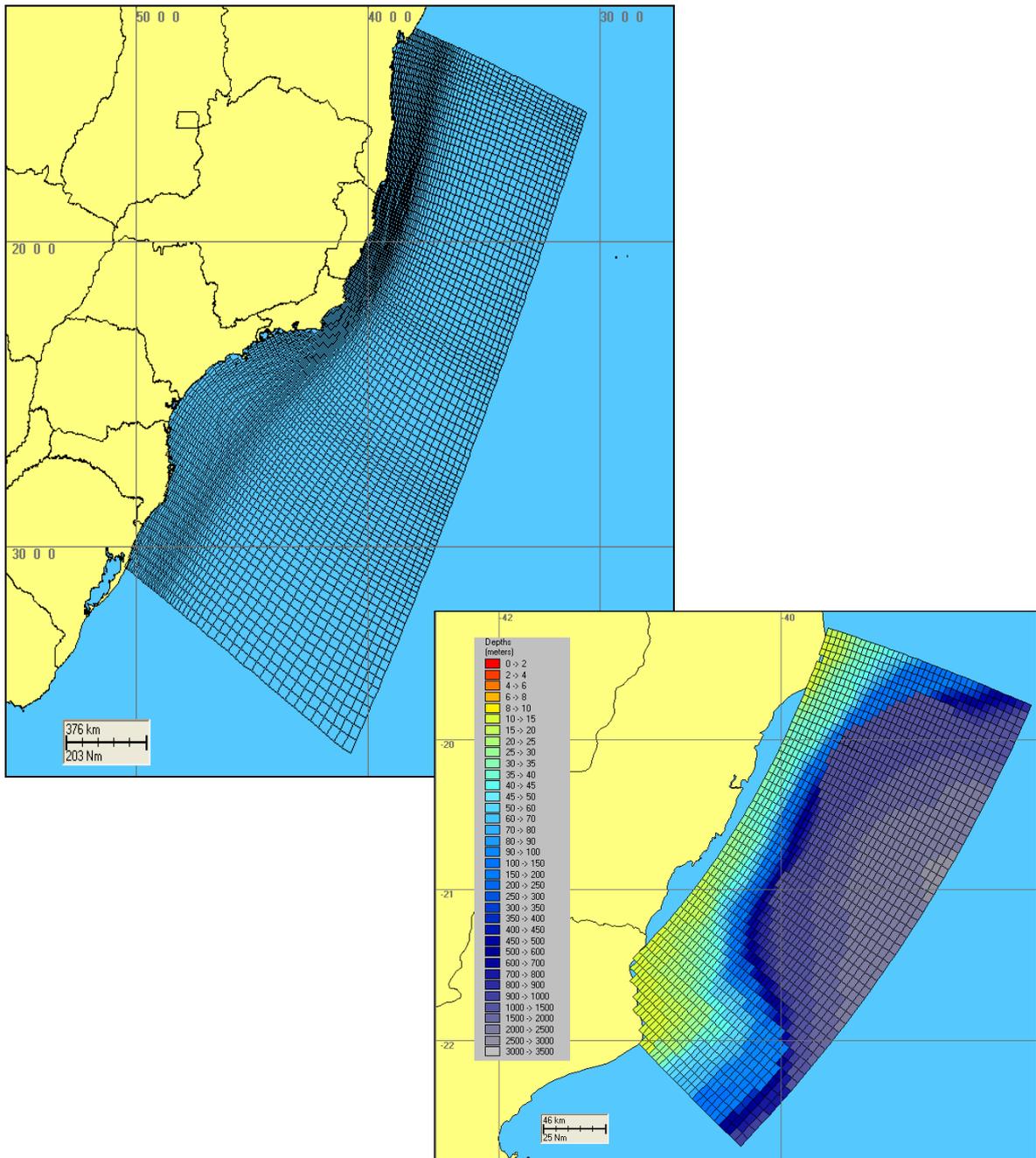
Uma grade curvilínea, ortogonal com resolução horizontal variável foi utilizada para a representação discreta do domínio definido para o modelo hidrodinâmico. A grade geral implementada representa um compromisso entre a necessidade de descrever os processos hidrodinâmicos na região de interesse, os recursos computacionais e o tempo de processamento necessário. A Figura II.6.1.2.2-3 mostra a grade computacional do modelo hidrodinâmico com detalhe na região da unidade FPSO-Capixaba.



**Figura II.6.1.2.2-1** - Pontos batimétricos utilizados na região da Bacia do Espírito Santo



**Figura II.6.1.2.2-2** - Batimetria interpolada para a região da grade da Bacia do Espírito Santo

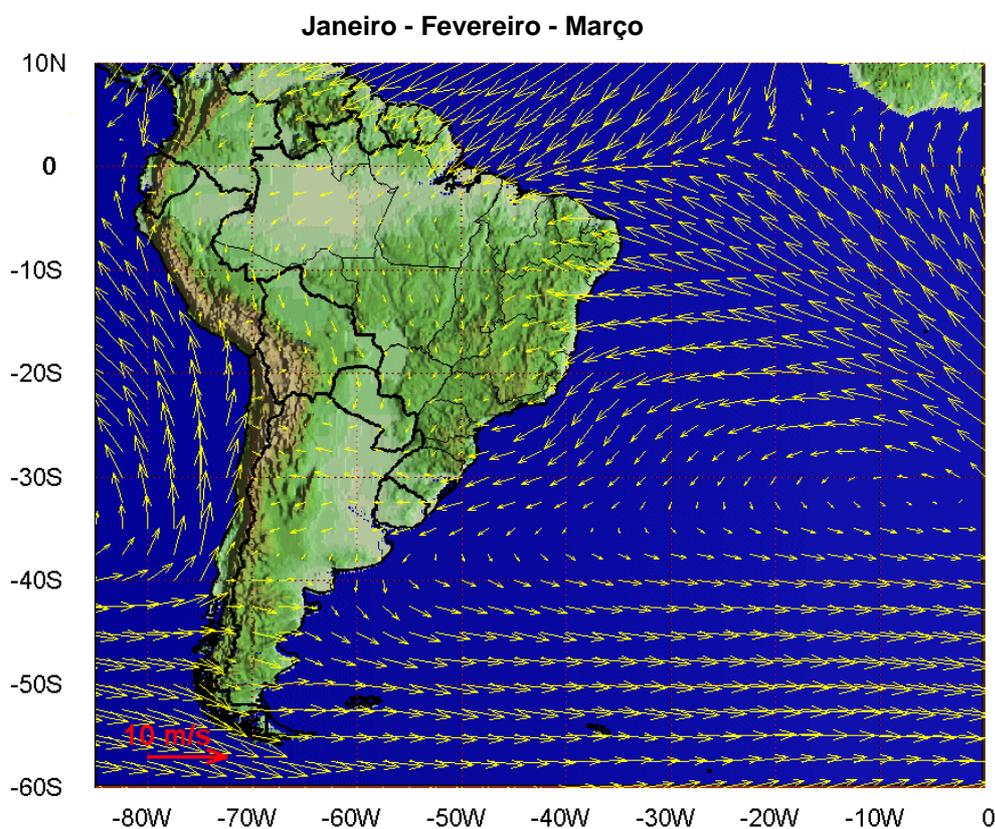


**Figura II.6.1.2.2-3** - Grade computacional do modelo hidrodinâmico com detalhe na região da FPSO-Capixaba

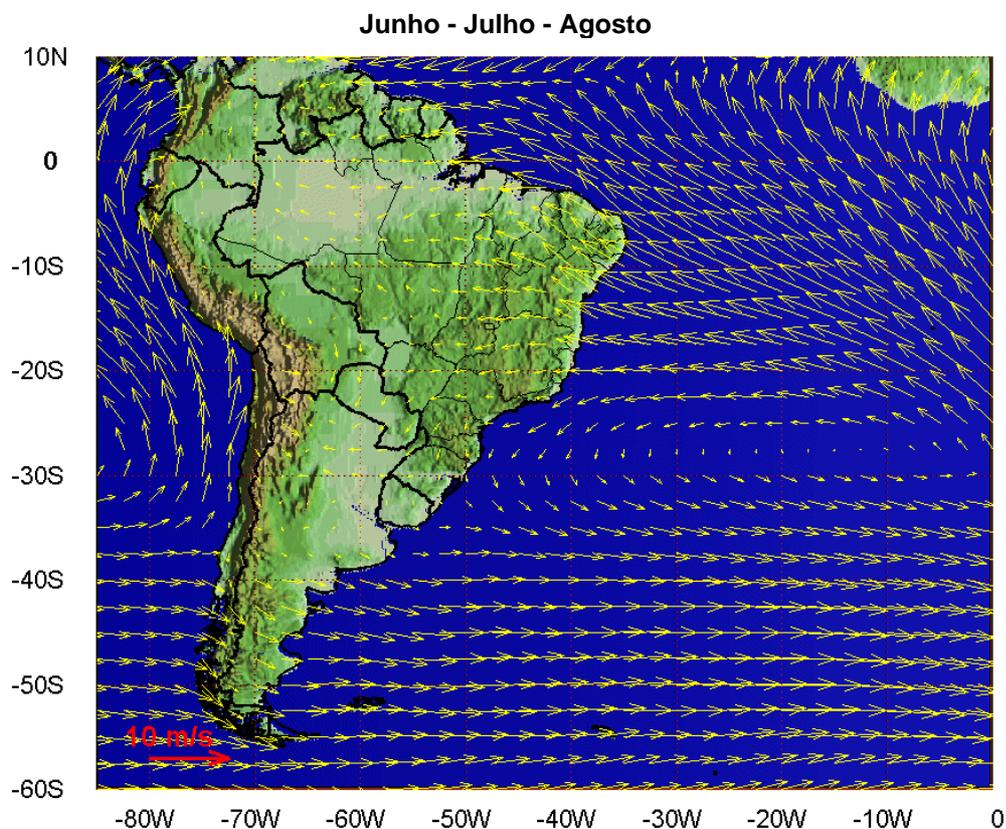
◆ **Forçantes**

A modelagem hidrodinâmica foi realizada utilizando-se como forçante superficial o arrasto do vento, com dados provenientes de reanálises do ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecast), projetados na grade.

Como ilustração deste campo forçante, as Figuras II.6.1.2.2-4 e II.6.1.2.2-5 apresentam o comportamento sazonal da circulação atmosférica obtida através da média de 12 anos (1990 – 2001) das reanálises do modelo de circulação geral do ECMWF. Observa-se nestes dados a mudança do posicionamento sazonal da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o padrão de ventos gerados por esse sistema.



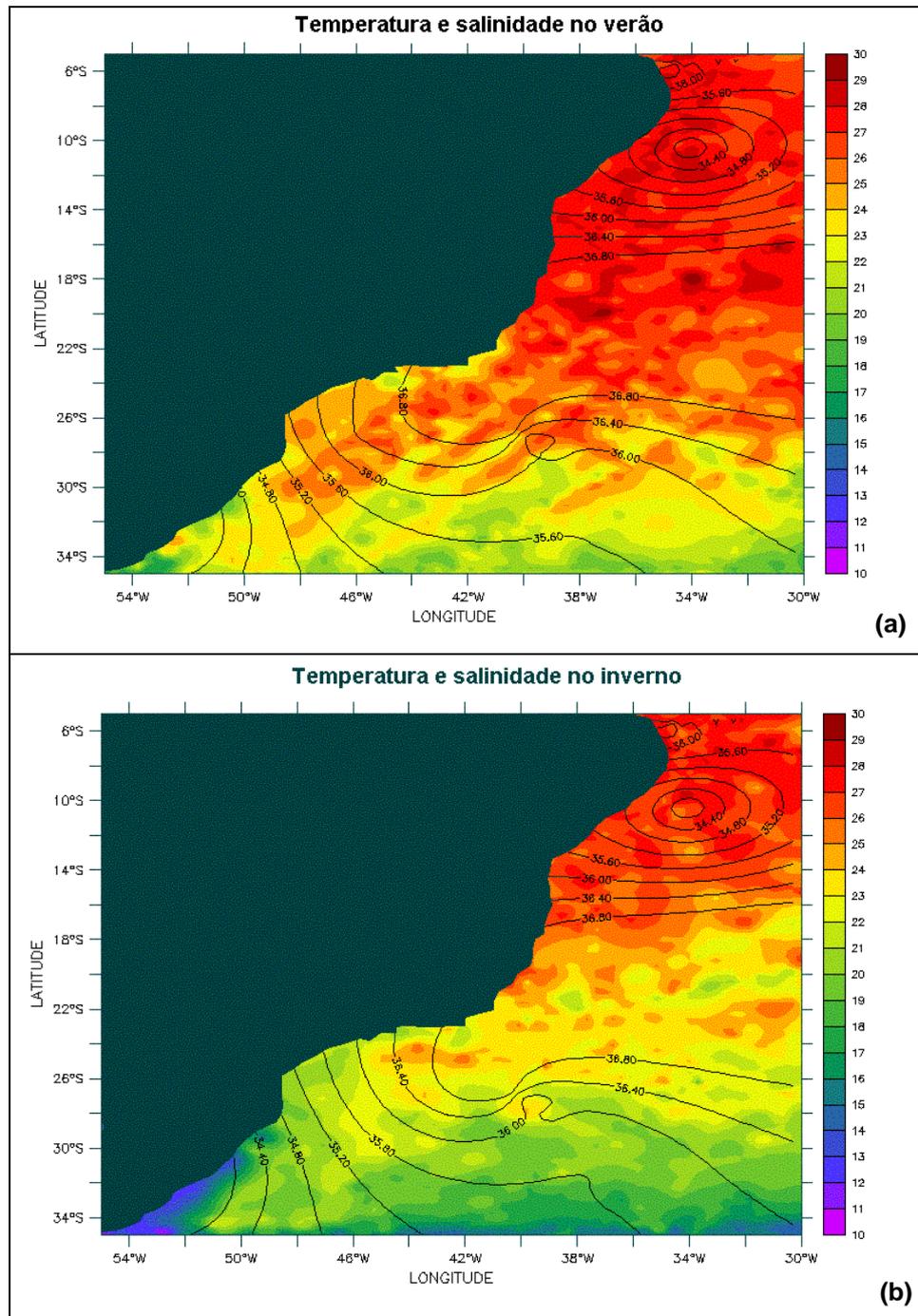
**Figura II.6.1.2.2-4** - Médias de 12 anos (1990 – 2001) do vento à 10 m no período de verão (Reanálises do ECMWF)



**Figura II.6.1.2.2-5** - Médias de 12 anos (1990 – 2001) do vento à 10 m no período de inverno (Reanálises do ECMWF)

As componentes harmônicas de maré foram também utilizadas como forçante para o modelo hidrodinâmico, obtidas a partir dos resultados do modelo global de maré do Center for Space Research da Universidade do Texas - CSR3.

Os campos de temperatura e salinidade, originários do Atlas Eletrônico dos dados do WOCE (World Ocean Circulation Experiment – II), foram utilizados para inicialização do campo baroclínico. Estes dados foram analisados, interpolados e projetados na grade 3D do modelo. A Figura II.6.1.2.2-6 ilustra os padrões obtidos para a superfície, nos períodos de inverno e verão.



**Figura II.6.1.2.2-6** - Temperatura (°C) com isolinhas de salinidade (PSU) sobrepostas, na superfície, para o verão (a) e o inverno (b). Dados provenientes do Atlas do WOCE

### II.6.1.2.3 - Características do Descarte da Água de Produção

Para avaliação da diluição e dispersão da água produzida descartada da plataforma FPSO-Capixaba, foi utilizado o óleo do tipo MAASTRICHITIANO como o poluente contido na mesma. A sua fração volumétrica (relação entre o volume de óleo e o volume de efluente) foi calculada a partir da concentração residual limite de 20 mg/L, permitida pela legislação e que será adotada na atividade, ajustada para as vazões dos cenários modelados. Em termos de regulamentação no Brasil, aplica-se a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357/05, que trata do descarte de efluentes de fontes poluidoras em águas interiores e marinhas. Segundo essa resolução, todo resíduo para ser lançado direta ou indiretamente em um corpo d'água deve apresentar concentração de óleo igual ou inferior a 20 mg/L e temperatura igual ou inferior a 40°C.

A Tabela II.6.1.2.3-1 apresenta as características para o óleo cru do tipo MAASTRICHITIANO, definidas com base nas informações fornecidas pelo CEPEMAR/PETROBRAS.

**Tabela II.6.1.2.3-1 - Características do óleo do tipo MAASTRICHITIANO**

PARÂMETROS	VALOR
Grau API	27,5
Densidade	0,886 g/cm <sup>3</sup>
Viscosidade dinâmica a 25°C	57,187 cP
Espessura mínima	0,1mm
Tensão interfacial	25 din/cm
Ponto de ebulição inicial	420 K

O descarte da água produzida na FPSO-Capixaba será feito na superfície da água do mar, através de uma tubulação de 10 polegadas de diâmetro. Após a entrada em operação, a FPSO terá aumento progressivo de vazão da água produzida variando de zero a cerca de 8.027,80 m<sup>3</sup>/dia, em julho de 2008, e diminuição progressiva até 2.047,75 m<sup>3</sup>/dia em julho de 2016. Portanto, foram definidas três vazões a serem simuladas: mínima (2.047,75 m<sup>3</sup>/dia), média

(3.895,90 m<sup>3</sup>/dia) e máxima (8.027,80 m<sup>3</sup>/dia). A salinidade do efluente considerada nas simulações foi de 180 psu (180.000 mg/L) na temperatura de descarte, de 40°C, equivalente a densidade de 1.126 kg/m<sup>3</sup>.

#### **II.6.1.2.4 - Modelagem do Fator de Diluição no Campo Próximo**

Para representar o comportamento da pluma de efluentes, o processo de modelagem é dividido em modelagem do campo próximo e do campo afastado. Campo próximo corresponde à zona de diluição inicial, onde prevalecem os efeitos oriundos da velocidade inicial de ejeção e a diferença de densidade entre o efluente e o meio. Por campo afastado entende-se a região onde passam a predominar os efeitos da dinâmica local na advecção e dispersão da pluma.

Neste estudo, foi utilizado o modelo *CORMIX* para a definição do campo próximo.

##### *Descrição do Modelo CORMIX*

O *CORMIX* é um sistema de modelos computacionais desenvolvido para a análise, previsão e planejamento do lançamento de efluentes em diferentes corpos d'água (Jirka *et al.*, 1996). A ênfase do sistema se dá na previsão da geometria e das características de diluição da zona de mistura inicial, permitindo que valores aceitáveis de qualidade de água sejam calculados e discutidos.

O *CORMIX* é composto por três subsistemas: (a) *CORMIX1*, utilizado para a análise de lançamentos pontuais abaixo da superfície (*submerged single port discharges*); (b) *CORMIX2*, para a análise de múltiplos lançamentos pontuais (difusores) abaixo da superfície (*submerged multiport diffuser discharges*); e (c) *CORMIX3*, para a análise de lançamentos superficiais (*buoyant surface discharges*).

Embora a metodologia do *CORMIX* considere condições ambientais estacionárias, o sistema representa uma ferramenta adequada para a previsão tanto de feições qualitativas (e.g. classificação de fluxos), quanto de aspectos

quantitativos (e.g. taxas de diluição, trajetórias de plumas) dos processos de mistura hidrodinâmicos resultantes de diferentes configurações de lançamentos e em vários tipos de corpos d'água, incluindo pequenos riachos, grandes rios, lagos, reservatórios, estuários e águas costeiras.

### *Dados de Entrada*

#### ◆ *Perfil de Densidade*

A Tabela II.6.1.2.4-1 apresenta os perfis de densidades de verão e inverno utilizados nas simulações dos campos próximo e afastado. Observa-se uma coluna d'água um pouco mais estratificada no verão do que no inverno.

**Tabela II.6.1.2.4-1 - Perfis de densidade (kg/m<sup>3</sup>) na região da unidade FPSO-Capixaba**

PROFUNDIDADE (m)	DENSIDADE (kg/m <sup>3</sup> )	
	VERÃO	INVERNO
0	1.024	1.025
10	1.024	1.025
25	1.024	1.025
50	1.025	1.025
75	1.026	1.026
100	1.026	1.026
200	1.027	1.027
300	1.028	1.028
500	1.029	1.029
1.000	1.032	1.032
1.500	1.035	1.035

### *Parâmetros para a modelagem*

A Tabela II.6.1.2.4-2 contém as informações fornecidas pelo CEPEMAR/PETROBRAS e informações complementares utilizadas nas simulações de diluição do campo próximo para o descarte de água produzida na FPSO-Capixaba.

**Tabela II.6.1.2.4-2 - Informações sobre o descarte de água de produção utilizadas para a modelagem da pluma da FPSO-Capixaba**

PARÂMETROS PARA A MODELAGEM DA PLUMA	
Profundidade de descarte (m)	superfície
Diâmetro da tubulação de descarte	10" (0,254 m)
Orientação do descarte	vertical
Coordenadas do ponto de descarte	20°00'10,7"S e 39°33'30"W
Profundidade local no ponto de descarte	aproximadamente 1.400 m
Vazão do efluente	2.047,75 m <sup>3</sup> /dia (pequena), 3.895,90 m <sup>3</sup> /dia (média), 8.027,80 m <sup>3</sup> /dia (máxima)
Velocidade da corrente (m/s)*	≅ 0,31 (verão) e 0,33 (inverno)
Duração do descarte	contínuo

\*Estimada através do modelo hidrodinâmico

### *Resultados da Diluição do Campo Próximo*

Os fatores de diluição obtidos para o óleo presente na água produzida na unidade FPSO-Capixaba, bem como as demais características calculadas, são apresentados nas Tabelas II.6.1.2.4-3 e II.6.1.2.4-4, considerando os períodos de verão e de inverno. As vazões típicas do descarte e os fatores de diluição calculados para o campo próximo foram utilizados na elaboração dos cenários probabilísticos de dispersão (campo afastado), para as condições meteorológicas e oceanográficas de verão e de inverno.

Como o efluente da FPSO-Capixaba é mais denso que a água do mar e é descartado na superfície do mar a uma vazão que varia entre 0,024 m<sup>3</sup>/s e 0,093 m<sup>3</sup>/s, na forma de jato, ele penetra na massa d'água e afunda, mas não ultrapassa a profundidade de cerca de 40 m. A maior extensão da pluma, a partir do ponto de descarte é de, aproximadamente, 140 m no período de inverno, para a vazão máxima.

**Tabela II.6.1.2.4-3 - Resultados da modelagem do campo próximo na FPSO-Capixaba para o verão**

PROPRIEDADES	RESULTADOS OBTIDOS		
	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁXIMA
Comprimento do campo próximo (m)	119,22	122,28	127,11
Profundidade terminal da pluma (m)	21,7	27,0	34,9
Diluição no final do campo próximo	3.850,9	3.128,0	2.456,5
Concentração no final do campo próximo (mg/L)	0,0052	0,0064	0,0081

**Tabela II.6.1.2.4-4 - Resultados da modelagem do campo próximo na FPSO-Capixaba para o inverno**

PROPRIEDADES	RESULTADOS OBTIDOS		
	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁXIMA
Comprimento do campo próximo (m)	132,23	135,67	141,08
Profundidade terminal da pluma (m)	24,8	30,8	39,9
Diluição no final do campo próximo	4.677,9	3.797,0	2.977,9
Concentração no final do campo próximo (mg/L)	0,0043	0,0053	0,0067

A Tabela II.6.1.2.4-5 apresenta algumas distâncias relativas ao ponto de descarte e as respectivas diluições antes de atingir o limite do campo próximo. Observa-se que o efluente apresenta uma diluição de 100 vezes a alguns poucos metros do lançamento, tanto no período de verão quanto de inverno.

**Tabela II.6.1.2.4-5 - Distâncias relativas ao ponto de lançamento e respectivas diluições**

DILUIÇÃO (VEZES)	DISTÂNCIA (m) A PARTIR DO PONTO DE LANÇAMENTO					
	VERÃO			INVERNO		
	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁXIMA	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁXIMA
100	3,1	3,9	5,2	2,8	3,6	4,7
500	15,5	19,5	25,9	14,1	17,9	23,7
1.000	30,9	39,1	51,7	28,3	35,7	47,4
1.500	46,4	58,6	77,6	42,4	53,6	71,1
2.000	61,9	78,2	103,5	56,5	71,5	94,8
3.000	92,9	117,3	-	84,8	107,2	-
4.000	-	-	-	113,1	-	-

### II.6.1.2.5 - Modelagem da Dispersão da Água de Produção no Campo Afastado

Na modelagem do campo afastado foi utilizado o modelo **CHEMMAP**, desenvolvido pela **ASA** para previsão da trajetória e transformações biogeoquímicas (*trajectory and fates*) de produtos químicos, incluindo as substâncias flutuantes, as que afundam, as substâncias solúveis e as misturas de produtos.

#### Descrição do Modelo Chemmap

O modelo de trajetória estima a distribuição do produto (massa e concentração) na superfície da água, em linhas de costa, na coluna d'água e nos sedimentos. O modelo tem estrutura tri-dimensional, simulando separadamente a mancha superficial, as parcelas na coluna d'água, partículas da substância química pura, parcelas adsorvidas ao material particulado em suspensão e as parcelas dissolvidas (ASA, 2002).

Os processos biogeoquímicos simulados são: espalhamento, advecção, dispersão, evaporação-volatilização, entranhamento, dissolução, partição, sedimentação, adsorção e degradação.

O modelo utiliza propriedades físico-químicas para simular a trajetória e o destino da pluma de efluentes descartados em superfície ou na coluna d'água. As propriedades incluem densidade, pressão de vapor, solubilidade na água, taxa de degradação, coeficientes de partição adsorvido e dissolvido ( $K_{OW}$ ,  $K_{OC}$ ), viscosidade e tensão superficial. Essas propriedades e outras, requeridas pelo modelo para simular o transporte e destino do material descartado, estão contidas no banco de dados químicos do CHEMMAP. O banco de dados engloba uma variedade de informações na forma de texto e descritores numéricos com o qual o usuário pode identificar e caracterizar o produto químico ou a mistura. O modelo é capaz de simular derrames de substâncias puras, produtos em soluções aquosas ou hidrofóbicas, ou substâncias em emulsões (i.e. mistura de material particulado em suspensão em base aquosa). Além do mais, o banco de dados inclui características que definem as misturas e as soluções.

A massa do produto químico sendo simulado é transportada pelo campo tridimensional de correntes determinado pelo modelo hidrodinâmico (Capítulo II.6.1.2.2 deste Relatório), considerando marés, vento, correntes oceânicas e o movimento vertical determinado pelo empuxo (*buoyancy*) e dispersão.

O modelo também é capaz de simular a adsorção de produtos a partículas de sedimentos em suspensão, resultando na sedimentação de materiais calculada a partir da formulação de Stokes (*Stokes Law*). Partículas sedimentadas podem sofrer ressuspensão, uma vez que a velocidade no fundo ultrapasse o limite de erosão.

A pluma de efluentes é simulada segundo uma abordagem Lagrangiana, com uma série de partículas (*spillets*) representando a massa total do produto químico de interesse. A cada passo de tempo, as partículas deslocam-se de acordo com o movimento do campo hidrodinâmico, sofrem reações biogeoquímicas e são transferidas para o próximo intervalo de tempo.

Para determinar a trajetória e o destino da mancha na superfície, no caso de manchas superficiais, o modelo estima o espalhamento superficial, o transporte

da mancha (advectivo e difusivo), o entranhamento na coluna d'água e a evaporação.

O espalhamento é simulado utilizando-se o algoritmo de Fay (1971) e o entranhamento é modelado segundo Delvigne & Sweeney (1988). As manchas superficiais interagem com a linha de costa, depositando material de acordo com o tipo de costa e viscosidade do material. Os algoritmos utilizados são aqueles desenvolvidos para derrames de óleo, como descrito em French *et al.* (1999).

Utilizando-se o CHEMMAP no modo probabilístico é possível considerar a variabilidade das forçantes ambientais, de modo que as simulações de comportamento da pluma sejam realizadas através de variadas condições meteorológicas e oceanográficas dentro do período de disposição de dados ambientais. Tanto os ventos quanto as correntes, ou ambos, podem variar estocasticamente.

Durante as simulações do CHEMMAP a concentração inicial do poluente, associada à vazão do efluente, é definida pela concentração obtida no estudo de caracterização do mesmo, dividido pelo fator de diluição determinado pela modelagem do campo próximo.

#### *Dados de Entrada*

##### ◆ *Campo de Correntes*

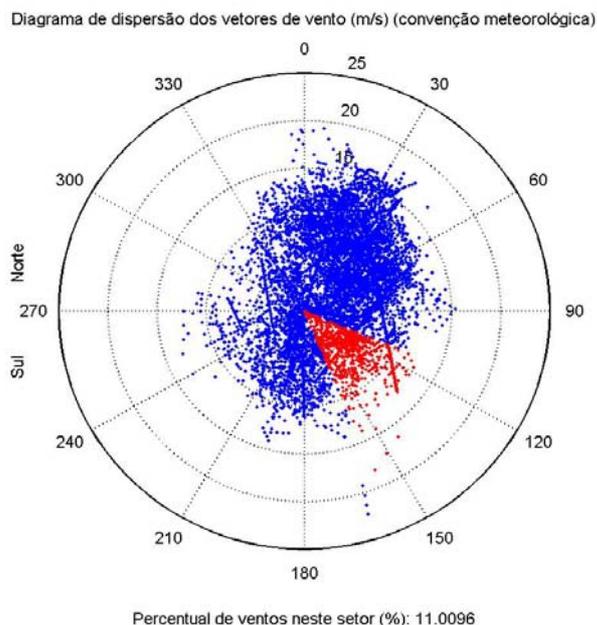
Os campos de correntes utilizados na modelagem da água de produção foram gerados como descrito no Capítulo II.6.1.2.2.

##### ◆ *Dados de Vento*

Para a modelagem do descarte de água de produção, foram utilizados dados de vento medidos em uma bóia oceanográfica localizada no Campo de Albacora (Bacia de Campos). Esses dados foram fornecidos pelo Centro de Pesquisas da PETROBRAS (CENPES), para o ano de 1992, com intervalo de amostragem de 3

horas. A Figura II.6.1.2.5-1 apresenta o diagrama de dispersão para a série temporal fornecida, onde foi adotada a convenção meteorológica, isto é, a direção do vento corresponde à direção de onde este vem.

A Tabela II.6.1.2.5-1 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento obtida para os dados fornecidos. Observa-se que os ventos mais freqüentes são de NE (17,4%) e NNE (16,9%). Os ventos com velocidades médias máximas (9,8 m/s) vieram de NNE; e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de SSE (22,3 m/s) e N (19,3 m/s). Do total de registros dos ventos, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 14,0 m/s, como indica a soma das porcentagens de ocorrência por faixa de intensidade apresentadas na Tabela II.6.1.2.5-2.



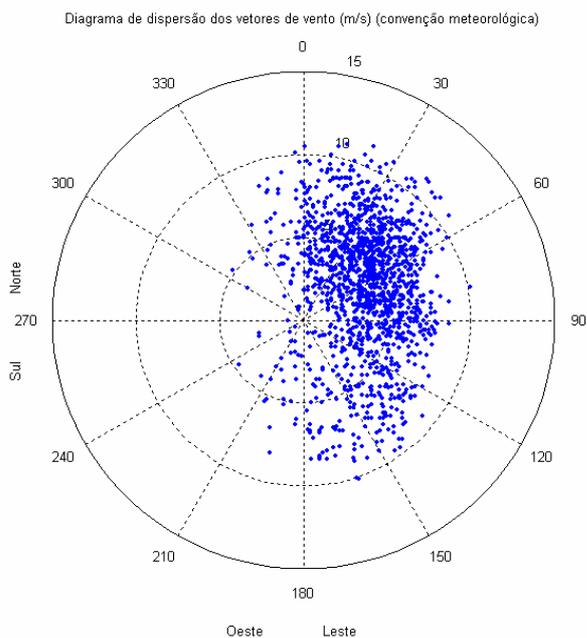
**Figura II.6.1.2.5-1** - Diagrama de dispersão do vento para o ano de 1992, na Bacia de Campos

**Tabela II.6.1.2.5-1 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento para o ano de 1992, na Bacia de Campos**

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.  
 Obs.: a direção é medida em graus e para o sentido utiliza-se a convenção meteorológica que é de onde o vento vem .

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Total	Porc.	Dir.méd.
0.0- 1.0	9	13	7	9	11	15	21	13	14	17	10	8	8	10	9	3	177	2.0	156
1.0- 2.0	10	24	15	18	20	25	8	7	20	29	17	19	15	13	10	12	262	3.0	153
2.0- 3.0	18	17	15	24	28	39	24	18	28	45	26	15	16	11	17	27	368	4.2	147
3.0- 4.0	24	27	39	55	66	36	43	90	73	42	16	18	10	12	20	28	599	6.8	126
4.0- 5.0	27	49	113	91	46	53	78	65	47	49	19	25	9	12	19	30	732	8.4	95
5.0- 6.0	30	45	105	129	49	107	108	53	64	40	24	13	6	4	26	20	823	9.4	97
6.0- 7.0	75	113	102	154	87	76	54	61	48	43	22	17	10	2	14	28	906	10.3	74
7.0- 8.0	61	124	123	154	104	28	43	44	51	32	27	12	15	6	10	24	858	9.8	65
8.0- 9.0	93	210	382	225	52	38	38	33	47	59	13	19	6	3	10	36	1264	14.4	51
9.0-10.0	105	135	146	142	26	49	19	17	46	17	2	7	11	2	4	28	756	8.6	48
10.0-11.0	94	150	167	90	17	25	11	5	30	14	0	4	6	0	0	30	643	7.3	38
11.0-12.0	85	149	100	66	11	6	17	11	7	6	1	0	2	0	0	14	475	5.4	36
12.0-13.0	57	147	78	26	11	5	12	7	5	3	0	2	2	0	0	11	366	4.2	32
13.0-14.0	26	101	60	15	12	0	0	5	0	4	0	2	0	0	0	9	234	2.7	32
14.0-15.0	14	83	34	2	6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	141	1.6	30
15.0-16.0	7	65	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	1.1	26
16.0-17.0	2	17	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0.3	29
17.0-18.0	3	8	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0.2	28
18.0-19.0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.1	9
19.0-20.0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.0	21
20.0-21.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	162
21.0-22.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	163
22.0-23.0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	163
Total	746	1477	1522	1200	547	502	477	436	480	401	177	161	116	75	139	300	8756		
Porc.	8.5	16.9	17.4	13.7	6.2	5.7	5.4	5.0	5.5	4.6	2.0	1.8	1.3	0.9	1.6	3.4			
Vel.méd.	9.0	9.8	8.6	7.5	6.4	5.9	5.9	5.9	6.0	5.6	4.8	5.2	5.3	3.6	4.6	6.9			
Vel.máx.	19.3	18.0	17.6	14.8	15.3	12.6	16.3	22.3	13.0	14.1	11.4	13.1	12.4	9.9	9.7	13.8			
Percts(0,9)	12.0	14.0	12.0	10.0	10.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	7.0	8.0	9.0	7.0	7.6	11.0			

Dados de vento obtidos de reanálises dos modelos meteorológicos NCEP e NCAR para a Bacia do Espírito Santo, no ano de 1992, e localizados nas coordenadas 20°S e 39,4° W foram analisados para verificar se o padrão de distribuição dos dados obedecia ao mesmo padrão dos dados medidos em Albacora. A Figura II.6.1.2.5-2 apresenta o diagrama de dispersão para a série temporal fornecida, onde foi adotada a convenção meteorológica.



**Figura II.6.1.2.5-2** - Diagrama de dispersão do vento para o ano de 1992, na Bacia do Espírito Santo

A Tabela II.6.1.2.5-2 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento obtida para os dados NCEP/NCAR. Esta tabela demonstra que os ventos mais freqüentes são de ENE (18,6%) e NNE (16,4%). Os ventos com velocidades médias máximas (6,2 m/s) vieram de NNE; e os ventos mais fortes registrados vieram de NNE (11,3 m/s) e N (19,3m/s). Do total de ventos observados, 90% apresentaram velocidade igual ou inferior a 9 m/s.

**Tabela II.6.1.2.5-1 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento para o ano de 1992, na Bacia do Espírito Santo**

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.

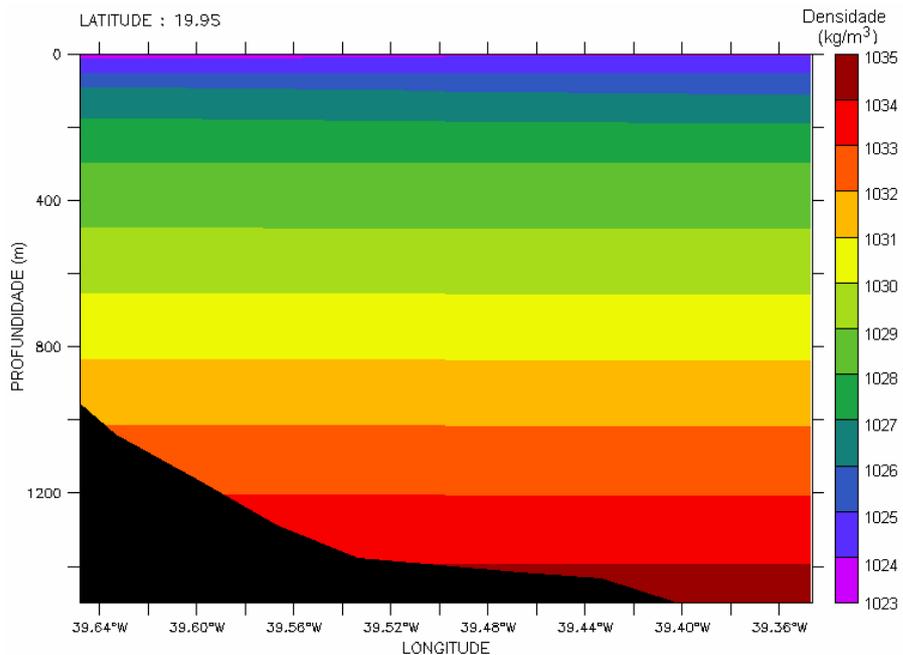
Obs.: a direção é medida em graus e para o sentido utiliza-se a convenção meteorológica (de onde o vento vem)

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.	Dir.méd.
0,0- 1,0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	3	9	0,6	350
1,0- 2,0	4	3	2	4	1	4	4	1	0	3	1	0	0	0	1	0	28	1,9	79
2,0- 3,0	4	13	16	17	6	7	6	0	5	2	0	2	0	0	0	3	81	5,5	64
3,0- 4,0	11	22	27	43	26	24	6	6	3	3	0	0	0	1	0	7	179	12,2	68
4,0- 5,0	13	28	48	60	27	16	9	7	3	2	2	0	0	0	1	3	219	15,0	64
5,0- 6,0	23	42	69	63	49	21	17	8	2	3	0	0	0	2	2	301	20,6	63	
6,0- 7,0	10	43	76	47	32	16	18	8	9	1	0	0	0	0	1	264	18,0	63	
7,0- 8,0	13	28	57	27	26	8	24	8	1	0	0	0	0	0	0	192	13,1	65	
8,0- 9,0	9	35	28	8	4	2	9	8	7	1	0	0	0	0	4	115	7,9	50	
9,0-10,0	9	13	13	3	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	46	3,1	40	
10,0-11,0	4	10	9	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	26	1,8	32	
11,0-12,0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,3	38	
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>240</b>	<b>348</b>	<b>273</b>	<b>171</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>52</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>1.464</b>		
<b>Porc.</b>	<b>6,8</b>	<b>16,4</b>	<b>23,8</b>	<b>18,6</b>	<b>11,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,8</b>	<b>3,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>1,8</b>			
<b>Vel.med.</b>	<b>6,0</b>	<b>6,2</b>	<b>6,1</b>	<b>5,2</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8</b>	<b>6,0</b>	<b>6,3</b>	<b>5,7</b>	<b>4,0</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>0,9</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>4,6</b>			
<b>Vel.max.</b>	<b>10,5</b>	<b>11,3</b>	<b>11,3</b>	<b>10,2</b>	<b>8,8</b>	<b>8,2</b>	<b>9,6</b>	<b>10,2</b>	<b>8,5</b>	<b>8,2</b>	<b>4,7</b>	<b>2,8</b>	<b>0,9</b>	<b>3,8</b>	<b>5,2</b>	<b>8,8</b>			
<b>Percts(0,9)</b>	<b>9,0</b>	<b>8,5</b>	<b>8,0</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>	<b>6,7</b>	<b>8,0</b>	<b>8,3</b>	<b>8,0</b>	<b>6,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>	<b>8,0</b>			

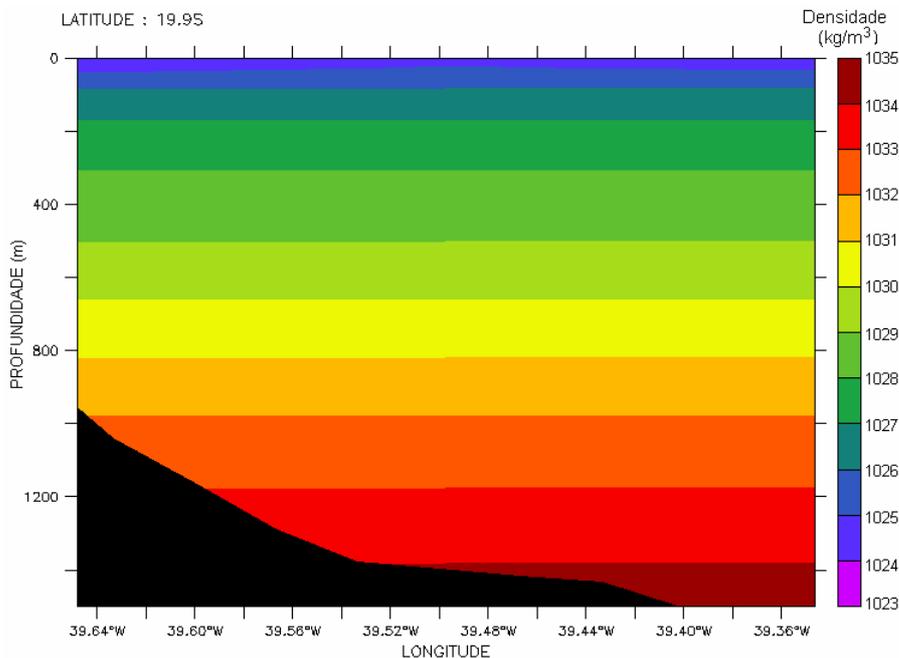
Dessa forma, na busca de soluções mais conservativas, decidiu-se pela utilização dos dados medidos em Albacora para as simulações, pois estes, além de representarem medições *in situ*, apresentam valores de velocidades médias com intensidades maiores que os dados do NCEP/NCAR.

◆ *Campo Termohalino*

As Figuras II.6.1.2.5-3 e II.6.1.2.5-4 apresentam uma secção vertical ao longo de 19,95°S do campo de densidade médio calculado para o período de verão e inverno, com base em dados de temperatura e salinidade obtidos do Atlas Eletrônico dos dados do WOCE (*World Ocean Circulation Experiment – II*). Estes dados foram analisados, filtrados e interpolados no espaço. No verão a densidade varia de aproximadamente 1.023 kg/m<sup>3</sup> na superfície a 1.035 kg/m<sup>3</sup> no fundo e no inverno, varia de 1.024 a 1.035 kg/m<sup>3</sup>.



**Figura II.6.1.2.5-3** - Secção vertical de densidade (kg/m<sup>3</sup>) ao longo de 19,95°S para o verão. Dados provenientes do Atlas do WOCE



**Figura II.6.1.2.5-4** - Secção vertical de densidade (kg/m<sup>3</sup>) ao longo de 19,95°S para o inverno. Dados provenientes do Atlas do WOCE

### Descrição dos Cenários Simulados

As simulações para a determinação da dispersão do óleo presente na água produzida na FPSO-Capixaba foram realizadas utilizando-se o modelo CHEMMAP no modo probabilístico. Neste modo é considerada a variabilidade das forçantes ambientais, assim as simulações de comportamento da pluma são realizadas através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas dentro do período em que se dispõe de dados ambientais (1º de janeiro a 31 de dezembro de 1992), dividido em duas condições correspondendo ao verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto). As múltiplas trajetórias da pluma do efluente foram, então, utilizadas para a produção de curvas de contorno com a média das máximas concentrações (máximas esperadas) em cada ponto de grade (área de estudo).

Para que se pudesse incorporar a variabilidade das forçantes meteorológicas e oceanográficas, cada cenário probabilístico foi composto por uma série de 30 simulações com o modelo CHEMMAP, com duração de 24 horas cada uma. Tais cenários probabilísticos estão resumidos na Tabela II.6.1.2.5-3. As simulações do comportamento da pluma da água produzida na FPSO-Capixaba foram definidas a partir de três vazões: pequena (2.047,75 m<sup>3</sup>/dia), média (3.895,90 m<sup>3</sup>/dia) e máxima (8.027,80 m<sup>3</sup>/dia). A concentração limite de parada das simulações foi estabelecida em 0,001 mg/L, equivalente a uma diluição de 20.000 vezes da concentração inicial.

**Tabela II.6.1.2.5-3 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas do óleo presente na água produzida na FPSO-Capixaba**

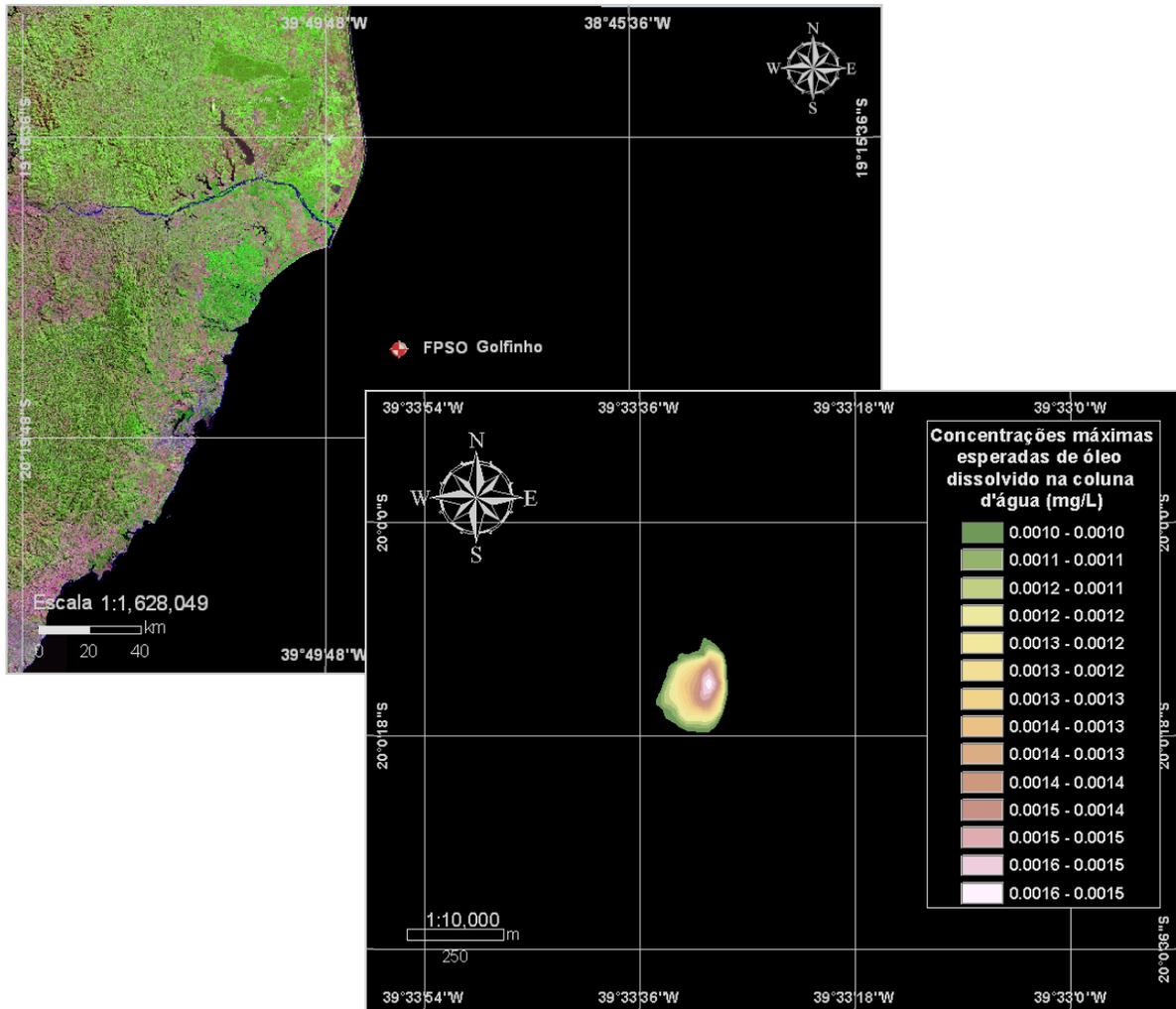
CENÁRIO	VAZÃO (m <sup>3</sup> /dia)	ESTAÇÃO DO ANO	TEMPO DE SIMULAÇÃO (horas)
GOLF_VER_VMIN	2.047,75	Verão	24
GOLF_INV_VMIN	2.047,75	Inverno	24
GOLF_VER_VMED	3.895,90	Verão	24
GOLF_INV_VMED	3.895,90	Inverno	24
GOLF_VER_VMAX	8.027,80	Verão	24
GOLF_INV_VMAX	8.027,80	Inverno	24

### *Resultados das Simulações Probabilísticas*

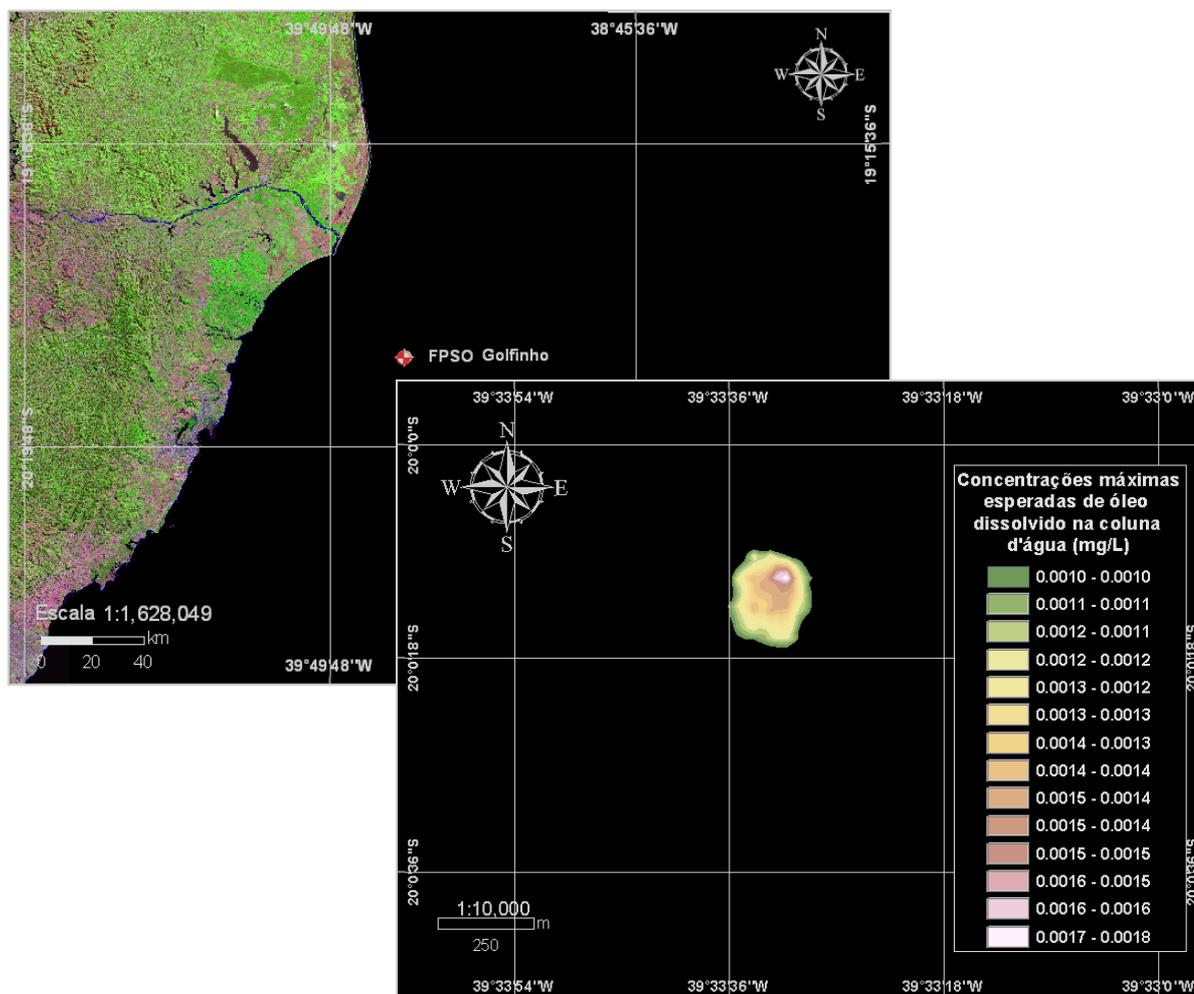
O modelo CHEMMAP foi utilizado para simular os cenários descritos na seção anterior e produzir as curvas de concentração, demonstrando a média das máximas concentrações (concentrações máximas esperadas) de óleo contido na água de produção em cada ponto da área de estudo. Nas simulações apresentadas a seguir, as forçantes hidrodinâmicas consideradas foram os campos de correntes obtidos através da modelagem (conforme descrito no Capítulo II.6.1.2.2), e os dados de vento medidos na Bacia de Campos (descritos no Capítulo II.6.1.2.5) para o ano de 1992.

As Figuras II.6.1.2.5-5 a II.6.1.2.5-10 mostram as concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água decorrente de um descarte da água produzida na FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto) para as vazões mínima, média e máxima. Os resultados mostram que a concentração do efluente decresce proporcionalmente com o aumento da distância do ponto de descarte. Observa-se também que o sentido preferencial de deslocamento da pluma foi em direção ao quadrante sul.

As Figuras II.6.1.2.5-5 e II.6.1.2.5-6 apresentam os resultados das simulações considerando a vazão mínima de 2.047,75 m<sup>3</sup>/dia, para os períodos de verão e de inverno, respectivamente. Conforme os resultados apresentados para o campo próximo, o óleo presente na água produzida sofre uma diluição inicial maior que 3.000 vezes, a menos de 100 metros de distância da FPSO-Capixaba. Portanto, a maior concentração esperada para o campo próximo corresponde a aproximadamente 0,0052 mg/L no verão e 0,0043 mg/L no inverno. Após 24 horas de simulação, o maior diâmetro da pluma foi de, aproximadamente, 250 m nos períodos de verão e de inverno.

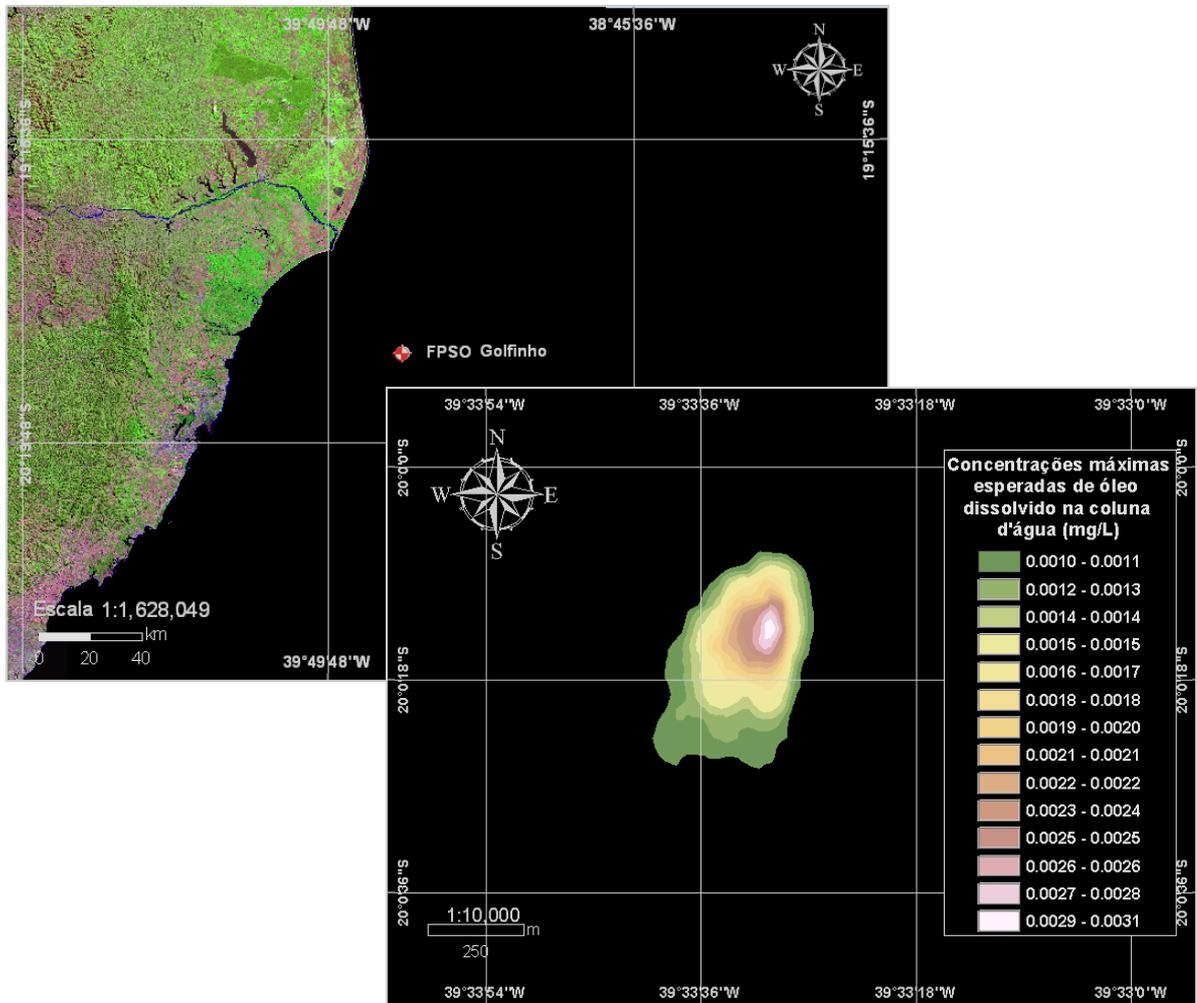


**Figura II.6.1.2.5-5 - Cenário GOLF VER VMED.** Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com vazão de 2.047,75 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas

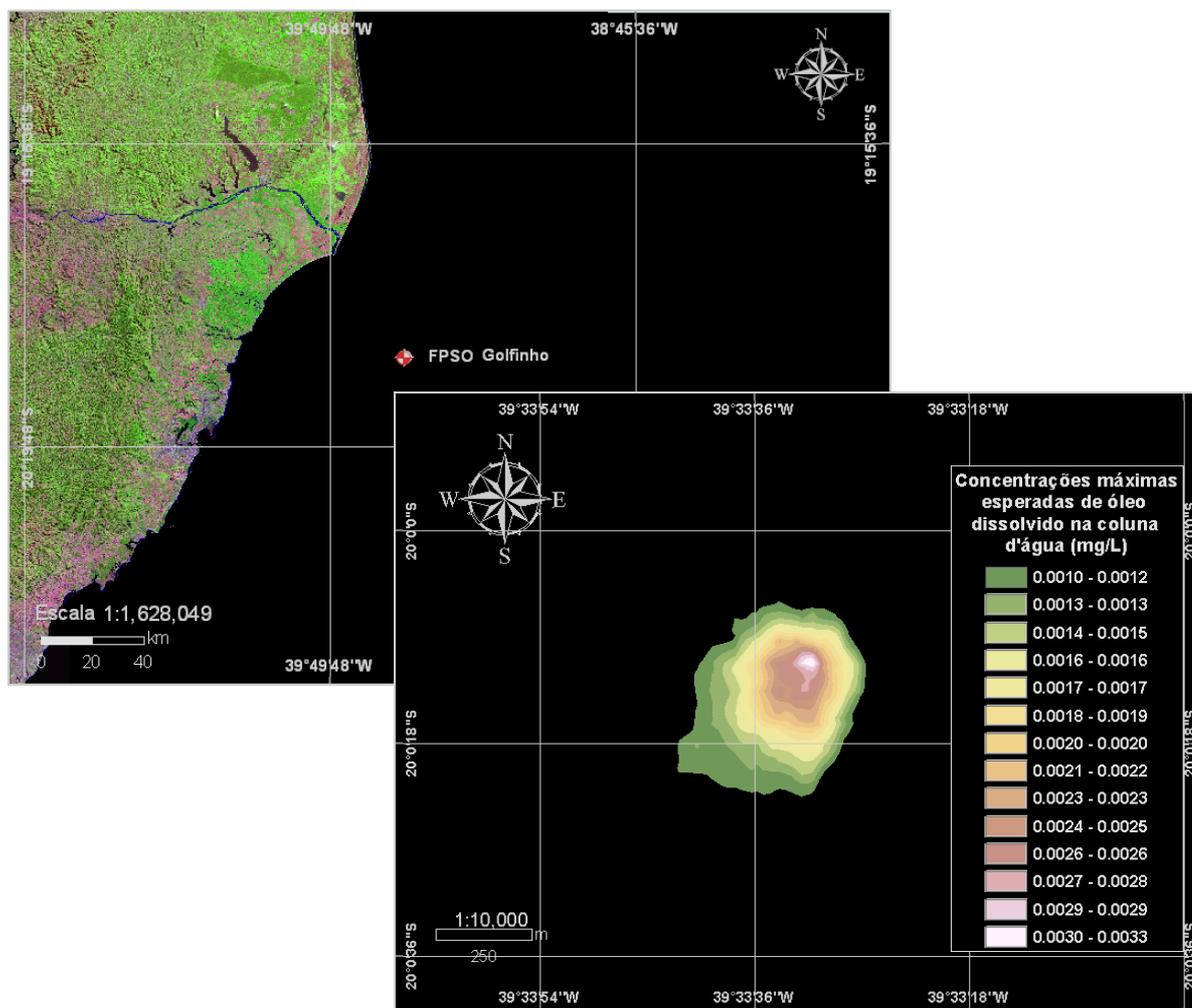


**Figura II.6.1.2.5-6 - Cenário GOLF INV VMED.** Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com vazão de 2.047,75 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas

As Figuras II.6.1.2.5-7 e II.6.1.2.5-8 apresentam os resultados das simulações considerando a vazão média de 3.895,90 m<sup>3</sup>/dia, para os períodos de verão e de inverno, respectivamente. Conforme os resultados apresentados para o campo próximo, o óleo presente na água produzida sofre uma diluição inicial maior que 3.000 vezes a, aproximadamente, 115 metros de distância da FPSO-Capixaba. Portanto, a maior concentração esperada para o campo próximo corresponde a aproximadamente 0,0064 mg/L no verão e 0,0053 mg/L no inverno. Após 24 horas de simulação, o maior diâmetro da pluma foi de, aproximadamente, 500 m nos períodos de verão e de inverno.

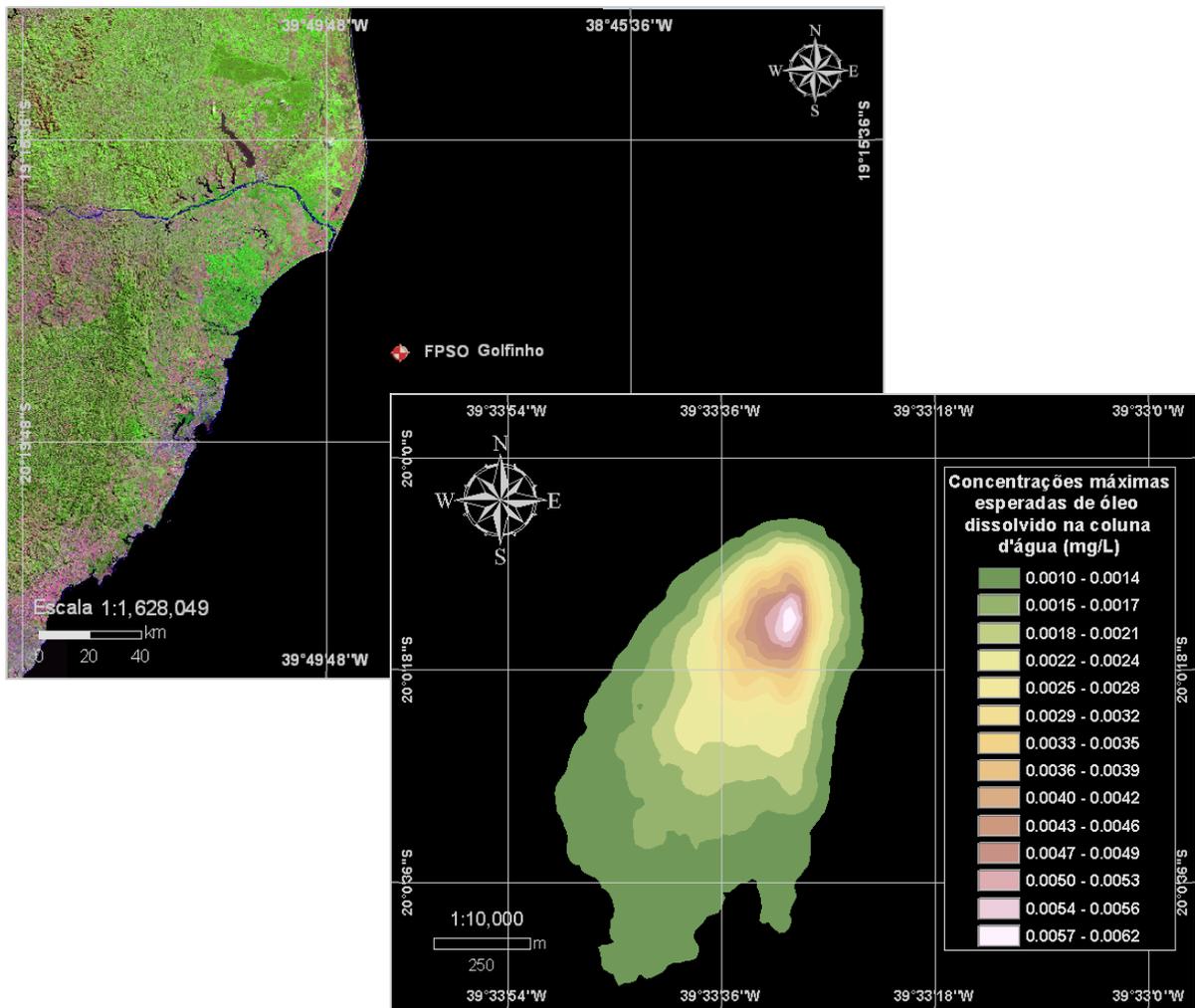


**Figura II.6.1.2.5-7 - Cenário GOLF VER VMED.** Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com vazão de 3.895,90 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas

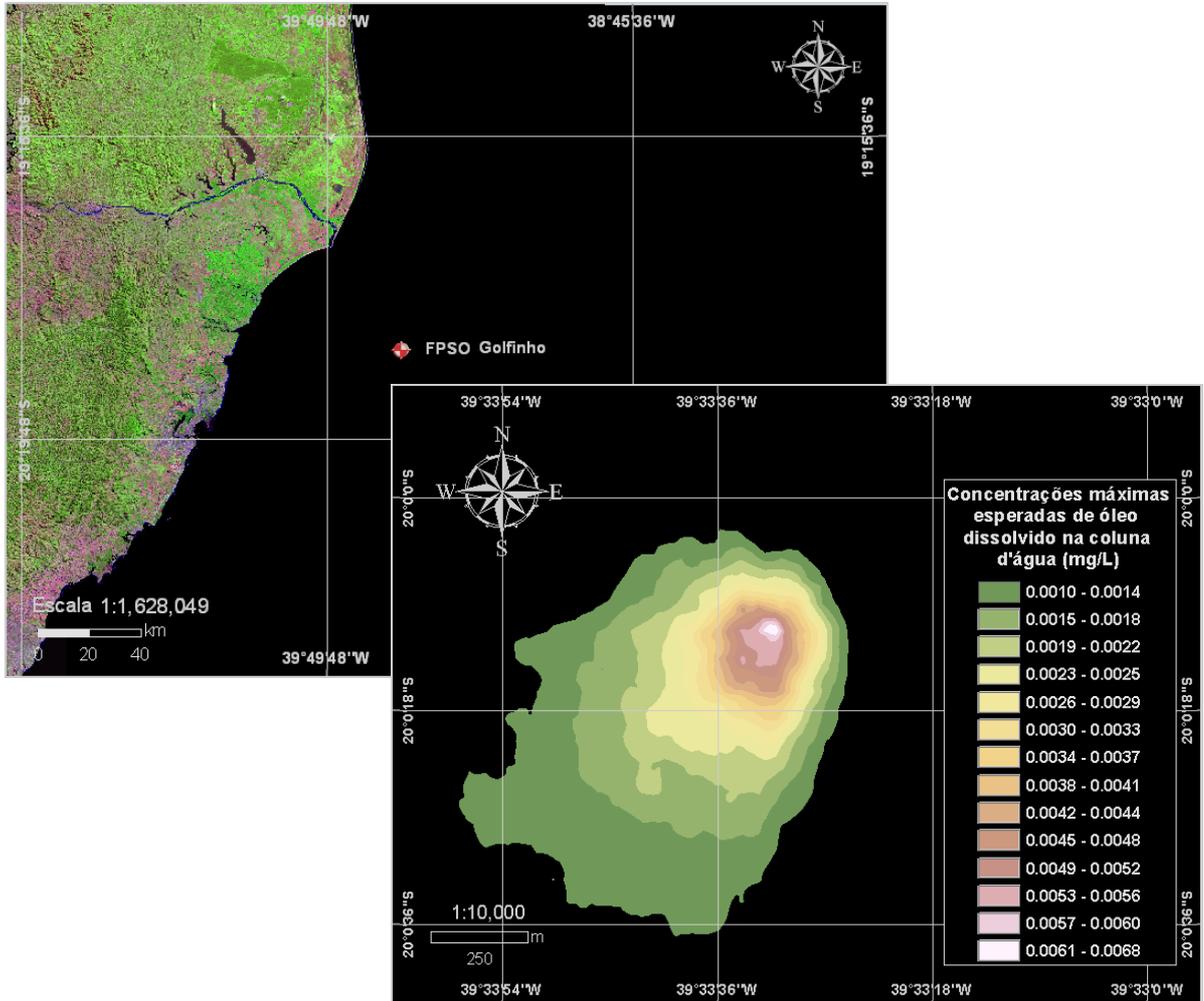


**Figura II.6.1.2.5-8 - Cenário GOLF INV VMED.** Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com vazão de 3.895,90 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas

As Figuras II.6.1.2.5-9 e II.6.1.2.5-10 apresentam os resultados das simulações considerando a vazão máxima de 8.027,80 m<sup>3</sup>/dia, para os períodos de verão e de inverno, respectivamente. Conforme os resultados apresentados para o campo próximo, o óleo presente na água produzida sofre uma diluição inicial maior que 2.000 vezes a, aproximadamente, 100 metros de distância da FPSO-Capixaba. Portanto, a maior concentração esperada para o campo próximo corresponde a aproximadamente 0,0081 mg/L no verão e 0,0067 mg/L no inverno. Após 24 horas de simulação, o maior diâmetro da pluma foi de, aproximadamente, 1.000 m nos períodos de verão e de inverno.



**Figura II.6.1.2.5-9 - Cenário GOLF VER VMAX.** Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com vazão de 8.027,80 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas



**Figura II.6.1.2.5-10 - Cenário GOLF INV VMAX.** Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com vazão de 8.027,80 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas

## II.6.1.2.6 - CONCLUSÕES

A partir do melhor entendimento técnico-científico da dinâmica local, foi possível definir a área de influência da pluma da água produzida a partir da unidade FPSO-Capixaba.

Para acompanhamento da pluma proveniente do descarte da água produzida foi utilizado o óleo do tipo MAASTRICHTIANO presente na mesma, a uma concentração de 20 mg/L (concentração residual limite permitida pela legislação - Resolução CONAMA nº 357/05). Como não existe uma regulamentação específica sobre o descarte de água produzida em operações *offshore* no mar territorial brasileiro, a concentração limite de parada das simulações foi estabelecida em 0,001 mg/L, concentração equivalente a uma diluição de 20.000 vezes da concentração de lançamento.

Os resultados das simulações para o campo próximo mostraram que a diluição do efluente é bastante significativa na região próxima ao descarte. Os fatores de diluição encontrados para o campo próximo foram de 3.850,9 (verão) e 4.677,9 (inverno) para a vazão mínima, 3.128,0 (verão) e 3.797,0 (inverno) para a vazão média, e de 2.456,5 (verão) e 2.977,9 (inverno) para a vazão máxima. A maior extensão da pluma no campo próximo, a partir do ponto de descarte, é de aproximadamente 141 m no período de inverno, em condição de vazão máxima. Foi observado que a diluição é maior no inverno, quando as dimensões do campo próximo são maiores, e que o fator de diluição é maior nas situações de vazão mínima.

Com relação às simulações probabilísticas (campo afastado), o sentido preferencial de deslocamento da pluma foi em direção ao quadrante sul, seguindo a orientação da Corrente do Brasil. As simulações que apresentaram o maior diâmetro de pluma foram as realizadas com a vazão máxima, em ambos os períodos (*i.e.* verão e inverno).

## **II.6.2 - ANÁLISE DE IMPACTOS**

### **II.6.2.1 - Metodologia Utilizada**

Este tópico foi desenvolvido buscando a melhor forma de identificação e avaliação dos impactos potenciais decorrentes do empreendimento, considerando-se sempre a relação causa/efeito.

A partir da discussão interdisciplinar das ações do empreendimento e do diagnóstico ambiental das áreas de influência, estabeleceu-se uma metodologia própria para identificação e classificação dos impactos, utilizando-se como instrumento básico uma matriz de interação. Esta Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais utilizada pela Cepemar se baseia na Matriz de Leopold (Leopold *et alli*, 1971), da qual se fez uma adaptação.

Esta matriz de interação funciona como uma listagem de controle bidimensional, disposta ao longo de seus eixos, vertical e horizontal, respectivamente, as ações do empreendimento, por fase de ocorrência, e os fatores ambientais que poderão ser afetados, permitindo assinalar, nas quadrículas correspondentes às interseções das linhas e colunas, os impactos de cada ação sobre os componentes por ela modificados (GTZ/SUREHMA,1992).

Cada uma destas interações foi avaliada, considerando-se os impactos resultantes, quanto ao seu tipo, categoria, área de abrangência (extensão), duração (temporalidade), reversibilidade, magnitude e prazo. Os diversos fatores ambientais presentes nesta matriz são definidos e estabelecidos em função do diagnóstico ambiental realizado.

Essa matriz apresenta uma visão integrada das ações do empreendimento, dos impactos decorrentes das mesmas e fatores ambientais afetados, permitindo observar quais as ações mais impactantes, qual a fase do empreendimento que gerará mais impactos e quais os fatores ambientais mais afetados.

Na metodologia utilizada pela Cepemar, a partir da identificação dos impactos potenciais do empreendimento procede-se a descrição de cada impacto identificado, bem como a classificação/valoração desses impactos. Para esta classificação (Tipo de Impacto, Categoria do Impacto, Área de Abrangência, Duração, Reversibilidade, Magnitude, Prazo), a Cepemar utiliza-se de planilhas específicas, que são preenchidas conjuntamente pela equipe multidisciplinar, com base nos critérios pré-estabelecidos.

Para um melhor entendimento e mais fácil análise, optou-se por subdividir essa matriz em 2 planilhas, que são apresentadas por meio afetado, analisando-se em conjunto os meios físico e biótico, e em separado o meio antrópico, com os impactos classificados e as observações pertinentes.

Para a interpretação/classificação/valoração dos impactos ambientais, desenvolveu-se uma análise criteriosa que permitiu estabelecer previamente um prognóstico sobre os mesmos, adotando-se os seguintes critérios para cada atributo:

#### *Tipo de Impacto*

Este atributo para classificação do impacto considera a consequência do impacto ou de seus efeitos em relação ao empreendimento, podendo ser classificado como direto ou indireto. De modo geral os impactos indiretos são decorrentes de desdobramentos consequentes dos impactos diretos.

#### *Categoria do Impacto*

O atributo categoria do impacto considera a classificação do mesmo em negativo (adverso) ou positivo (benéfico).

### *Área de Abrangência*

A definição criteriosa e bem delimitada das áreas de influência de um determinado empreendimento permite a classificação da abrangência de um impacto em local, regional ou estratégico conforme estabelecido a seguir:

- **Local:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorrem ou se manifestam na área de influência direta definida para o empreendimento.
- **Regional:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorrem ou se manifestam na área de influência indireta definida para o empreendimento.
- **Estratégico:** quando o impacto, ou seus efeitos, se manifestam em áreas que extrapolam as Áreas de Influência definidas para o empreendimento, sem contudo se apresentar como condicionante para ampliar tais áreas.

### *Duração ou Temporalidade*

Este atributo de classificação/valoração de um impacto corresponde ao tempo de duração que o impacto pode ser verificado na área em que se manifesta, variando como temporário ou permanente. Adotam-se os seguintes critérios para classificação em temporário ou permanente:

- **Temporário:** Quando um impacto cessa a manifestação de seus efeitos em um horizonte temporal definido ou conhecido.
- **Permanente:** Quando um impacto apresenta seus efeitos se estendendo além de um horizonte temporal definido ou conhecido.

### *Reversibilidade*

A classificação de um impacto segundo este atributo considera as possibilidades do mesmo ser reversível ou irreversível, para o que são utilizados os seguintes critérios:

- **Reversível:** Quando é possível reverter a tendência do impacto ou os efeitos decorrentes das atividades do empreendimento, levando-se em

conta a aplicação de medidas para reparação do mesmo (no caso de impacto negativo) ou com a suspensão da atividade geradora do impacto.

- **Irreversível:** Quando mesmo com a suspensão da atividade geradora do impacto não é possível reverter a tendência do mesmo.

### *Magnitude*

Este atributo, na metodologia utilizada, considera a intensidade com que o impacto pode se manifestar, isto é, a intensidade com que as características ambientais podem ser alteradas, adotando-se uma escala nominal de fraco, médio, forte ou variável.

Sempre que possível, a valoração da intensidade de um impacto se realiza segundo um critério não subjetivo, o que permite uma classificação quantitativa do mesmo, portanto, mais precisa.

Todavia, observa-se que a maior parte dos impactos potenciais previstos na Análise dos Impactos não é passível de ser mensurado quantitativamente, dificultando a comparação entre os efeitos decorrentes do empreendimento com a situação anterior a sua implantação, não permitindo assim, uma valoração objetiva com relação à magnitude dos impactos.

Neste sentido, é fundamental que o diagnóstico ambiental realizado na área de influência do empreendimento tenha a profundidade e a abordagem condizente com a necessidade de se formular um prognóstico para a região considerada, no qual as alterações decorrentes do empreendimento possam ser mais bem avaliadas, mesmo que somente de forma qualitativa, e conseqüentemente valoradas de forma mais precisa.

Da mesma forma, é imprescindível o conhecimento das atividades a serem desenvolvidas pelo empreendimento, de forma a permitir um perfeito entendimento da relação de causa e efeito entre as atividades previstas e os componentes ambientais considerados.

Neste contexto, de forma a reduzir a subjetividade da avaliação quanto a magnitude de um impacto, é importante a presença de profissionais experientes e capacitados na equipe técnica, bem como uma permanente avaliação histórica envolvendo empreendimentos similares em outras áreas e seus efeitos sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Nestes casos, em que os impactos potenciais apresentam-se com dificuldades de quantificação, não sendo passíveis de serem avaliados segundo referências bibliográficas ou uma escala pré-estabelecida, utiliza-se para a classificação dos mesmos uma escala subjetiva, de 1 a 10, com a seguinte forma de valoração:

- 1 a 3 = **intensidade fraca**
- 4 a 7 = **intensidade média**
- 8 a 10 = **intensidade forte**

Com relação à classificação dos impactos como de magnitude variável, observa-se que correspondem a impactos cuja magnitude pode variar segundo as diferentes intensidades das ações que geraram este impacto, provocando efeitos de magnitudes diferentes. Procura-se, nestes casos, identificar as diferentes situações de variabilidade do impacto através da descrição de suas conseqüências conforme cada magnitude possível. Desta forma, para um impacto classificado como de magnitude variável, podendo variar como fraca, média e forte, são apresentadas descrições indicando as situações em que sua ocorrência se dará com magnitude fraca, média ou forte.

#### *Prazo para a Manifestação de um Impacto*

Este atributo de um impacto considera o tempo para que o mesmo, ou seus efeitos, se manifestem, independentemente de sua área de abrangência, podendo ser classificado como imediato, médio prazo ou longo prazo. Procurando atribuir um aspecto quantitativo de tempo para este atributo, de forma a permitir uma classificação geral segundo um único critério de tempo, a metodologia utilizada se

baseou nos critérios sugeridos por Rhode (1988), considerando-se a temporalidade para todos os impactos, como se segue:

- **Imediato:** 1 ano ou menos
- **Médio Prazo:** 1 a 10 anos
- **Longo Prazo:** Acima de 10 anos.

### ***II.6.2.2 - Descrição e Classificação dos Impactos***

Neste item, apresenta-se a descrição dos impactos, por meio e fatores ambientais afetados, bem como as respectivas planilhas de classificação dos impactos, associando-os às ações do empreendimento e estas às respectivas fases de ocorrência.

Com relação às Fases do Empreendimento utilizou-se, para efeito de avaliação dos impactos, as seguintes fases:

- Fase de Planejamento e Mobilização
- Fase de Implantação
- Fase de Produção
- Fase de Desativação

Cada uma das fases consideradas contempla uma série de atividades previstas para serem desenvolvidas ao longo do período considerado em cada fase, conforme a seguir:

#### *Fase de Planejamento e Mobilização*

- Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações

### *Fase de Implantação*

- Lançamento de linhas e dutos na zona marinha
- Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
- Ancoragem e posicionamento da unidade de produção
- Desalagamento do gasoduto

### *Fase de Produção*

- Atividade de produção no Campo de Golfinho (produção e transferência de hidrocarbonetos – óleo e gás)

### *Fase de Desativação*

- Recolhimento das linhas de produção e retirada do FPSO-Capixaba

Quanto a Fase de Desativação do empreendimento Golfinho cabe observar que a luz das reservas atualmente conhecidas deste campo, a perspectiva atual da empresa é a de que, após a etapa de produção pretendida, até o ano de 2016, não haverá continuidade da produção neste campo. Assim, não se encontra previsto o comissionamento de novas unidades de produção para este campo ou mesmo o desenvolvimento de uma segunda fase do Campo de Golfinho.

Ainda com relação à Fase de Desativação da produção do Campo de Golfinho cabe ressaltar que a metodologia apresentada e utilizada pela Cepemar não prevê reclassificar os mesmos impactos com o final das atividades de um determinado empreendimento. Tomando-se como exemplo, na fase de produção, quando se tem os impactos “Atração e Desenvolvimento de Organismos Marinhos”, “Demanda por Bens e Serviços”, “Geração de Conflitos” ou “Geração de Empregos”, a descrição, classificação e valoração dos mesmos já considera a sua temporalidade, reversibilidade e categoria do impacto, descrevendo-se estes atributos na Análise dos Impactos.

Assim, a metodologia não prevê, com a desativação do empreendimento, uma classificação onde surgiriam alguns impactos do tipo: “Fim da Atração de Organismos Marinhos”, “Encerramento da Demanda por Bens e Serviços”, “Fim da Geração de Conflitos” e assim sucessivamente para diversos outros impactos, que seriam, nesta Fase de Desativação, classificados com uma categoria contrária aquela inicialmente classificada na Fase de Produção, e em alguns casos, retornando às condições existentes anteriormente à atividade de produção. Neste sentido, para estes impactos, quando pertinente, os efeitos do descomissionamento da unidade de produção de Golfinho encontram-se discutidos na própria descrição dos impactos, quando alguns poderão se alterar, a exemplo daqueles referentes a geração de tributos, geração de royalties, a geração de conflitos, dentre outros.

Quanto aos impactos nos meios físico e biótico durante a Fase de Desativação da produção, considerando-se que irá ocorrer a retirada das linhas de escoamento, encontra-se prevista a ocorrência de impactos sobre estes meios, porém similares aqueles já ocorridos durante a fase de lançamento das linhas e dutos, não apresentando, contudo, maior magnitude do que aqueles já avaliados e classificados durante as fases de implantação e produção.

Outro impacto que poderá ocorrer na fase de desativação do campo refere-se a eventuais vazamentos de hidrocarbonetos por um dos poços produtores, mesmo após a adoção de todos os procedimentos legais da ANP para o abandono permanente dos poços. Neste caso, o impacto potencial de “Contaminação Ambiental por Derrame Acidental de Óleo”, que já se encontra descrito na fase referente a produção, apresentará, certamente, um volume derramado inferior a descarga de pior volume considerada no estudo, que correspondeu ao volume total que poderá ser armazenado na unidade, uma vez que este volume (V<sub>pc</sub>) seria superior aquele correspondente a perda de controle do poço durante trinta dias.

Acrescente-se ainda que os poços contarão com barreiras, como tampões de cimento nos intervalos canhoneados, além de tampões mecânicos, que impedirão a plena surgência dos mesmos. Nestes casos, o vazamento apresentará volumes inferiores, e conseqüentemente o espalhamento da pluma será menor que aqueles

cenários apresentados nas modelagens para o vazamento do inventário total armazenado na unidade de produção.

Por fim, considerando-se os impactos potenciais sobre o meio socioeconômico decorrentes do encerramento da produção do Campo de Golfinho, cabe ressaltar ainda, que a unidade de produção FPSO-Capixaba não será desativada, mas sim direcionada para outro campo produtor a ser definido no futuro, levando como tripulação os funcionários a ela vinculada e dando continuidade ao processo de produção de petróleo no Brasil.

Apresenta-se a seguir, de forma resumida, uma descrição de cada atividade prevista como ação do empreendimento considerada na Matriz de Impactos.

#### *Decisão pela Implantação do Empreendimento, Compras e Contratações*

Corresponde ao período entre a descoberta do reservatório acumulador de hidrocarbonetos e o início efetivo do empreendimento, com o lançamento das instalações submarinas. Nesta etapa ocorre a divulgação da descoberta e a conseqüente intenção da empresa em iniciar sua exploração comercial, além de representar o período em que se desenvolvem os projetos de desenvolvimento do campo, através da contratação e mobilização de empresas especializadas nos diversos segmentos da implantação e operação do empreendimento.

De modo geral, a divulgação da descoberta e de sua exploração ocorre de diversas formas, seja via ANP (Agência Nacional de Petróleo), via mercado financeiro, via imprensa, via política e via comunidades da região próximas à descoberta. Entende-se que se trata de etapa importante para avaliação de alguns impactos ambientais potenciais no meio socioeconômico.

#### *Lançamento de Linhas e do Gasoduto na Zona Marinha*

Corresponde a primeira etapa da Fase de Implantação do projeto de produção de hidrocarbonetos *offshore* no Campo de Golfinho, após os poços produtores e injetores terem sido perfurados e completados. As linhas de escoamento correspondem às linhas flexíveis que irão interligar os poços à

unidade de produção e por onde irão escoar os produtos durante a Fase de Produção, enquanto que pelo gasoduto de Golfinho irá escoar o gás da unidade de produção para a UTGC. Esta etapa compreende também as atividades de lançamento das ANM's (Árvore de Natal Molhada) a serem instaladas nas cabeças dos poços, sejam estes produtores ou injetores, e para carregamento das âncoras da BGL-1 que irá realizar o lançamento da parte rasa do gasoduto.

Para todas estas atividades na zona marinha serão utilizadas diversas embarcações de serviços e de apoio que estarão transitando ao longo do gasoduto e na região do Campo de Golfinho. Esta atividade do empreendimento corresponde a uma etapa importante para avaliação de alguns impactos ambientais potenciais nos meios socioeconômico e físico-biótico, uma vez que, além da potencial interferência com as atividades pesqueiras, serão gerados diversos efluentes líquidos e resíduos, sendo alguns destes descartados no ambiente marinho, depois de tratados.

#### *Lançamento do Gasoduto no Ambiente Terrestre*

O trecho entre a praia de Cacimbas e a UTGC-II compreende uma distância de 3.300 metros, segundo o traçado proposto, onde será lançado o gasoduto de Golfinho (12 polegadas). Ressalta-se que este trecho onde será lançado o gasoduto corresponde a faixa de servidão do gasoduto de Peroá-Cangoá (18 polegadas), que já se encontra lançado e que liga os campos homônimos até a UTGC-I, adjacente ao local onde será construída a UTGC-II.

Para o lançamento desse gasoduto não será necessária a retirada de cobertura vegetal, uma vez que a faixa existente encontra-se sem vegetação e será suficiente para as operações de lançamento do mesmo, contando inclusive com uma estrada em parte da faixa de servidão.

Inclui-se dentre as atividades de lançamento do gasoduto no ambiente terrestre a construção e operação da Base Guincho na praia de Cacimbas, que corresponde a estrutura que irá puxar o gasoduto lançado no mar e enterrá-lo no ambiente terrestre até uma distância de 100 metros da linha de costa, quando o mesmo deverá ser conectado a sua continuidade terrestre. A realização destas

obras no ambiente terrestre também corresponde a uma etapa importante para avaliação de alguns impactos ambientais potenciais nos meios socioeconômico e físico-biótico, uma vez que nesta área haverá um contingente de trabalhadores envolvidos com a obra, além das interferências no ambiente praias que se estende desde a parte submersa até o pós-praia.

### *Ancoragem e Posicionamento da Unidade de Produção*

Compreende as atividades necessárias para a instalação da unidade de produção no campo produtor, pertencendo ainda a Fase de Implantação do empreendimento. Esta etapa ocorre após o lançamento das linhas flexíveis de escoamento dos poços e do gasoduto de Golfinho, e, no caso específico da unidade FPSO-Capixaba, irá requerer o lançamento de um sistema de ancoragem no leito oceânico, uma vez que a unidade não será dotada de sistema de Posicionamento Dinâmico. Nesse sentido, a FPSO-Capixaba foi equipada com um sistema de ancoragem que utiliza 3 conjuntos de linhas, de composição mista (cabo de aço, amarra e cabo de poliéster), conectadas a 9 âncoras de carga vertical cravadas no solo marinho, que se conectam no FPSO através de mordentes instalados no *turret*. Esta atividade de ancoragem promove interferências diretas nos meios físico e biótico nos pontos de lançamento do sistema de ancoragem, além da movimentação de embarcações que irão conectar à unidade de produção as linhas e dutos temporariamente abandonadas no leito marinho.

### *Desalagamento do Gasoduto*

O gasoduto de Golfinho, após o seu lançamento e realização de testes de estanqueidade, ficará temporariamente abandonado no leito marinho até que seja interligado a unidade de produção e ao ramal em terra. Nesta fase o duto, será alagado com uma solução contendo água do mar e fluoresceína.

Quando da interligação do duto para o início da produção é necessário realizar o desalagamento do mesmo, em procedimento a ser realizado a partir do ambiente terrestre para o mar, ocorrendo o descarte neste ambiente marinho. O desalagamento do gasoduto de Golfinho será a uma profundidade de

aproximadamente 10 metros e com volume de cerca de 4.300 m<sup>3</sup>. Este desalagamento não deverá provocar alterações significativas na qualidade d'água ou impactos sobre a biota marinha, pelo fato da fluoresceína ser de natureza orgânica e de caráter aniônico, biodegradável e atóxica, adequado para emprego em condições marítimas, plenamente solúvel em meios aquosos, notadamente em água do mar (a Petrobras, através do CENPES, avaliou a toxicidade e biodegradabilidade do mesmo, cujos resultados encontram-se no **item G** deste documento).

#### *Atividade de Produção no Campo de Golfinho*

Corresponde ao período no qual ocorrerá de fato a produção de hidrocarbonetos através da unidade FPSO-Capixaba, quando a mesma ficará permanentemente ancorada em um ponto fixo do Campo de Golfinho, o que irá promover algumas alterações para a comunidade biológica oceânica, como a disponibilização de substrato para fixação e reprodução de espécies incrustantes e atração de diversas espécies da fauna marinha, que se aproximam em função do efeito de sombreamento e atraídas pela presença de alimento.

Esta etapa da Fase de Produção também corresponde àquela em que foram relacionados e avaliados os riscos de acidentes com perda de volume de óleo para o ambiente externo da unidade de produção, e conseqüentes impactos ambientais potenciais com alterações nos meios físico, biótico e socioeconômico. Também decorrente desta etapa são avaliados os diversos impactos no meio socioeconômico, a exemplo da geração de royalties, empregos e tributos, além de suas conseqüências positivas e negativas no meio socioeconômico. Inclui-se nesta atividade o transporte de equipamentos e insumos (produtos químicos, óleo diesel, alimentos, etc) através de rebocadores supply entre o porto da CPVV, na Baía de Vitória, e a unidade de produção. Esta atividade, além dos riscos de acidentes que estão envolvidos, também poderá causar conflitos com outros usuários do ambiente marinho, a exemplo de pescadores que realizam suas atividades ao longo do percurso destas embarcações.

Para efeito de avaliação dos impactos ambientais potenciais, nos meios físico e biótico, consideraram-se também como pertencente a esta atividade as

operações de rotina da unidade de produção, a exemplo da queima de gás natural e outros combustíveis nos equipamentos, da geração e descarte no ambiente marinho de água de produção, de efluentes sanitários tratados e de água de resfriamento, além de resíduos de alimentação triturados. Também de forma rotineira se tem a geração de ruídos e a luminosidade artificial emitida pelas unidades de produção. O conjunto destas rotinas pode ser capaz de promover alterações nos meios físico e biótico no entorno de uma unidade de produção.

Ainda, a atividade de produção no Campo de Golfinho engloba o escoamento de gás e transferência de óleo, que corresponde a etapa final do processo de produção que irá perdurar enquanto a unidade FPSO-Capixaba se encontrar produzindo hidrocarbonetos. Nesta atividade de escoamento dos produtos, a presença do gasoduto no ambiente marinho irá contribuir para o desenvolvimento de comunidades biológicas incrustantes, além do risco de vazamento de gás neste ambiente, que também existe no processo de transferência de óleo do FPSO-Capixaba para os navios aliviadores, quando são utilizados mangotes.

#### *Recolhimento das Linhas de Produção e Retirada do FPSO-Capixaba*

Consiste na única atividade prevista para a Fase de Desativação do empreendimento, quando serão desconectadas do FPSO-Capixaba e retirados do fundo oceânico as linhas de produção e injeção. Em seguida a própria unidade de produção deixará a locação em Golfinho, dirigindo-se possivelmente para outra locação. Para estas atividades é necessário o apoio de outras embarcações, cujos serviços irão resultar em alterações potenciais nos meios físico e biótico, além do envolvimento de riscos com trabalhadores.

A seguir são apresentadas as planilhas de classificação dos impactos identificados nesta avaliação para os diferentes meios: físico e biótico e antrópico. Na seqüência é feita uma descrição dos impactos identificados e discutidos os critérios para a classificação adotada.

**PLANILHA DE CLASSIFICAÇÃO E VALORAÇÃO DOS PROVÁVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS PARA OS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO**

	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	IMPACTOS POTENCIAIS	TIPO		CATEGORIA		ÁREA DE ABRANGÊNCIA			DURAÇÃO		REVERSIBILIDADE		MAGNITUDE				PRAZO			OBSERVAÇÕES	
			Direto	Indireto	Positivo	Negativo	Local	Regional	Estratégico	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Fraco	Médio	Forte	Variável	Imediato	Médio	Longo		
IMPLANTAÇÃO	LANÇAMENTO DE LINHAS E DO GASODUTO NA ZONA MARINHA	▪ Ressuspensão de sedimentos do fundo oceânico	x			x	x			x		x		x				x				
		▪ Interferência na comunidade bentônica	x			x	x			x		x			x				x			
		▪ Interferência no ambiente marinho por descarte de efluentes e resíduos orgânicos	x		x		x			x		x		x					x			
		▪ Interferência da comunidade nectônica e de aves marinhas	x			x	x			x		x		x					x			
		▪ Interferência no ambiente praial de Cacimbas	x			x	x			x		x			x				x			
		▪ Interferência no ambiente marinho por acidentes na movimentação de cargas		x		x		x		x		x		x					x			
	LANÇAMENTO DO GASODUTO NO AMBIENTE TERRESTRE	▪ Aumento da pressão sobre o ambiente da restinga	x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>		x	x				x			x		x			x			1-Quando exercida pelas atividades inerentes a implantação do gasoduto 2-Quando exercida pelos trabalhadores fora das suas atividades de rotina
		▪ Contaminação dos ambientes terrestres por descarte de efluentes e resíduos	x			x	x			x		x		x					x			
	ANCORAGEM E POSICIONAMENTO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO	▪ Ressuspensão de sedimentos do fundo oceânico	x			x	x			x		x		x					x			
		▪ Interferência na comunidade bentônica	x			x	x			x		x		x					x			
OPERAÇÃO	ATIVIDADE DE PRODUÇÃO NO CAMPO DE GOLFINHO	▪ Interferência no ambiente marinho por descarte de efluentes e resíduos orgânicos	x		x		x			x		x		x				x				
		▪ Interferência na comunidade nectônica e de aves marinhas	x			x	x			x		x		x				x				
		▪ Contaminação ambiental por derrame acidental de óleo		x		x		x		x		x				x			x			
		▪ Interferência no ambiente marinho pelo lançamento de água de produção	x			x	x			x		x		x					x			
		▪ Desenvolvimento de comunidades biológicas incrustantes	x		x		x			x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x			x				x			1-No caso do impacto gerado pela presença da UEP e das linhas 2-No caso do impacto gerado pelos dutos e monobóia
		▪ Atração e desenvolvimento de organismos marinhos	x		x			x		x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x				x			x			1-No caso do impacto gerado pela presença da UEP e das linhas 2-No caso do impacto gerado pelos dutos e monobóia
		▪ Alteração da qualidade do ar	x			x	x			x		x		x					x			
		▪ Interferência no ambiente marinho por acidentes na movimentação de cargas		x		x		x		x		x		x					x			
DESATIVÇÃO	RECOLHIMENTO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO E RETIRADA DA FPSO GOLFINHO	▪ Interferência no ambiente marinho por acidentes na movimentação de cargas		x		x		x		x		x		x				x				
		▪ Ressuspensão de sedimentos do fundo oceânico	x			x	x			x		x		x				x				
		▪ Interferência na comunidade bentônica	x			x	x			x		x		x				x				
		▪ Interferência da comunidade nectônica e de aves marinhas	x			x	x			x		x		x				x				

**PLANILHA DE CLASSIFICAÇÃO E VALORAÇÃO DOS PROVÁVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS PARA OS MEIO ANTRÓPICO**

	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	IMPACTOS POTENCIAIS	TIPO		CATEGORIA		ÁREA DE ABRANGÊNCIA			DURAÇÃO		REVERSIBILIDADE		MAGNITUDE				PRAZO			OBSERVAÇÕES			
			Direto	Indireto	Positivo	Negativo	Local	Regional	Estratégico	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	Fraco	Médio	Forte	Variável	Imediato	Médio	Longo				
PLANEJAMENTO E MOBILIZAÇÃO	DECISÃO PELA IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO, COMPRAS E CONTRATAÇÕES	▪ Geração de expectativas		x	x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>			x	x			x					x			o Positivo pela expectativa de geração de empregos e dinamização da economia. o Negativo pela expectativa de impactos ambientais.			
		▪ Atração de população		x		x			x	x				x					x					
		▪ Fortalecimento da Indústria petrolífera e naval	x		x				x	x			x						x					
		▪ Atração de novos empreendimentos	x		x				x		x					x			x					
		▪ Demanda por bens e serviços	x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x				x		x									x			o Demandas do próprio empreendimento. o Demandas relacionadas a dinamização da economia e através da demanda de outros empreendimentos associados e/ou decorrentes.	
		▪ Geração de empregos	x		x				x	x										x				
		▪ Dinamização da economia		x	x			x	x										x					
IMPLANTAÇÃO	LANÇAMENTO DE LINHAS E DO GASODUTO NA ZONA MARINHA	▪ Risco de acidentes com trabalhadores, embarcações e aeronaves	x			x		x		x									x					
		▪ Sobrecarga das estradas de acesso aos Portos de Supply	x			x	x			x									x					
		▪ Geração de conflitos	x			x		x		x									x					
		▪ Interferência na atividade pesqueira	x			x	x			x				x						x				
		▪ Geração de tributos	x		x				x	x										x				
		▪ Dinamização da economia		x	x				x	x										x				
		▪ Demanda de áreas para disposição final de resíduos	x			x		x		x					x	x				x				
IMPLANTAÇÃO	LANÇAMENTO DO GASODUTO NO AMBIENTE TERRESTRE	▪ Alteração no cotidiano da comunidade de Povoação	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x <sup>2</sup>	x			x									x <sup>3</sup>	x <sup>3</sup>		x	o Impacto gerado pela mão-de-obra contratada para o empreendimento e para atividades decorrentes. o Positivo pelo estímulo a economia local; e Negativo pela presença de pessoas e hábitos estranhos à comunidade. o Forte magnitude no caso do impacto positivo e média magnitude no caso do impacto negativo.	
		▪ Geração de tributos	x		x				x	x													x	
		▪ Dinamização da economia		x	x				x	x													x	
		▪ Demanda de áreas para disposição final de resíduos	x			x		x		x					x	x							x	
OPERAÇÃO	ATIVIDADE DE PRODUÇÃO NO CAMPO DE GOLFINHO	▪ Risco de acidentes com trabalhadores, embarcações e aeronaves	x			x		x		x										x				
		▪ Sobrecarga das estradas de acesso ao Porto de Supply	x			x	x			x										x				
		▪ Geração de conflitos		x		x		x		x										x				
		▪ Problemas de saúde ocupacional	x			x	x			x										x				
		▪ Fortalecimento da indústria petrolífera e naval	x		x				x	x										x				
		▪ Atração de novos empreendimentos	x		x				x		x										x			
		▪ Demanda por bens e serviços	x		x				x		x										x			
		▪ Interferência na atividade pesqueira	x			x		x		x					x						x			
		▪ Geração de empregos	x		x				x	x											x			
		▪ Intensificação das desigualdades regionais	x			x		x		x						x					x			
		▪ Derrame de óleo com prejuízo à pesca e turismo		x		x		x		x												x		
		▪ Aumento da produção nacional de hidrocarbonetos	x		x					x	x										x			
		▪ Geração e distribuição de royalties	x		x				x		x											x		
		▪ Geração de tributos	x		x					x	x											x		
		▪ Dinamização da economia		x	x					x	x											x		
▪ Transformação do perfil produtivo do Espírito Santo	x		x					x		x									x					
▪ Incremento do gás na matriz energética do Espírito Santo	x		x					x <sup>2</sup>	x											x				
▪ Demanda de áreas para disposição final de resíduos	x			x				x												x				

### II.6.2.2.1 Meios Físico e Biótico

Os impactos sobre esses meios se darão nas Fases de Implantação, de Produção e de Desativação, sendo decorrentes das diversas atividades previstas durante estas fases, uma vez que para a Fase de Planejamento e Mobilização não se encontram previstos quaisquer impactos ambientais potenciais sobre os meios físico e biótico.

De modo geral, os empreendimentos *offshore* apresentam uma fase de implantação, na qual são identificados alguns impactos ambientais decorrentes do lançamento das linhas flexíveis e dutos de escoamento e da ancoragem da unidade na locação, como um significativo revolvimento dos sedimentos de fundo oceânico e a morte de organismos bentônicos. Da mesma forma os resíduos e efluentes das embarcações de lançamentos são capazes de acarretar interferências na comunidade biológica e na qualidade das águas de entorno.

Deve-se ainda ressaltar que a solução contida nas linhas de produção e injeção e no gasoduto, a base de água do mar com fluoresceína, determina que o desalagamento dos mesmos ocorra sem problemas ambientais.

Ainda na Fase de Implantação a análise considera o lançamento do gasoduto no ambiente terrestre e seus potenciais impactos nesse ecossistema.

A Fase de Produção, por outro lado, apresentará uma série de atividades capazes de promover alterações nos meios físico e biótico, sobretudo se considerados os riscos de acidentes com cargas transportadas ou com volumes de óleo produzido. Excetuando-se os riscos inerentes a atividade de produção *offshore*, têm-se ainda as atividades de rotina das plataformas, que se caracterizam pelo lançamento no ambiente marinho de água de produção, de efluentes sanitários tratados, de água de resfriamento e de resíduos de alimentação triturados, além da geração de ruídos, da luminosidade artificial emitida pelas unidades e a queima de combustível nos diversos equipamentos.

Estas atividades de rotina mostram-se capazes de alterar a qualidade da água, refletindo-se, ainda, na biota marinha, e, desta forma, a avaliação dos

impactos ambientais considerou os efeitos destas diferentes atividades do processo de produção no campo de Golfinho.

A Fase de Desativação, quando serão retirados do fundo oceânico as linhas de produção e injeção, poderá resultar em alterações nos meio físico e biótico, sobretudo em decorrência da ressuspensão de sedimentos do fundo.

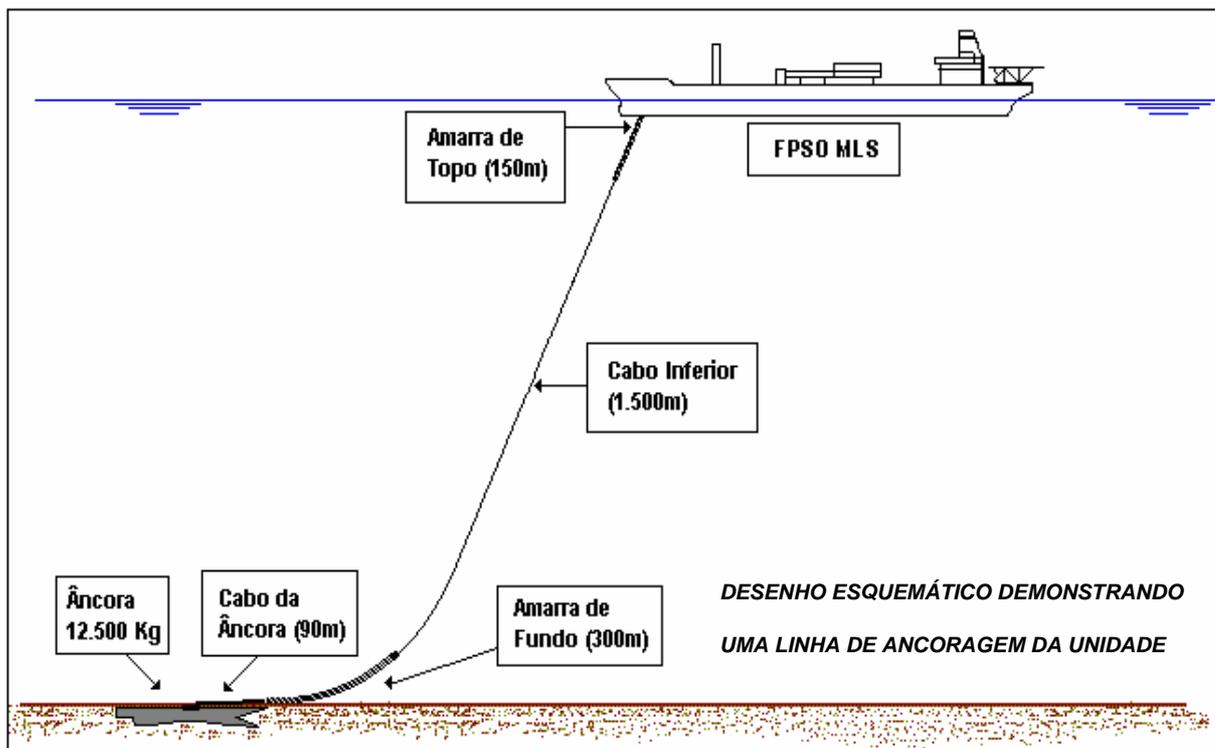
Apresentam-se a seguir a identificação e discussão dos impactos ambientais potenciais referentes aos meios físico e biótico relacionando-os à sua fase de ocorrência e às suas atividades geradoras.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha Ancoragem e posicionamento da unidade de produção
<b>Desativação</b>	Recolhimento das linhas de produção e retirada do FPSO-Capixaba
<b>IMPACTO: Ressuspensão de Sedimentos do Fundo Oceânico</b>	

O impacto esperado, em termos de geologia, é revolvimento dos sedimentos de fundo devido à ancoragem da unidade de produção e o lançamento dos dutos para o escoamento da produção. Como consequência haverá a formação de uma nuvem de material em suspensão, cuja deposição dependerá do diâmetro dos grãos e da corrente no fundo.

O sistema de ancoragem da unidade (Desenho esquemático apresentado abaixo) será do tipo Turret com fixação ao fundo através de sistema “taut-leg” composto por 3 conjuntos de linhas de composição mista com 90m de Cabo de Ancoragem ( $\Phi = 95\text{mm}$ ) pousado sobre o fundo, seguindo-se 300m de Amarra de Fundo ( $\Phi = 105\text{mm}$ ) pousada no fundo e Cabo de Poliéster ( $\Phi = 200\text{mm}$ ) suspenso (ver Quadro abaixo) . Este conjunto de linhas será ligado a 9 âncoras de carga verticais estaqueadas no fundo. O raio de ancoragem previsto para sistema é de 1,7Km, mas como citado acima, apenas os 390m iniciais, relativos ao Cabo de Ancoragem e à Amarra de Fundo tocarão o solo numa área onde a

cobertura sedimentar é composta por vasa calcária/marga/lama. Pra efeito de cálculo do volume de sedimento revolvido será utilizado o diâmetro de 0,105m para a extensão de cabo que toca o fundo.



<b>CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE ANCORAGEM DO FPSO-CAPIXABA</b>				
<b>COMPONENTE</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>COMPRIMENTO (m)</b>	<b>DIÂMETRO (mm)</b>	<b>CARGA DE RUPTURA (KN)</b>
Âncora de carga vertical (VLA)	12.500Kg	----	----	----
Cabo da âncora	cabo de aço tipo spiral strand com jaqueta de polietileno	90	95	8657
Amarra de fundo	Sem malhete R3S	300	105	9736
Cabo inferior	Poliéster	1500	200	11057
Amarra topo	Sem malhete R3S	150	114,3	11340

O traçado previsto para o lançamento do duto, conforme visto no Mapa Faciológico e Batimétrico da Bacia do Espírito Santo (ANEXO IV do item II.5.1 – Diagnóstico do Meio Físico), corta áreas de vasa calcária/marga/lama, areia e/ou

cascalho de moluscos e/ou briozoários recifais, areia siliciclástica e areia e/ou cascalho de algas coralinas.

A lei de Stokes (1851), in Suguio (1973), é representada pela fórmula abaixo, que define a velocidade de decantação de partículas de determinado diâmetro em um fluido. A velocidade, a partir do momento em que a resistência do fluido seja igual à força gravitacional, torna-se constante.

$$V = 2/9 g ((d1 - d2)/n) R^2$$

onde:

V = Velocidade de Decantação

g = Aceleração da Gravidade

d1 = Densidade da Partícula

d2 = Densidade do Líquido

R = Raio da Partícula

n = Viscosidade do fluido em Dinás

Essa “Lei” é utilizada em análises granulométricas de sedimentos finos para a determinação do tempo de decantação das diferentes frações até determinada altura (Tabela II.6.2.2.1-1).

**Tabela II.6.2.2.1-1** - *Mostra o tempo de repouso necessário após a agitação e a altura para a realização da pipetagem de cada fração (alterada de Villena, 1999)*

Pipetagem da Fração Siltica		
Granulometria	Altura	Tempo
Silte Grosso	10 cm	3min 52s
Silte Médio	10 cm	7min 44s
Silte Fino	10 cm	31min
Silte Muito Fino	10 cm	2h 03min
Pipetagem da Fração Argilosa		
Argila Grossa	10 cm	8h 10min
Argila Média	5 cm	16h 21min
Argila Fina	5 cm	65h 25min

Para o cálculo estimado da área afetada pela ressuspensão dos sedimentos, foram feitas as seguintes considerações:

- granulometria de silte muito fino como representativa do diâmetro médio dos grãos em sedimentos lamosos, utilizando-se seu tempo de decantação a 10cm de altura para estimarmos a velocidade de queda em 2,71003E-05 m/s.
- tempo de decantação do silte muito fino (7380s) foi obtido na Tabela II.6.2.2.1-1, apresentada anteriormente.
- a velocidade horizontal assumida foi baseada no Mapa de Correntes da Bacia do Espírito Santo elaborado pela OCEANSATPEG (2004), assumindo-se a velocidade máxima entre as apontadas no mapa (0,5 m/s) como a velocidade das correntes do fundo na área de estudo.
- a ressuspensão de sedimentos em áreas de granulometria superior a lama (areia e cascalho) será desprezada, pois o tempo de decantação é baixo e seu impacto considerado passível de ser negligenciado.

**Tabela II.6.2.2.1-2 - Valores utilizados no cálculo da velocidade resultante (m/s)**

Vel. de queda sed. mais fino (m/s)	Vel. aproximada no fundo (m/s)	Vel. resultante (m/s)
2,71003E-05	0,50	0,50000002

Com a velocidade resultante e com o tempo de queda, obtém-se a distância aproximada percorrida pela partícula, que foi de cerca de 3,69 Km. Com essa distância e com o comprimento total das linhas de ancoragem que tocam o fundo (0,39 Km x 9 âncoras) e do gasoduto (20 Km) a serem lançados sobre sedimentos lamosos obtida do Mapa Faciológico e Batimétrico da Bacia do Espírito Santo (op.cit.), calculou-se a possível área afetada pela ressuspensão de sedimentos devido a estas ações.

A ação de ancoragem resultará numa área total impactada de aproximadamente 13 Km<sup>2</sup>, enquanto que o lançamento do gasoduto implicará numa área total impactada de aproximadamente 73,8 Km<sup>2</sup>, como mostra a Tabela II.6.2.2.1-3.

**Tabela II.6.2.2.1-3** - Valores estimados da área afetada pela ressuspensão dos sedimentos pela ação de lançamento de cabos de âncoras e linhas e do gasoduto ainda não instalados

Comprimento do Duto (Km)	Distância Percorrida pelas Partículas (Km)	Área Total Atingida pela Ressuspensão (Km <sup>2</sup> )
20	3,69	73,8
Comprimento dos Cabos (Km)	Distância Percorrida pelas Partículas (Km)	Área Total Atingida pela Ressuspensão (Km <sup>2</sup> )
3,51	3,69	13

Para o efeito do cálculo de volume de sedimento a ser revolvido considerou-se que o duto e a amarra da âncora se enterram até a metade de seu diâmetro, alterando uma área equivalente à maior área de seção do duto ou amarra (que é a do diâmetro), e deslocando um volume de sedimentos equivalente a metade do volume do duto ou amarra (Tabela II.6.2.2.1-4).

**Tabela II.6.2.2.1-4** - Valores estimados do volume de sedimentos ressuspensos pela ação de lançamento cabos de âncoras e dutos

Diâmetro (pol)	Comprimento do Gasoduto (Km)	Volume de Sedimento Ressuspenso (m <sup>3</sup> )
12	3,69	1.459,36
Diâmetro (m)	Comprimento dos Cabos (Km)	Volume de Sedimento Ressuspenso (m <sup>3</sup> )
0,105	3,51	30,39

Desta forma pode-se considerar que:

- O impacto de ressuspensão dos sedimentos ocorrerá por poucas horas no meio marinho, sendo portanto um impacto de caráter **temporário**, que se manifesta de forma **imediate** após a ação que o desencadeie.
- Ocorrerá uma redeposição das partículas em suspensão, portanto este impacto pode ser classificado, em termos de geologia, como **reversível**.

- A fixação dos cabos de âncora irá gerar ressuspensão de um volume de sedimento estimado em 30,39 m<sup>3</sup>, que irá impactar relativamente pequena (13 Km<sup>2</sup>) em relação à área total da Bacia (218.000 Km<sup>2</sup>), sendo entendido como um impacto **irrelevante**.
  
- O lançamento do duto irá gerar ressuspensão de aproximadamente 1459,36 m<sup>3</sup>, impactando uma área também considerada pequena (73,8 Km<sup>2</sup>) face a área total da Bacia (218.000 Km<sup>2</sup>), sendo entendido, portanto, como um impacto de **baixa magnitude**.
  
- Além da área atingida e volume de sedimentos ressuspensos pelo lançamento de dutos em fundo lamoso, teremos a ressuspensão gerada pela operação de lançamento de duto na Plataforma Continental, a ser realizada pela Balsa BGL1. A área atingida, neste caso, é recoberta por sedimentos de granulometria areia e cascalho, cujas velocidades de decantação são elevadas e os tempos de permanência em suspensão reduzidos, não sendo, portanto, considerados nos cálculos de impacto, como relatado nas considerações iniciais da avaliação da ressuspensão de sedimentos.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha Ancoragem e posicionamento da unidade de produção
<b>Desativação</b>	Recolhimento das linhas de produção e retirada do FPSO-Capixaba
<b>IMPACTO: Interferência na Comunidade Bentônica</b>	

O início da interferência na comunidade biológica na região ocorrerá com a Fase de Implantação quando serão lançados as linhas e o gasoduto e ocorrerá a ancoragem da unidade de produção. Essas atividades irão provocar uma movimentação junto ao sedimento que resulta em alteração da comunidade bentônica. Entretanto, estas alterações são sentidas de forma diferenciada entre os diferentes táxons. Organismos sésseis, que permanecem fixos no solo

submarino, são sujeitos a morte por soterramento ou asfixia pela ressuspensão do sedimento causando, por exemplo, entupimento das branquias. Indivíduos vágéis, que têm algum poder de locomoção, podem se deslocar para outros pontos ao pressentir a aproximação das estruturas lançadas próximas ao substrato ou pela presença da pluma do sedimento.

Tanto a morte de alguns indivíduos quanto o deslocamento de outros para diferentes biocenoses podem ser descritas como uma interferência nas comunidades. A ressuspensão do sedimento, conseqüência das atividades supracitadas, provoca efeitos devido exposição dos indivíduos, que originalmente estavam parcialmente ou totalmente enterrados. A exposição desses organismos atrai para junto das estruturas submarinas lançadas diversos organismos com hábitos bentófagos que ali vêm se alimentar. Conforme observado no Diagnóstico Ambiental a fauna bentônica da região é caracterizada principalmente por organismos detritívoros e suspensívoros que utilizam o alimento suspenso associado ao sedimento (Flach *et. al.*, 1998).

Esta atividade é, contudo, por curto período de tempo e o impacto ficará restrito a superfície de contato das estruturas com o substrato submarino o que minimizará esta interferência. Ainda, o efeito da pluma de sedimentos, conforme avaliado acima, também se restringirá a uma pequena área no entorno das estruturas.

É verdade que ainda pouco se conhece sobre a estrutura das comunidade bentônicas de grandes profundidades (Lana, 1996), como é o caso da localização do poço ESS-123 no Campo de Golfinho, o que faz com que o conhecimento do bentos no ambiente profundo seja cada vez mais relevante para a compreensão dos efeitos da ação antrópica nesse ambiente (Rice, 2000). A exploração e produção de petróleo *offshore* podem envolver, nesse aspecto, impactos ambientais que variam na forma, magnitude, e freqüência num ambiente mundialmente pouco conhecido (Roberts *et al*, 2000; Gage, 2001).

A atividade de lançamento de linhas e do gasoduto e a ancoragem da unidade de produção poderá acarretar uma interferência no bentos através de um impacto direto, negativo e imediato, causando a morte ou o soterramento de

indivíduos distribuídos no local da remobilização dos sedimentos e de impacto das estruturas lançadas. Após o lançamento do gasoduto e das linhas e a ancoragem da unidade espera-se uma interrupção na interferência sobre a comunidade bentônica, que tende a recolonizar o substrato de forma acelerada (Smith *et al.*, 2001), em função da dinâmica do ambiente, levando-se a considerar este impacto como temporário e reversível.

Considerando este impacto sobre a comunidade bentônica, observa-se que ele manifesta-se de forma diferenciada em relação a sua magnitude. Durante o lançamento do gasoduto e das linhas, o impacto sobre a estrutura da comunidade bentônica será maior do que o da ancoragem da unidade de produção devido, principalmente a área do substrato marinho submetida ao impacto. Da mesma forma, durante o recolhimento das linhas de produção e a retirada do FPSO-Capixaba, o impacto também será menor.

Além da área potencialmente afetada pelas atividades, foi considerado na avaliação deste impacto, a baixa densidade das populações e o potencial de recolonização da comunidade.

Desta forma, o lançamento das linhas e do gasoduto foi avaliado como um impacto de **média** magnitude, enquanto a ancoragem e desativação da unidade foram consideradas como de **fraca** magnitude.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Interferência no ambiente marinho por descarte de efluentes e resíduos orgânicos</b>	

A implantação do empreendimento utiliza embarcações e plataforma que descartam para o mar efluentes sanitários, água de drenagem e limpeza e resíduos orgânicos constituídos principalmente por restos alimentares. Além

deste, as atividades de rotina descartam água utilizada na refrigeração de motores e geradores.

Os restos de alimentos, tratando-se de matéria orgânica, serão triturados em partes menores de 25 mm e lançados no mar, conforme os princípios estabelecidos nas atuais NORMAN's, que substituíram a Portaria Portomarinst 32-02, especificamente a NORMAN 07, Capítulo 2, Seção III, que trata da poluição no mar. Esse tratamento facilita a absorção desta matéria orgânica putrefaciente, uma vez que libera para o ambiente um material com menores dimensões e por isso mais facilmente degradável pelos organismos aquáticos.

A introdução de matéria orgânica no ambiente favorecerá o desenvolvimento local de bactérias e fitoplâncton autotrófico e, conseqüentemente, os primeiros níveis da cadeia trófica pelágica (Bonecker *et al.*, 2002). Esta introdução de matéria orgânica pode ser considerada como um impacto **local, direto e imediato**, em função da modificação da estrutura pelágica no entorno das unidades e da comunidade incrustada, e **positivo** quando considera-se o potencial para a produtividade pelágica. Apesar da introdução de nutrientes, como carbono, fósforo e nitrogênio que contribuem para o aumento da atividade biológica (produção primária e bacteriana) não há perspectiva de alteração da estrutura oligotrófica do sistema e de sua cadeia trófica, em função da homogeneidade da coluna d'água e da área restrita de abrangência do descarte. Desta forma, este impacto foi considerado de **fraca** magnitude.

Trata-se, ainda, de um impacto **reversível e temporário**, pois o ambiente manterá suas características oligotróficas retornando às condições anteriores assim que cessar a atividade. O fato de ser temporário está relacionado ao horizonte de tempo conhecido que se manifestará a ação (curto período na fase de implantação e até 2016 no caso da produção) e conseqüentemente os efeitos da ação.

Outros quatro fatores devem ser, ainda, considerados como potencialmente capazes de alterar a qualidade da água, como a possibilidade de introdução de organismos patogênicos com o esgoto sanitário, o lançamento de água oriunda da drenagem pluvial da plataforma, o descarte da água de refrigeração e a

introdução de espécies “exóticas” através da água de lastro ou de organismos incrustados nas embarcações que fazem o suprimento das unidades.

Caso ocorra alguma deficiência no sistema de tratamento dos efluentes sanitários das unidades, haverá a possibilidade de introdução de eventuais agentes patogênicos, como bactérias e vírus, que podem oferecer riscos aos seres humanos, no caso de contato direto com a água, sem contudo, representar uma ameaça à biota marinha. No entanto, em função da condição salina, do pH do meio e da alta dinâmica do sistema, estes microorganismos apresentam um curto período de sobrevivência em águas marinhas (Crapez, 2002), além dos locais de lançamento não corresponderem a áreas utilizadas com objetivos de balneabilidade, não havendo, portanto, risco de contato direto com os seres humanos.

As águas oleosas recolhidas nas áreas expostas e nas áreas de máquinas das unidades de produção serão direcionadas para sistema de tratamento específico, o qual reduzirá os teores de óleos e graxas até atingirem teores inferiores a  $20 \text{ mg.l}^{-1}$ , parâmetro dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA.

A água utilizada para o resfriamento dos equipamentos das unidades de produção, como motores e geradores, circula em sistema fechado não ocorrendo contaminação da mesma. Esta será bombeada diretamente do mar e descartada de volta ao mar a partir de pontos elevados das unidades. Considera-se que a troca de calor com a atmosfera antes da água de resfriamento atingir o mar, associado a hidrodinâmica do sistema oceânico local, sejam suficientes para uma rápida homogeneização térmica do efluente descartado e a água marinha, evitando um efeito negativo a biota local.

Quanto a possibilidade de introdução de espécies consideradas “exóticas” ao ambiente natural da área de influência direta, quer seja pela água de lastro (Silva & Souza, 2004) ou pela fauna incrustadas nas embarcações de suporte, está totalmente descartada, pois as unidades encontram-se operando em regiões com características hidrobiológicas semelhantes a área de estudo.

Pelo exposto, esses quatro fatores não foram considerados relevantes para interferirem na classificação e avaliação atribuída a este impacto.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>Desativação</b>	Recolhimento das linhas de produção e retirada do FPSO-Capixaba
<b>IMPACTO: Interferência na comunidade nectônica e de aves marinhas</b>	

Durante as Fases de Implantação, Produção e Desativação da Unidade haverá a geração de ruído e luminosidade noturna constante decorrentes das ações de lançamento das linhas e do gasoduto e das operações de rotina da unidade de produção. A geração de ruído não é tão significativa como no caso da operação de unidades de perfuração de poços, contudo, não se podem desconsiderar os ruídos gerados pela operação das embarcações, helicópteros e navios de suprimento (Richardson *et al.*, 1995). A luminosidade e o ruído gerado podem interferir no comportamento de organismos nectônicos e aves que tendem a se afastar da fonte de ruído ou se aproximar da fonte luminosa, no caso dos quelônios (TAMAR, 1999).

Os ruídos produzidos pelas atividades geram efeitos não sobre a superfície do mar, mas também abaixo da mesma, considerando que a água é uma boa transmissora de sons de baixa frequência (0,1 a 100 Hz). Destaca-se, também o fato de que o som se desloca quatro vezes mais rápido na água do que no ar e ruídos de baixa frequência atingem distâncias maiores.

Estudos relacionados ao efeito de ondas sonoras sobre a comunidade marinha estão mais concentrados nos efeitos relacionados aos levantamentos sísmicos. Muitos desses trabalhos versam principalmente sobre o efeito da atividade sísmica em mamíferos marinhos (Petzet, 1999).

Quanto aos possíveis efeitos do ruído sobre a comunidade planctônica, devido a inexistência de trabalhos, pode-se apenas especular. Como o plâncton está a mercê das correntes marinhas, estarão submetidos por pequeno período de tempo a fonte do impacto, nas proximidades das unidades e do sistema de escoamento dos poços.

Com relação aos peixes e aves não são esperados impactos significativos sobre estas comunidades. O que se espera, principalmente, é uma fuga da proximidade imediata das fontes de ruído existentes nas unidades, principalmente as aves. Potencialmente as aves utilizam estas áreas para repouso e deslocamentos. Os impactos esperados seriam, contudo, pequenos em função da grande autonomia de vôo que possuem e da pequena extensão da área de influência direta.

Já entre os quelônios e mamíferos, pode-se considerar que esses animais são potencialmente vulneráveis às diversas perturbações sonoras produzidas no ambiente marinho (Petzet, 1999).

A partir da década de 70, os efeitos deletérios da exposição ao ruído sonoro produzido por atividades antrópicas (tráfego de embarcações e atividades sísmicas, militares e de pesquisa) nos quelônios e mamíferos marinhos têm sido alvo freqüente de preocupações (FAO, 1978; Richardson *et al.*, 1995; Petzet, 1999). Os poucos estudos existente têm associado modificações de comportamento em função da exposição a ruídos sonoros (Richardson & Malme, 1995, apud Todd *et al.*, 1996).

Os potenciais efeitos deletérios que tem merecido especial atenção são: (i) interferência que o ruído sonoro pode causar no ambiente, afetando a habilidade dos animais para detectar o som de coespecíficos e de pulsos de ecolocação ou impedindo a detecção de importantes sons naturais; (ii) distúrbio no comportamento, com reações que podem variar de uma breve interrupção nas atividades sociais tendo como consequência uma modificação de rota de migração dos grandes pelágicos; e (iii) danos ao sistema auditivo, com temporária ou permanente redução da sensibilidade acústica (Richardson *et al.*, 1995).

Sabe-se que níveis críticos de exposição à ruído sonoro causam danos no ouvido, manifestado como uma alteração temporária na sensibilidade acústica e, se a exposição aumenta, tais alterações tornam-se permanentes (Richardson & Malme, 1995; In: Todd *et al.*, 1996). Todos esses efeitos são reportados, contudo, principalmente para as atividades sísmicas e não para os ruídos gerados em outras fases das atividades de exploração e produção.

A iluminação seria outro fator a afetar a comunidade local no entorno das unidades de produção. Assim como o ruído, o efeito da luminosidade das unidades durante a noite funcionaria mais como um atrator de organismos com fototactismo positivo, como lulas, alguns peixes e quelônios que seriam atraídos pela luz e ficariam mais susceptíveis a ataques de predadores.

Em ambos os casos esses impactos seriam classificados como de efeito **direto** do empreendimento e de forma **negativa**, pois estaria interferindo no comportamento ou migração dos organismos mais sucessíveis. O impacto vai se manifestar **imediatamente** no local da operação das embarcações ou da unidade de produção com **fraca** magnitude sobre os organismos marinhos, uma vez que não provocarão alterações na estrutura das comunidades locais. Seus efeitos foram avaliados como de ocorrência **temporária** e **reversível**, uma vez que retornará a condição anterior com o fim da atividade.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
	Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
<b>IMPACTO: Interferência no ambiente praial de Cacimbas</b>	

Durante a Fase de Implantação espera-se que as atividades a serem realizadas na praia de Cacimbas pela presença da Base Guincho venham interferir na estrutura das comunidades localizadas nas faixas entre marés, de areia e na restinga adjacente ao ambiente praial (Figuras II.6.2.2.1-1 e II.6.2.2.1-2).



**Figura II.6.2.2.1-1** - Ponto na praia de Cacimbas onde será lançado o gasoduto



**Figura II.6.2.2.1-2** - Ponto na praia de Cacimbas onde será instalada a base guincho

A praia de Cacimbas pode ser considerada como sendo do tipo reflexiva com o predomínio de areia grossa, conforme o Diagnóstico Ambiental realizado. Este tipo de praia apresenta uma fauna composta por espécies de crustáceos,

moluscos, anelídeos e equinodermas (Veloso *et. al.*, 1997). Esta comunidade sofrerá uma interferência em sua estrutura durante o lançamento do duto em direção ao ambiente terrestre, quando o mesmo será arrastado pela Base Guincho localizada na praia de Cacimbas.

Durante a implantação do duto serão efetuadas escavações na praia. Tal atividade provocará impactos sobre a fauna através da destruição de habitats e do afugentamento de espécies, principalmente da carcinofauna. Esta interferência será, contudo, limitada a zona de servidão da linha na praia e por curto período de tempo, o que reduz a magnitude do impacto.

Especificamente na região do pós-praia, na área de implantação da Base Guincho, haverá um impacto sobre a vegetação da restinga e de fixação de dunas. Esta área já foi anteriormente afetada, quando do lançamento do gasoduto Peróa-Cangoá, contudo, conforme verificado no diagnóstico, a mesma já vem apresentando uma boa recuperação.

Outro aspecto importante a ser considerado, é que nas proximidades da foz do rio Doce, Reith *et al.* (1996) registraram a ocorrência de 249 desovas de tartarugas no período de 1995/1996, com predominância da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*). Sanches (1999) e AS/ECOLOGUS (2002) citam a presença de fêmeas da espécie *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) na área no período de setembro a fevereiro (com pico em novembro). Esta questão cresce em relevância, pois a área correspondente a planície costeira do Rio Doce é uma das únicas áreas de desova de *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) no Brasil, e esta é a espécie mais ameaçada de extinção.

Pelo exposto, podemos considerar, no todo, o impacto como sendo **direto**, **negativo** e **imediate**. Devido, principalmente ao seu efeito potencial sobre a desova de tartarugas, e apesar de ser um impacto **local** e restrito a uma pequena faixa de praia, além de ser **temporário** (restrito ao período de enterramento do duto) e **reversível**, pois todas alterações consideradas são passíveis de serem revertidas a partir da implementação de medidas ou assim que cessada a atividade; consideramos o impacto sobre o ambiente praiado de magnitude **média**, pela sua relevância acima considerada.

Não são esperadas alterações na dinâmica do sistema costeiro nem de modificações na granulometria local.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
Desativação	Recolhimento das linhas de produção e retirada do FPSO-Capixaba

**IMPACTO: Interferência no ambiente marinho por acidente na movimentação de cargas**

Durante a Fase de Implantação, quando ocorrerá o lançamento da monobóia, das linhas flexíveis e do gasoduto de Golfinho ocorrerá uma significativa movimentação marítima de embarcações, tanto daquelas responsáveis pelos lançamentos em águas rasas e profundas, como daquelas embarcações de apoio que visam o suprimento para as unidades de lançamento. Da mesma forma, durante a Fase de Produção ocorrerá o contínuo suprimento da unidade de produção FPSO-Capixaba, ressaltando que nesta fase a movimentação envolverá um menor número de embarcações, embora durante um maior período de tempo. Também a fase de desativação, quando serão recolhidas as linhas flexíveis entre a UEP e a cabeça dos poços, envolverá também uma movimentação de embarcações de apoio.

Em todas estas fases estarão sendo transportados insumos, equipamentos e resíduos necessários ao desenvolvimento das atividades de implantação e produção nas unidades de lançamento e de produção, respectivamente. Estas cargas serão transportadas do continente até as unidades através de barcos rebocadores de apoio, conhecidos como *supply*, e envolvem desde produtos alimentícios até óleo diesel e produtos químicos utilizados no desenvolvimento das atividades. Estas embarcações transportam também os resíduos gerados nas unidades de lançamento e de produção até o continente, onde recebem tratamento ou disposição final.

O trânsito destas embarcações nas proximidades das unidades de lançamento e do FPSO-Capixaba, bem como os procedimentos de embarque e desembarque

de cargas, resultam em riscos de acidentes que podem ter como consequência o derrame de cargas diversas no mar, levando a contaminação ambiental deste ambiente (Sewell, 1978).

Dentre as diversas cargas ou resíduos transportados pelos rebocadores com destino às unidades, ou das unidades com destino ao continente, nem todas são classificadas como perigosas ou com capacidade para promover contaminações ao ambiente marinho. Dentre as cargas consideradas agressivas a este ambiente podem ser relacionados alguns produtos químicos, como álcool etílico, trietilenoglicol (TEG), antiespumante e sequestrante de oxigênio, produtos derivados de petróleo, como querosene e óleo diesel e os resíduos oleosos gerados na unidade que periodicamente são encaminhados para disposição final no continente.

A avaliação deste impacto potencial, que somente poderá ocorrer a partir de um acidente com as cargas transportadas, adotou como referência os volumes médios embarcados nas unidades *supply* com destino às unidades de produção, por operação de carregamento, e as formas de armazenagem utilizadas no transporte, conforme mostra a Tabela II.6.2.2.1-5. Considerou-se também que serão realizadas durante a fase de produção do Campo de Golfinho, em média, 1 viagem de embarcações *supply* por semana para o campo em questão.

Na Tabela II.6.2.2.1-5, a seguir, são apresentados os produtos químicos a serem transportados para utilização nas diversas atividades de produção, as quantidades transportadas por viagem e a forma de acondicionamento.

**Tabela II.6.2.2.1-5 - Produtos transportados e formas de acondicionamento**

PRODUTO/RESÍDUO	VOLUME	FORMA DE ACONDICIONAMENTO
Álcool etílico	5 m <sup>3</sup>	Tanque-refil de inox com capacidade para 5.000 litros
Antiespumante (mistura de silicone com querosene)	1,5 m <sup>3</sup>	Tanque-refil de inox com capacidade para 1.000 ou 2.000 litros
Biocidas para tratamento de água de injeção	1,2 m <sup>3</sup>	Tambores ou bombonas de 200 litros lacrados em cestas de 4 a 8 unidades
Desemulsificante	1,5 m <sup>3</sup>	Tanque-refil de inox com capacidade para 1.000 ou 2.000 litros

(Continua).

**Tabela II.6.2.2.1-5 - Produtos transportados e formas de acondicionamento. (Conclusão).**

PRODUTO/RESÍDUO	VOLUME	FORMA DE ACONDICIONAMENTO
Inibidores de corrosão	1,2 m <sup>3</sup>	Tambores ou bombonas de 200 litros lacrados em cestas de 4 a 8 unidades
Óleo diesel	0,5 m <sup>3</sup>	Rebocador específico para transporte de óleo diesel, com capacidade máxima de 1.300 m <sup>3</sup> . Em caso de acidente durante o transporte do fluido o derrame possível seria o inventário das seções de mangote entre a embarcação supridora e o FPSO.
Querosene	1,2 m <sup>3</sup>	Tambores de 200 litros lacrados em cestas de 4 a 8 tambores
Resíduos oleosos	1,2 m <sup>3</sup>	Tambores ou bombonas de 200 litros lacrados em cestas de 4 a 8 unidades
Sequestrante de Oxigênio	1,2 m <sup>3</sup>	Tambores ou bombonas de 200 litros lacrados em cestas de 4 a 8 unidades
Trietilenoglicol (TEG)	1,2 m <sup>3</sup>	Tambores ou bombonas de 200 litros lacrados em cestas de 4 a 8 unidades

Com relação à toxicidade de alguns destes produtos que serão transportados para a unidade de produção, cabe destacar que o desemulsificante, que consiste em uma mistura de poliésteres de alto peso molecular, de odor alcoólico, desenvolvido especificamente para quebrar emulsões de água em óleo durante a fase de separação dos fluidos nas unidades de produção, apresenta risco ao meio ambiente, sendo um produto tóxico para peixes.

Quanto à toxicologia do óleo diesel, que consiste em uma mistura de hidrocarbonetos na faixa de 12 a 20 átomos de carbono, odor característico, mais leve que a água e insolúvel na mesma, volátil, e que contém quantidade variável de aditivos e enxofre em sua composição, o principal efeito de um vazamento no ambiente marinho seria a contaminação imediata das águas, com efeitos sobre a vida planctônica estabelecida na interface ar-água. A composição variada do óleo diesel não permite definir perfeitamente seus efeitos tóxicos.

O querosene é uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, olefínicos e aromáticos, tendo como principais componentes os alcanos com 10 a 16 átomos de carbono. É um líquido não viscoso, com odor característico, e que, em caso de vazamento no ambiente marinho, apresenta capacidade de promover contaminação ambiental.

No entanto, com base na Tabela II.6.2.2.1-5 apresentada anteriormente, se pode observar que os riscos de contaminação do ambiente marinho são

minimizados tanto pela forma de acondicionamento, como pelos baixos volumes transportados e, sobretudo, pelos baixos volumes manuseados nas operações de descarregamento em cada unidade de produção.

Considerando-se a forma de armazenamento em tambores ou bombonas, em caso de acidente envolvendo este tipo de carga, seria possível o resgate da mesma, uma vez que algumas cargas entamboradas ficariam boiando a deriva. Da mesma forma, o transporte de álcool etílico e antiespumante (mistura de silicone com querosene) em tancagens metálicas móveis (tanque-refil de inox), cuja transferência para as plataformas envolve tanto o produto como o próprio tanque, permitiria, em caso de acidentes com estas tancagens, o resgate das mesmas no mar, desde que não ocorra o rompimento dos tanques.

Para o óleo diesel, esta transferência de insumos do rebocador *supply* para a unidade envolve maior risco, uma vez que a transferência se dá via bombeamento por mangote, acarretando, em caso de rompimento do mesmo, a perda de no mínimo o volume contido no mangote. Considerando-se que o mangote normalmente utilizado nesta operação pertence ao rebocador que irá realizar a transferência, sendo as medidas do mangote, em média, com 60 metros de comprimento e 4 polegadas de diâmetro, o volume armazenado no mangote poderá atingir até 500 litros.

Considerando-se um tempo máximo de 3 minutos para interrupção do bombeamento e que a vazão média de bombeamento pelo mangote é da ordem de 100 m<sup>3</sup>/hora, o volume que poderá vir a ser derramado no ambiente marinho será de 5m<sup>3</sup>.

Assim, dentre os produtos transportados semanalmente pelos barcos rebocadores, o óleo diesel foi identificado como aquele com maior potencial para causar contaminação ambiental em caso de eventuais acidentes marítimos com derramamento do produto, que poderá ocorrer durante o transporte ou durante as operações de bombeamento para as unidades de produção. No entanto, mesmo um vazamento com volume estimado de 5 m<sup>3</sup>, equivalente a um tempo de 3 minutos para interrupção do bombeamento, e que seria lançado ao mar, pode ser considerado pequeno frente a dinâmica do corpo receptor.

Embora a real extensão de uma eventual contaminação ambiental dependa dos tipos de produtos e dos volumes acidentados, este impacto foi classificado como **indireto** e de magnitude **fraca**, em decorrência dos diversos atenuantes envolvidos, como as formas de armazenamento, as possibilidades de resgate de algumas cargas acidentadas, principalmente aquelas nas quais os produtos encontram-se armazenados na forma de bombonas, a baixa frequência das operações de desembarque de produtos, e principalmente os baixos volumes transportados, sobretudo se comparados à massa d'água do ambiente oceânico, que seria o corpo receptor de eventuais derrames acidentais, que apresenta grande capacidade de dinâmica, dispersando os pequenos volumes derramados. Acrescente-se ainda que, quanto aos volumes de diesel que historicamente ocorrem nas operações de transferência, bem como neste caso específico, com 5 m<sup>3</sup>, os mesmos se encontram classificados como pequenos derrames pela Resolução CONAMA 293, justificando também sua classificação como de **fraca** magnitude.

Na avaliação deste impacto potencial, o mesmo foi interpretado como um impacto que atingiria de forma **negativa** as espécies da comunidade pelágica submetidas ao impacto. Em função do eventual combate ao derrame, da dispersão e da decomposição natural do produto é de se esperar que se restrinja as populações locais distribuídas na interface ar-água, sendo assim um impacto **local**.

O impacto será **imediate, temporário e reversível** em função da aplicação de medidas para a reparação do mesmo, de sua dispersão natural, ou de seu assentamento no fundo oceânico, dependendo do produto derramado e de sua forma de acondicionamento. Considerando a composição oligotrófica do plâncton da água tropical e da capacidade da dinâmica do sistema oceânico nos locais das unidades e ao longo das rotas das embarcações, não é de se esperar uma grande intensidade do impacto, sendo, por isso, classificado como fraco.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
<b>IMPACTO: Aumento da pressão sobre o ambiente de restinga</b>	

Considera-se aqui a possibilidade de interferências com a vegetação de restinga existente ao longo de parte do trecho terrestre dos dutos que serão implantados. Embora ao longo da faixa de servidão predomine vegetação rasteira, vegetação de brejo e pastagens, o ambiente de entorno ainda apresenta alguns remanescentes de ecossistema de restinga. Neste sentido, as atividades a serem desenvolvidas para implantação da UTGC e lançamento do gasoduto, quando se terá um contingente de trabalhadores na área, irá representar um aumento na pressão sobre os recursos da restinga. A Figura II.6.2.2.1-3 apresenta a faixa de servidão do gasoduto, junto à qual se verifica uma faixa de restinga.



**Figura II.6.2.2.1-3** - Faixa de servidão do gasoduto Peroá-Cangoá a partir da praia de Cacimbas

Ao longo de parte do trecho do gasoduto e da faixa de servidão, hoje já existente, tem-se a presença de matas, o que pode determinar uma atração dos operários no sentido de quererem remover espécimes de relevância ecológica e econômica, como bromélias, orquídeas, cactos, além de frutos, entre outras. Adicionalmente, tem-se ainda a possibilidade de coleta de madeira para uso como lenha.

Com relação a supressão de vegetação, os impactos potenciais ocorrerão tanto sobre a formação vegetal halófito-psamófito e praiado-graminóide como sobre a formação vegetal dos brejos existentes. Quanto à vegetação arbustiva de pós-praia, onde estão presentes principalmente espécies das famílias Convolvulaceae, Arecaceae, Fabaceae, Cactaceae e Bromeliaceae, não é prevista sua retirada, uma vez que a faixa de servidão para implantação dos dutos já se encontra aberta..

Na fauna, para a maioria dos grupos, principalmente os vertebrados (com destaque para os mamíferos, répteis e aves), ocorrerá o afugentamento que promoverá o deslocamento destes animais para outras áreas. Tal afugentamento será causado pela intensa atividade no local, principalmente pelo ruído produzido durante as obras.

A fauna terrestre que ocorre na região, de certa forma adaptada ao tipo e intensidade de movimentação, tenderá a não utilizar mais as mesmas rotas de alimentação, reprodução e dessedentação, devido ao incremento de ruídos decorrentes do tráfego ampliado pela implantação do gasoduto terrestre. Nesse caso, são especialmente sensíveis a estes impactos, as espécies que necessitam seguir rotas migratórias latitudinais, como as aves migratórias relacionadas. Aves, com maior acuidade visual do que outros grupos de vertebrados, apresentam especial sensibilidade ao aumento da movimentação. Espécies com alta fidelidade ao território, principalmente mamíferos carnívoros, terão maior sensibilidade do que as de baixa fidelidade.

A fase de implantação propriamente dita, deverá aumentar este desequilíbrio, não só pelo trânsito da maquinaria, mas pela manutenção do canteiro de obras. Estas atividades poderão gerar alterações no ambiente, seja pelas vibrações, ruídos e emanações, seja pelas modificações da topografia e da vegetação causadas pelas obras e pelas instalações de serviços dos usuários.

Essas alterações poderão determinar, portanto, uma modificação na dinâmica das comunidades e populações da fauna, modificando a biodiversidade local.

Apesar da fauna terrestre que ocorre na região já ser caracterizada por um grau de sinantropia advindo das intervenções já ocorridas na região pela implantação do gasoduto Peroá-Cangoá, e anteriormente pelas atividades agropecuárias, o início da fase de implantação do novo gasoduto, deverá aumentar o fluxo de veículos e pessoal e terá como conseqüência o risco de atropelamento dos animais, principalmente, pequenos mamíferos e répteis, além do que, a visualização de animais silvestres pelo homem, aliada ao pequeno grau de instrução educacional possa levar a uma inevitável compulsão de exterminar os animais seja pela caça de subsistência ou pela caça predatória com fins diversos. Então, o aumento deste tráfego, pela necessidade de transportar material e equipamentos para as obras, trará também um aumento de visualizações por pessoas de permanência periódica na região, que, pelas características profissionais (motoristas de caminhões e operários) são caracterizadas pelo descompromisso ambiental local, o que promoverá o aumento da pressão de caça na região.

O presente impacto é **direto** no que tange as atividades desenvolvidas, porém a pressão sobre o ecossistema decorrente da presença/atitude dos trabalhadores pode ser definida como um impacto **indireto** do empreendimento. Em ambas as situações o impacto é **negativo**. Algumas das alterações promovidas terão caráter **permanente** tendo em vista que o empreendimento não será dali removido o que, portanto poderá determinar novos padrões de comportamento da fauna, de caráter **irreversível**. Ainda, pode-se dividir o impacto em dois momentos, na fase de implantação, onde será mais intenso, porém por um período de tempo curto e, ao contrário, depois de implantado, quando a simples presença do gasoduto e as vistorias rotineiras no local determinarão um impacto de magnitude fraca nos itens supracitados. Nesse sentido classificou-se o impacto como de magnitude **média**.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
<b>IMPACTO: Contaminação dos ambientes terrestres por descarte de efluentes e resíduos</b>	

A presença do canteiro de obras e dos alojamentos, incluindo uma pequena oficina móvel, cozinha, banheiros e almoxarifados, todos geradores de resíduos e/ou efluentes, associado ao transporte terrestre de combustíveis ao longo da faixa de servidão do gasoduto e o conseqüente abastecimento das máquinas nas frentes de serviço ao longo da faixa, associado ainda ao armazenamento de óleos usados e seu transporte para retirada da área, representam potencialmente, em caso de acidente, um risco de contaminação dos solos por resíduos oleosos, por esgotos sanitários e por resíduos diversos.

O derramamento acidental com potencial para contaminar os solos ao longo da faixa poderá se configurar pela disposição inadequada de resíduos ou em função de eventuais acidentes no transporte ou armazenamento de combustíveis. O resultado de uma contaminação decorrente deste tipo de acidente irá depender dos volumes eventualmente derramados, contudo, considerando-se a inexistência de cursos d'água perenes na região, associado a um pequeno volume armazenado, tanto de combustível como de resíduo de óleo lubrificante, pode-se afirmar que a extensão em caso acidental será bastante localizada, limitando-se ao local de ocorrência, o que facilita sua contenção e remoção dos solos contaminados. O maior risco estará associado ao período de chuvas quando a presença de alagados poderá ajudar a dispersar (espalhar) uma eventual contaminação.

Quanto aos resíduos diversos passíveis de serem gerados ao longo da faixa de implantação do gasoduto, como sucata metálica (resíduos metálicos, suportes de gasoduto, restos de tubulação, pontas de eletrodos), embalagens de alumínio de marmitex, restos de concreto, resíduos de alimentação, resíduos contaminados por óleo, óleo lubrificante usado, baterias, pilhas e embalagens de aerossóis, os mesmos deverão ser dispostos corretamente, atendendo o estabelecido no Plano Diretor de Resíduos da UN-ES, sob risco de promoverem a contaminação ao longo da faixa.

Quanto a eventuais contaminações do terreno da UTGC e das águas de subsuperfície por efluentes sanitários, cabe registrar que as instalações dos alojamentos de pessoal para construção da UTGC-I, atualmente em obras, serão aproveitadas para atender as demandas tanto da equipe que irá lançar o

gasoduto, como daquela que estará envolvida com a construção da UTGC-II, e que as mesmas são providas de sistema fossa-filtro e sumidouro. Na área da Base Guincho serão instalados banheiros químicos, cujos resíduos serão periodicamente recolhidos por caminhão sugador e encaminhados para as estações de tratamento de esgoto sanitário nas cidades de Linhares ou São Mateus. Desta forma, ressalta-se que os sistemas de controle previstos no empreendimento não permitirão o lançamento de efluentes sanitários sem tratamento.

Este impacto foi classificado como **negativo e direto**, de abrangência **local e reversível**, uma vez que é possível a aplicação de medidas adequadas para correção de eventuais contaminações decorrentes das obras de implantação dos dutos.

Quanto a sua magnitude, foi classificado como **fraca**, considerando-se as facilidades de logística existentes na região de implantação do empreendimento, uma vez que a UTGC-I já estará em operação, o que permitirá uma melhor oferta de recursos para gerenciamento dos resíduos das obras e uma melhor fiscalização. Associa-se ainda o pequeno trecho do gasoduto (3,3 km) e o período curto de duração das obras de lançamento do mesmo, o que caracteriza este impacto como **temporário**.

Embora este impacto venha a ocorrer principalmente em casos acidentais, podendo nem mesmo ocorrer, o prazo para que o mesmo possa se manifestar será imediatamente após o início das obras, o que acarretou sua classificação como um impacto **imediate**.

Com relação ao potencial de contaminação e de alteração do ambiente terrestre em decorrência do lançamento do gasoduto, pode-se afirmar que outros impactos são insignificantes, a exemplo de assoreamento e contaminação de cursos d'água e desencadeamento de processos erosivos, conforme justificado a seguir.

Quanto a possíveis assoreamentos de cursos d'água em decorrência das obras de implantação do gasoduto, cabe ressaltar que ao longo da faixa de

servidão não existem cursos d'água perenes, mas apenas as cavas dos cordões litorâneos, que correspondem às porções mais baixas do relevo local. Todavia, a abertura da vala para enterramento do gasoduto, associado à circulação de veículos e máquinas ao longo da faixa de servidão poderá resultar em pequenas alterações morfológicas locais que impeçam a livre circulação das águas que periodicamente empoçam nas cavas dos cordões litorâneos.

É esperado que ocorra a entrada de pequenos volumes de material particulado nestas cavas durante as obras, sem que, contudo, represente tal ação um impacto significativo sobre essas cavas, uma vez que esta tem sido uma tendência natural já verificada na região, quando as areias das cristas dos cordões tendem a preencher gradativamente estas cavas, seja por ação eólica ou por ação das águas pluviais que incidem nas cristas dos cordões e escoam para as cavas, onde ficam empoçadas. Por outro lado, a abertura da vala resulta no acúmulo do material escavado disposto lateralmente a mesma, que será utilizado posteriormente para o enterramento da tubulação e tamponamento da vala. Este material poderá, em caso de chuvas, ser carregado para dentro da própria vala ou para o interior das cavas dos cordões, contribuindo para seu preenchimento.

Quando a eventuais assoreamentos promovidos pela retirada da cobertura vegetal, cabe registrar que a faixa de servidão onde será lançado o gasoduto já se encontra totalmente aberta, e que grande parte da mesma se encontra em área de pastagem, sem cobertura vegetal arbórea.

Da mesma forma não será necessária a abertura de acessos a faixa de servidão, que já conta com uma estrada de serviço para o campo de Cacimbas, onde a Petrobras possui alguns poços produtores de hidrocarbonetos. Similarmente, não será aberta nenhuma clareira lateralmente a faixa de servidão a ser utilizada para construção de acampamento para funcionários das obras, encontrando-se previsto o aproveitamento do canteiro já existente na UTGC-I.

Estas considerações anteriores, que indicam uma baixa interferência no terreno, uma vez que não será aberta uma nova faixa de servidão, novos acessos, clareiras e cortes no terreno, associado ao descarte do desalagamento do gasoduto em ambiente marinho, reduz a probabilidade de ocorrência de

processos erosivos em decorrência da implantação dessa obra em ambiente terrestre. Neste caso, cabe ainda ressaltar que os cordões litorâneos apresentam baixa suscetibilidade a ocorrência de processos erosivos, decorrente principalmente do relevo plano existente na área de estudo, que não favorece a formação de enxurradas de águas pluviais, da composição extremamente arenosa dos sedimentos, com baixo índice de coesão, que normalmente permite uma boa infiltração das águas pluviais, associado ainda ao fato da baixa altimetria destes cordões, que representa o nível mais baixo da Planície Costeira na área estudada, já próximo ao nível de base da área, representado pelo oceano.

Por ocasião de chuvas mais intensas ou em áreas nas quais o lençol freático venha a aflorar no interior da vala, poderá ocorrer o acúmulo de água e lama na vala. Considerando a inexistência de cursos d'água ao longo da faixa, bem como de declividades naturais acentuadas, não existe a possibilidade desta água com sedimentos escoar para cursos d'água. Da mesma forma, a inexistência de cursos d'água a serem cruzados pelo gasoduto não acarretará em movimentação e desbarrancamento das margens, assim como nenhum leito de curso d'água será cruzado pela faixa de servidão.

Quanto a potenciais alterações na qualidade e quantidade das águas de superfície e de subsuperfície, não é esperado qualquer alteração em suas características em função da implantação e operação do gasoduto. A captação de água para suprimento do canteiro de obras se dará a partir de três poços artesianos profundos já existentes na área da UTGC-I, enquanto a operação do gasoduto não irá demandar o consumo de água.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Contaminação ambiental por derrame acidental de óleo do FPSO e do sistema de produção</b>	

A possibilidade de ocorrência de derrames acidentais de óleo com perdas de grandes volumes é inerente às atividades de produção *offshore*, notadamente naquelas atividades em que ocorre o armazenamento da produção de óleo,

situação em que se enquadrará a produção do Campo de Golfinho. A possibilidade de ocorrência de acidentes representa um risco permanente, cujas conseqüências apresentam um potencial de contaminação do ambiente marinho.

Tais acidentes com derramamento de óleo podem ter como origem o *blow-out* em um dos poços produtores, acidentes envolvendo a colisão da unidade de produção, ou ainda acidentes ou falhas envolvendo os sistemas de produção. As Análises de Risco realizadas para unidades do mesmo porte e tipo daquela que se pretende instalar no Campo de Golfinho (FPSO-Capixaba) têm identificado mais de uma centena de hipóteses acidentais que acarretariam derrame de óleo no mar em diferentes volumes derramados. Estas hipóteses acidentais podem, segundo as diversas análises de risco, ocorrer principalmente nos seguintes sistemas: *riser* e coletor de produção, separação e transferência para tancagem, tancagem, transferência para navio aliviador, estabilidade do navio e no abandono dos poços. Estes sistemas apresentam capacidade de derramamento de volumes variáveis de óleo, variando desde pequenos volumes até a perda da capacidade total da carga armazenada para o ambiente marinho.

Desta forma, para a avaliação da magnitude deste impacto, deve-se observar que, em decorrência das diversas fontes potenciais de vazamentos acidentais de óleo para o ambiente marinho, e, sobretudo, conforme os volumes que poderão vir a ser derramados, a presente avaliação de impactos considerou três situações hipotéticas, representando cada uma delas impactos de magnitudes diferenciadas - **fraca, média e forte**. Neste sentido, este impacto recebe, quanto ao atributo magnitude, a classificação de **variável**.

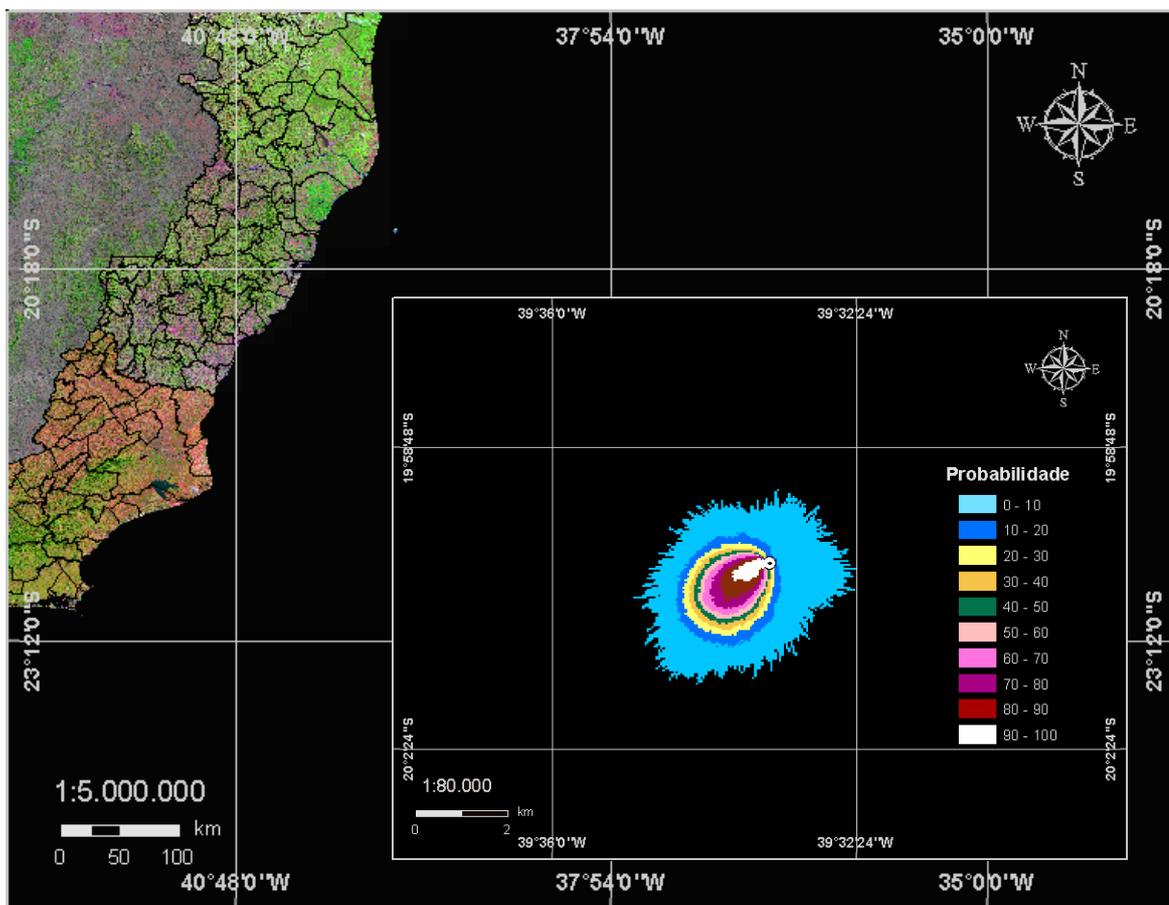
Desta forma, diante dos diversos cenários possíveis, foram realizadas simulações probabilísticas e determinísticas através do modelo OILMAP, que produziu as curvas de contorno das manchas potenciais de óleo derramado no ambiente marinho, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da área de estudo. Cabe ressaltar que todas as simulações realizadas não levaram em conta as ações de controle que estarão previstas no Plano de Emergência Individual para a unidade de produção que estará operando no Campo de Golfinho.

Assim, foram conduzidas simulações probabilísticas para determinar contornos de probabilidade da mancha atingir a área de estudo a partir de 3 (três) classes de derrame, como definido na Resolução CONAMA Nº 293, a saber:

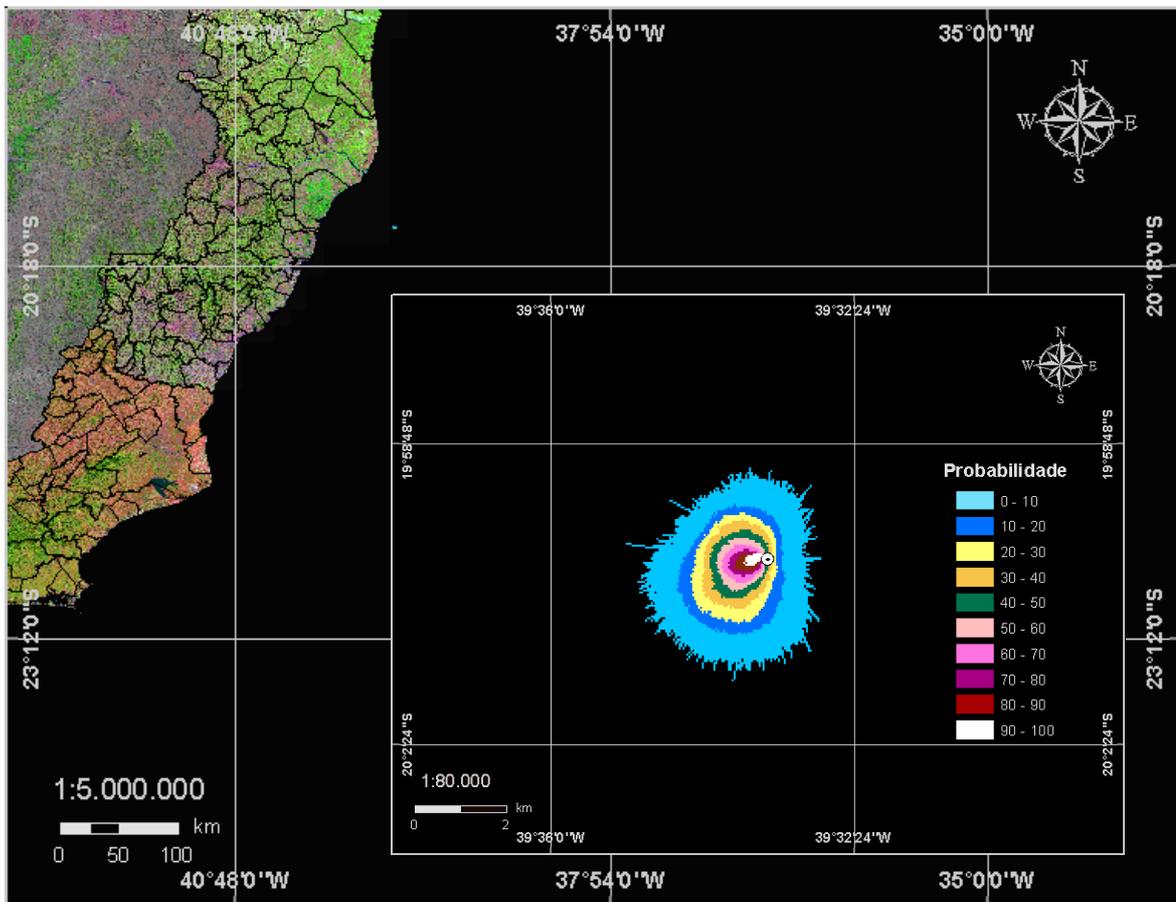
- pequeno, com 8 m<sup>3</sup>;
- médio, com 200 m<sup>3</sup>; e
- grande, representando o pior caso, com 350.000 m<sup>3</sup>, correspondente ao afundamento do FPSO-Capixaba (tanques de carga e de armazenamento de óleo diesel e óleo lubrificante).

A partir dos resultados destas simulações probabilísticas foram realizadas simulações determinísticas reproduzindo os cenários de pior caso onde há maior incidência de óleo na costa, para condições de verão e inverno.

Para a classe de pequenos derrames, com volume equivalente a 8 m<sup>3</sup>, foram elaboradas modelagens para os cenários de verão e inverno, conforme apresentado nas Figuras II.6.2.2.1-4 e II.6.2.2.1-5. Em ambas as modelagens realizadas, os cenários decorrentes da dispersão das plumas de óleo indicaram que não ocorrerá nenhum toque na costa para os derramamentos considerados de pequeno porte, sendo o impacto de contaminação ambiental de **fraca** magnitude.



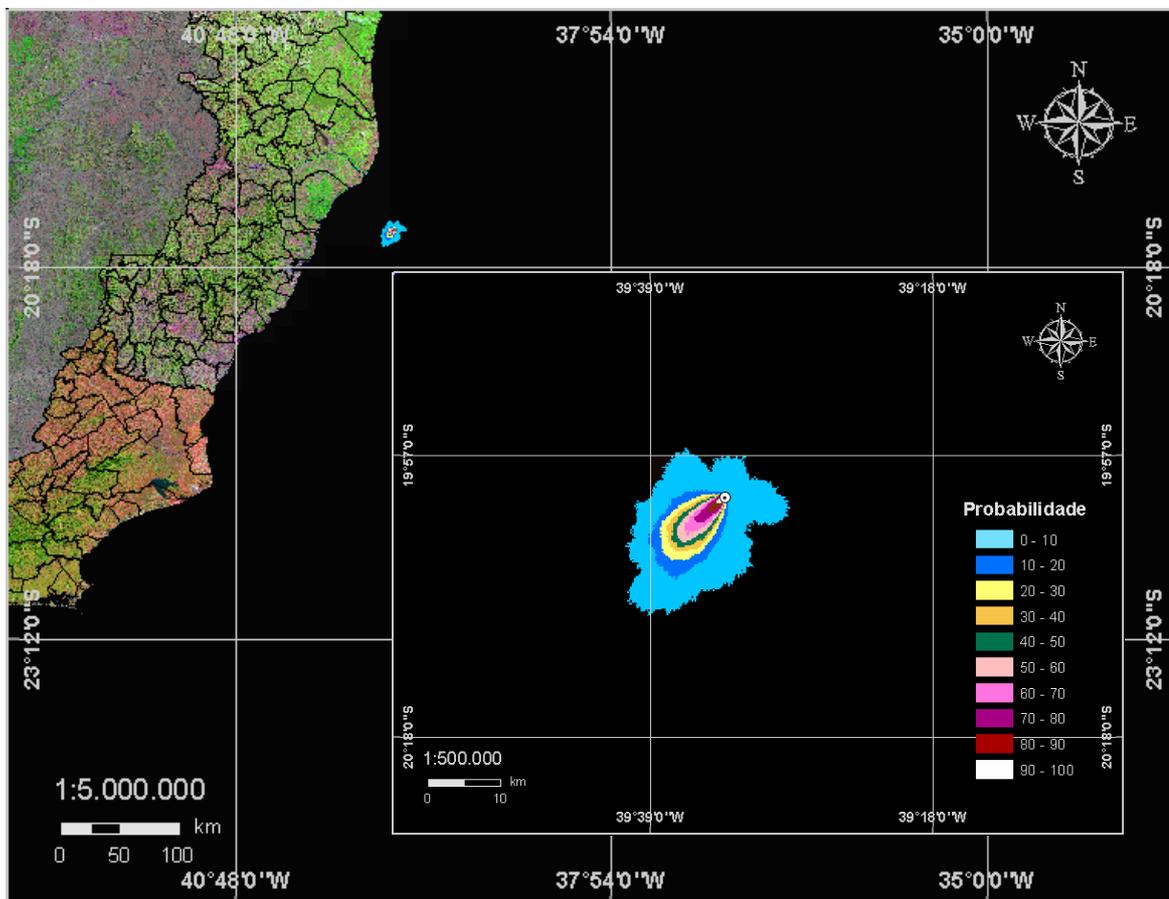
**Figura II.6.2.2.1-4** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) com derrame de 8m<sup>3</sup> após 1 hora atingindo 20ppm



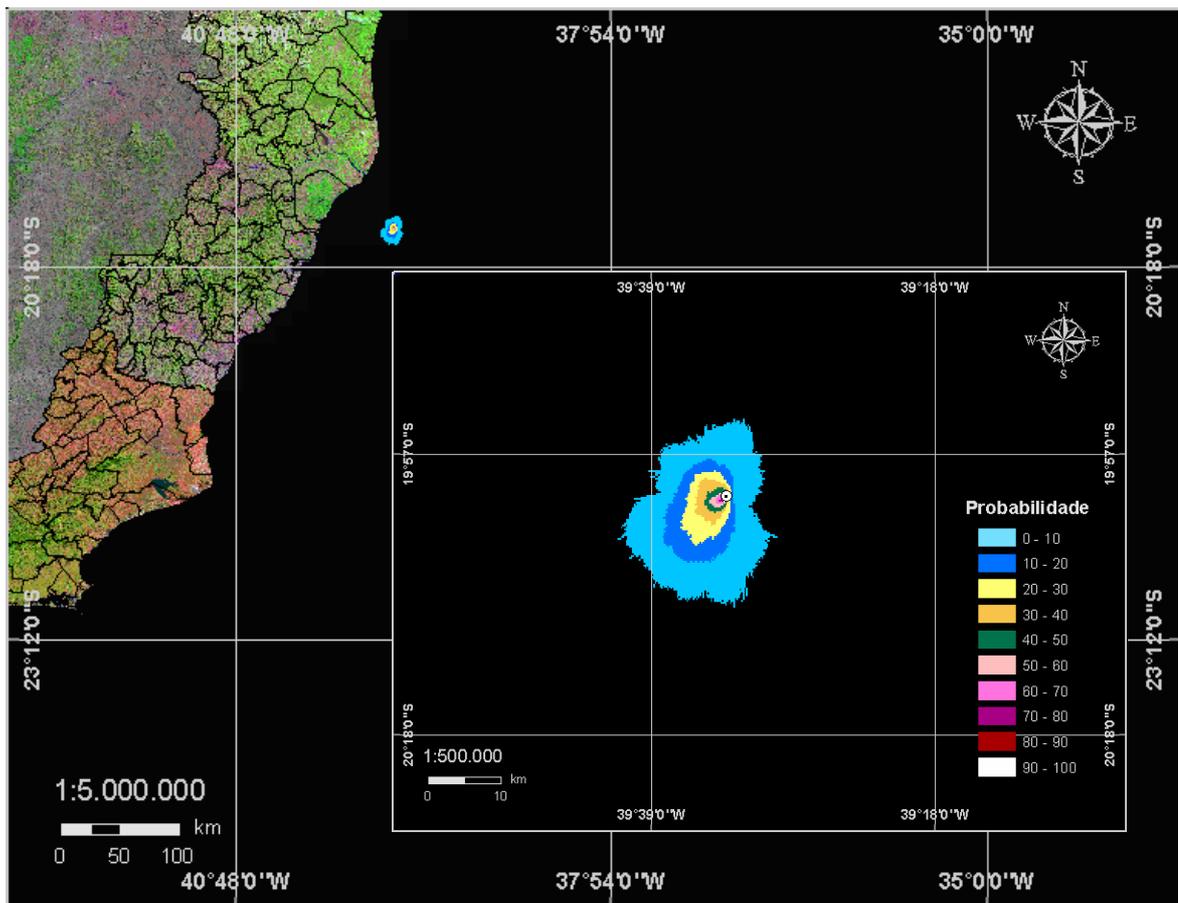
**Figura II.6.2.2.1-5** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de inverno (junho a agosto) com derrame de  $8\text{m}^3$  após 1 hora atingindo 20ppm

Para a classe de derrame com volumes médios, equivalentes a  $200\text{m}^3$ , na qual se incluem derrames no sistema de transferência para o navio aliviador, com a ruptura do mangote de transferência de óleo, ou de uma linha de produção do FPSO.

Embora os volumes mais prováveis de derramamento para esta segunda hipótese accidental sejam inferiores a  $50\text{m}^3$ , de forma a atender a Resolução CONAMA 293 foram realizadas modelagens com volume de  $200\text{m}^3$ . Este volume se enquadra como volume médio, e causaria um impacto de **média** magnitude no ambiente marinho. As Figuras II.6.2.2.1-6 e II.6.2.2.1-7, a seguir, apresentam os resultados destas modelagens que consideraram os períodos de verão e inverno.



**Figura II.6.2.2.1-6** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) com derrame de 200m<sup>3</sup> após 7 horas



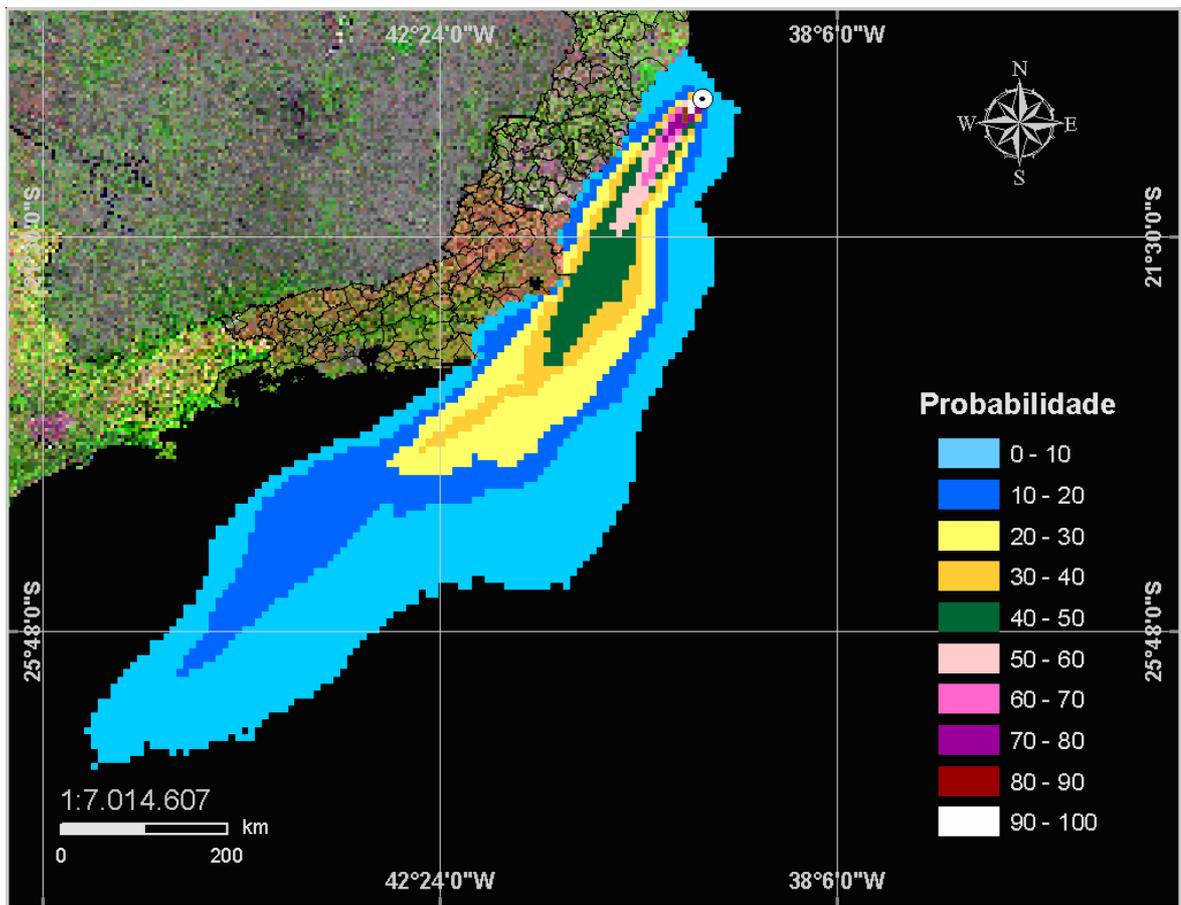
**Figura II.6.2.2.1-7** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de inverno (junho a agosto) com derrame de 200m<sup>3</sup> após 7 horas

Com base nos resultados das modelagens realizadas com volume de 200 m<sup>3</sup>, nas situações de inverno e verão, os cenários resultantes indicaram uma média magnitude, onde a dispersão da pluma de óleo não irá tocar a linha de costa para os derramamentos considerados de médio porte, com volumes médios vazados.

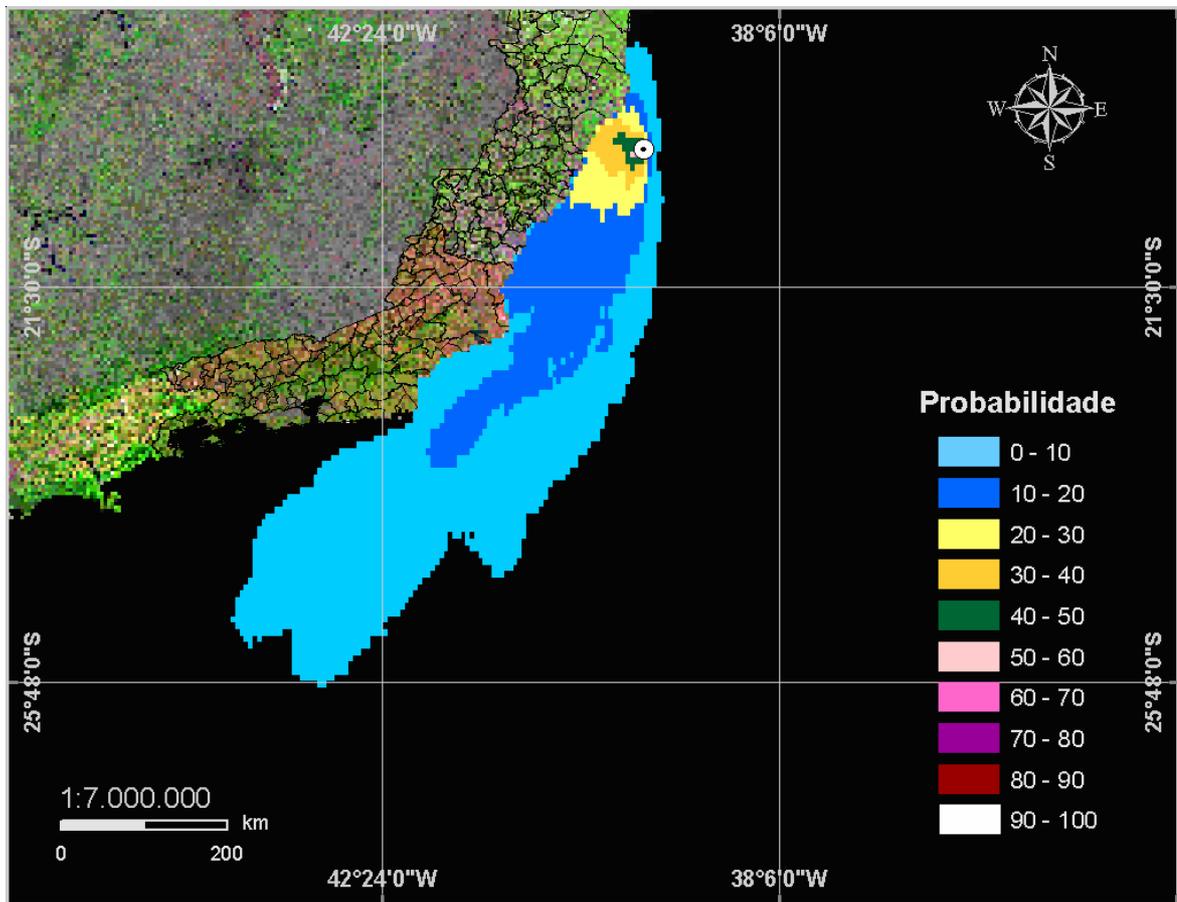
Para um derrame de 200 m<sup>3</sup> foi observado que a mancha atinge a concentração calculada de 20 mg/L em menos de 7h, o que justificou a interrupção da simulação para este volume na sétima hora de simulação. No entanto, as plumas resultantes irão apresentar extensões bem mais significativas que os volumes considerados no derramamento de pequeno porte, justificando o tratamento deste impacto ambiental, nesta situação, como de **média** magnitude.

Cabe observar que para todos os volumes simulados, tanto o pequeno ( $8 \text{ m}^3$ ) como o médio ( $200 \text{ m}^3$ ), foram considerados derrames instantâneos. Ou seja, todo o volume de óleo é lançado na superfície a um só tempo.

Na terceira hipótese acidental foi considerado o risco da ocorrência de acidente com derrames de  $350.000 \text{ m}^3$  de óleo, causado pela perda do volume total dos tanques de armazenamento de óleo do FPSO-Capixaba mais os volumes contidos nas tubulações da embarcação. Este derrame seria ocasionado pelo afundamento da unidade, encontrando-se a mesma com sua capacidade total de estocagem, o que caracteriza o cenário de descarga de pior caso para o empreendimento em questão. Vale ressaltar que a análise de risco elaborada para este empreendimento conclui que a probabilidade de ocorrência deste evento é muito remota. Para este volume de  $350.000 \text{ m}^3$  de óleo, que representa o cenário com volume da Descarga de Pior Caso (Vpc), foram realizadas modelagens para as situações de verão e inverno, como mostram as Figuras II.6.2.2.1-8 e II.6.2.2.1-9, a seguir.



**Figura II.6.2.2.1-8** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias

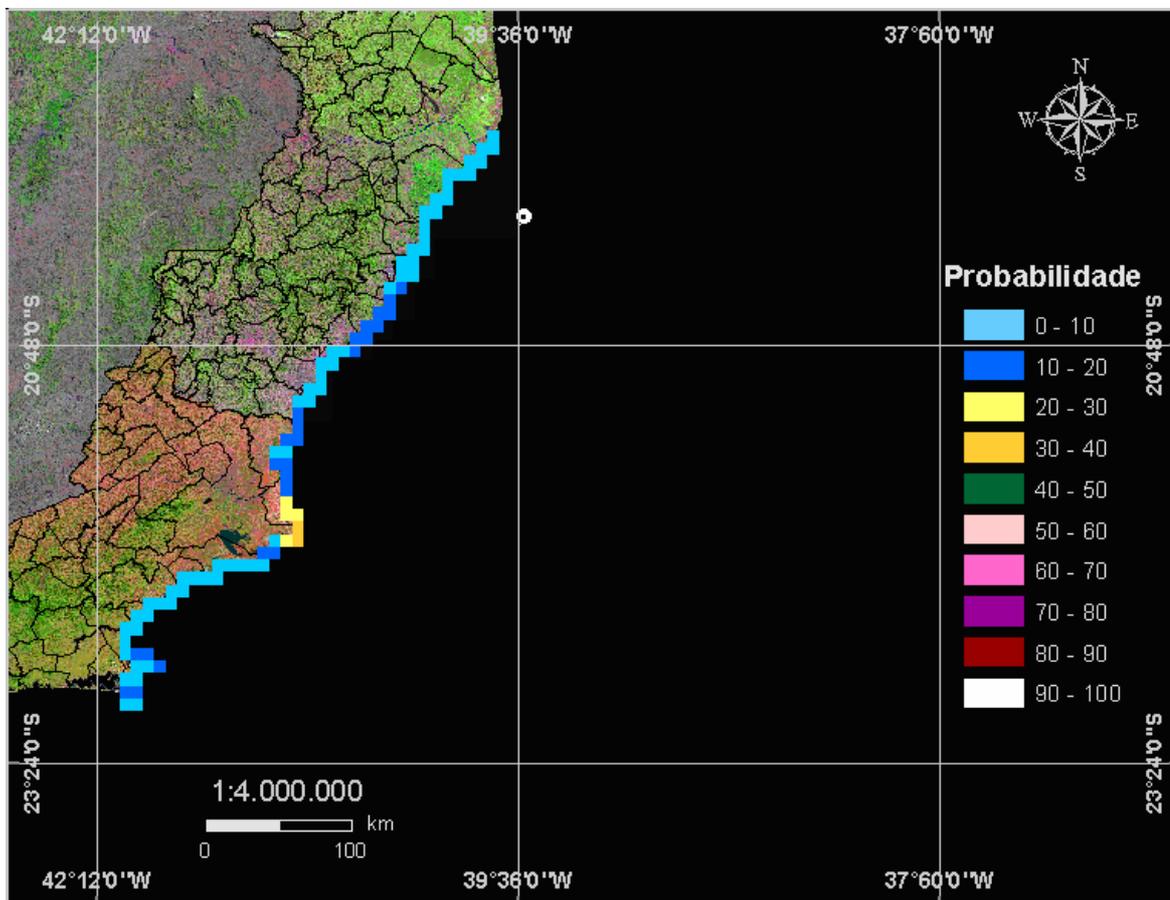


**Figura II.6.2.2.1-9** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de inverno (junho a agosto) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias.

Os resultados das duas modelagens realizadas, tanto para a situação de inverno como para a de verão, indicaram que haverá um toque da mancha de óleo com a linha de costa, confirmando que o ambiente costeiro poderá ser atingido em caso de perda do inventário total da carga de óleo da unidade FPSO-Capixaba. Esta situação confirma que, neste cenário, o impacto de contaminação ambiental por derrame acidental de óleo assumirá uma **grande** magnitude.

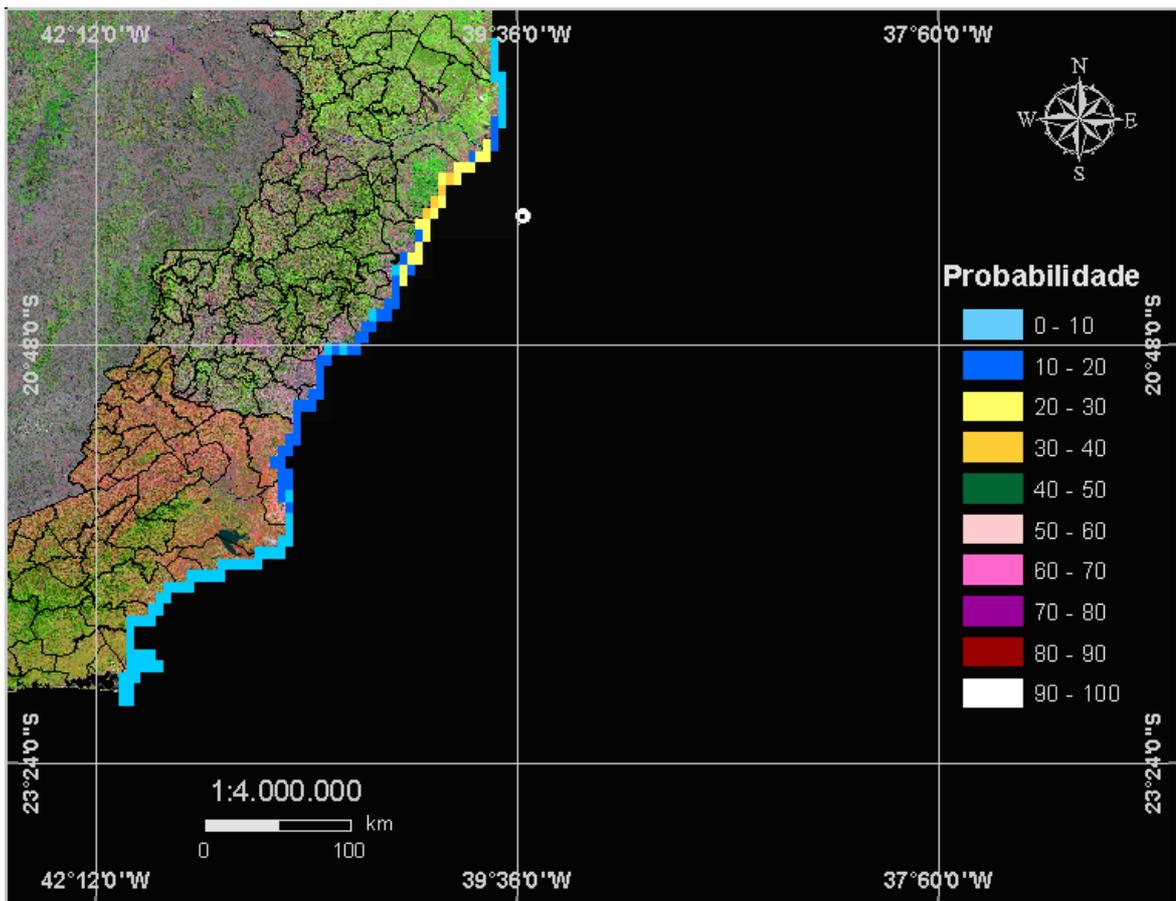
Na Figura II.6.2.2.1-10, a seguir, pode ser verificado que, para o cenário simulado com derrame de “pior caso” em condições de verão, existe probabilidade de toque na costa em toda a região compreendida entre Arraial do Cabo (RJ) e

Linhares (ES), em ponto situado ao norte da foz do rio Doce. Pode ser observado que a maior probabilidade de toque (entre 30 e 40%) ocorre nos municípios de São João da Barra e Campos de Goytacazes (RJ), litoral norte do estado do Rio de Janeiro.



**Figura II.6.2.2.1-10** - Probabilidades de toque na costa para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias

Conforme mostra a Figura II.6.2.2.1-11, a seguir, a região da linha de costa com probabilidade de toque, engloba uma área que se estende, do município de São Mateus (ES) até Arraial do Cabo (RJ). Pode ser observado que a maior probabilidade de toque (entre 30 e 40%) ocorre no município de Aracruz (ES). Neste cenário, os municípios de Aracruz e Linhares (ES) se destacam, com volumes máximos que podem chegar aos seu litoral, de cerca de 15.000-20.000 m<sup>3</sup>.



**Figura II.6.2.2.1-11** - Probabilidades de toque na costa para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de inverno (junho a agosto) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias

Cabe ressaltar que as manchas de dispersão do óleo apresentadas nas diversas figuras anteriores representam a variação da probabilidade de toque, num intervalo de 0 a 100%, conforme indicado nas legendas.

As figuras representam a probabilidade da mancha estar em um dado local após o fim do tempo de simulação. Assim, cabe ressaltar que a área representada nas figuras não é referente à forma final que a mancha terá no caso de um derrame. Ou seja, não pode ser interpretada e não representa a "extensão da mancha", e sim que as áreas representadas nas referidas figuras mostram qual a probabilidade da mancha atingir um ponto A, B, ou C, tendo em vista as condições e cenários utilizados.

Deve-se ainda ressaltar que as simulações não consideram os efeitos de desagregação da mancha devido à ação de ondas ou mesmo ações de controle do derrame pelo homem, envolvendo o uso de barreiras, dispersão mecânica ou outros recursos. Neste sentido, cabe ainda destacar a existência do Plano de Emergência Individual (PEI), elaborado para a unidade que irá operar no campo de Golfinho durante o desenvolvimento da produção (FPSO Capixaba), o qual encontra-se anexo a este documento. Neste PEI estão descritos os recursos a serem disponibilizados, em situações acidentais, para combate as manchas de óleo ao longo de toda a costa dos municípios localizados na área de influência do empreendimento.

Fica, no entanto, estabelecida a necessidade de se contemplar adequadamente este tipo de incidente e seus desdobramentos no Plano de Emergência, independentemente da probabilidade de ocorrência, especialmente quando as ações de controle da emergência têm influência considerável sobre os possíveis impactos ambientais.

Os derrames de óleo no mar caracterizam-se por um rápido espalhamento superficial, seguido pelo deslocamento da mancha formada em função da ação das correntes e ventos (Hould, 1972). Os hidrocarbonetos constituintes do petróleo apresentam uma baixa solubilidade na água, permanecendo concentrados em um filme superficial, sujeito aos processos de evaporação, biodegradação, oxidação fotoquímica, emulsificação e precipitação, neste último caso se interagirem com partículas sólidas em suspensão na água do mar.

Os hidrocarbonetos oriundos do petróleo, quando em ambiente marinho, dissolvem-se, em parte, na coluna d'água, podendo ser degradados por bactérias. No entanto, os principais componentes tóxicos são fortemente estáveis e persistentes no meio. Naftenos, ciclo-hexanos, benzenos e outros acumulam-se nos sistemas vivos e são conhecidos pelos efeitos crônicos sub-letais, mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos (UFBA, 1992). Dentre os prejuízos causados pelo óleo cru, destaca-se ainda que manchas de hidrocarbonetos na água formam uma película superficial que dificulta a troca gasosa com a atmosfera e impede a penetração de luz solar.

Caso ocorra um derrame acidental de óleo para o ambiente marinho, os efeitos do mesmo se manifestarão diretamente na qualidade das águas da região atingida, através de alterações das propriedades físico-químicas e biológicas, sendo a extensão destes efeitos diretamente proporcionais aos volumes derramados.

Os impactos potenciais desta contaminação na região *offshore* se concentram, principalmente, na comunidade biológica marinha que habita as águas superficiais, especialmente o plâncton, cujo poder de locomoção é limitado, estando sujeito à ação das correntes; sendo estes impactos diretamente proporcionais ao volume do óleo derramado e condicionados por fatores abióticos locais.

Os efeitos nos organismos planctônicos, apesar de pouco estudados, serão negativos, pois, além da morte pela toxicidade do produto, haverá uma modificação na densidade superficial da água dificultando a capacidade de sustentabilidade dos organismos no ambiente pelágico. Este impacto, contudo, não deverá ser de grande intensidade, pois esses organismos possuem ciclo de vida curto e alta taxa reprodutiva (IPIECA, 1991), além de ficarem pouco tempo expostos à pluma de descarte devido ao hidrodinamismo e a capacidade de diluição na região oceânica.

O contato da fauna nectônica, formada pelos grandes pelágicos, quelônios e cetáceos, com possíveis manchas de óleo na região do derrame acidental, pode ser considerado como pouco provável, apesar da mesma estar próxima da área de concentração e dentro da rota de algumas espécies que compõem este grupo. Isto é explicado pelo fato de que a área onde se encontrará a unidade é uma região aberta e com características que permitem uma ampla área de escape.

De qualquer forma, a preocupação com o efeito do óleo em comunidades nectônicas, em especial cetáceos, tem mobilizado a sociedade e a comunidade científica. As chances de cetáceos entrarem em contato com manchas ou resíduos de óleo são maiores quando os recursos petrolíferos são explorados em áreas costeiras, que também são locais de alimentação e reprodução para muitas destas espécies (principalmente de pequenos cetáceos).

Geraci & St. Aubin (1982) consideram, após estudos de difusão e dispersão do óleo, que a inalação de vapores de óleo podem prejudicar principalmente cetáceos, que vivem em baías ou espaços contaminados por um derrame. Populações residentes, assim como animais estressados, também são especialmente vulneráveis.

A contaminação por óleo do meio marinho pode, além de efeitos tóxicos ou danos diretos, estar associado com alterações na disponibilidade ou adequação dos recursos alimentares ou fatores essenciais do habitat. Espécies que principalmente predam peixes e invertebrados pelágicos, como, por exemplo, os cetáceos, podem ser afetados, pelo menos a nível local, em proporção direta aos impactos gerados sobre as espécies predadas (Moscrop & Simmonds, 1996).

Os efeitos em longo prazo somente podem ser acessados através de esforços de monitoramento (Geraci & St. Aubin, 1980). Contudo, a falta de informações pretéritas (abundância, distribuição e comportamento, entre outras) a respeito da população de cetáceos atingida, em muitos casos, impede uma real avaliação dos efeitos em longo prazo.

Com relação especificamente aos quelônios, a poluição das águas por petróleo, lixo, esgoto, pode interferir na alimentação e locomoção e prejudicar o ciclo de vida desses animais. Neste caso, os efeitos serão observados com maior intensidade com a chegada do óleo derramado na costa, caso sejam atingidas enseadas ou baías com abertura restrita para o mar, além das praias onde ocorrem desovas.

Outro grupo que normalmente sofre bastante no caso de derrames de óleo é o das aves marinhas, que ao entrarem em contato com o óleo, além de sofrerem com intoxicação, têm suas penas impregnadas pelo mesmo e acabam por perder a capacidade de vôo e morrem afogadas.

A magnitude do efeito da contaminação ambiental por derrame acidental de óleo depende, como citado anteriormente, do volume de óleo derramado. O derramamento acidental de grandes quantidades de óleo provoca a morte de

peixes por contato direto. Contatos freqüentes com o óleo em suspensão na água podem também promover a bioacumulação de hidrocarbonetos aos tecidos e, portanto, contaminar o pescado ou outros recursos pesqueiros.

Na região oceânica esses efeitos deverão ser minimizados devido ao hidrodinamismo e a capacidade de diluição/dispersão/degradação do óleo. Todavia, considerando-se que a mancha atingiria a linha de costa, os diversos ecossistemas existentes poderão ser atingidos, a exemplo de manguezais, praias, costões rochosos, ampliando de forma significativa os efeitos deste impacto para diversas outras espécies animais e vegetais que habitam os ambientes costeiros e estuarinos existentes na região. Acrescente-se ainda que ao longo desta área de costa com possibilidade de ser atingida por óleo encontram-se algumas Unidades de Conservação, conforme pode ser observado no mapa de sensibilidade ambiental apresentado no Capítulo II.5.4 - Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental, do presente estudo.

A região costeira entre o município de Aracruz e Linhares (ES) seria atingida primeiramente, e com o deslocamento da mancha, em ambas as situações (verão e inverno), esta atingiria também outras áreas da costa. Nestes trechos do litoral inicialmente atingidos existem ecossistemas de relevância ambiental, entre elas a foz do rio Piraquê-Açu, com seus manguezais, no município de Aracruz, e a foz do rio Doce, no município de Linhares, além de unidades de conservação, praias e costões rochosos que se distribuem pelas áreas a serem atingidas com o avanço da pluma de contaminação por óleo.

Desta forma, no trecho de costa onde poderia haver o toque da mancha de óleo as conseqüências seriam desastrosas, com danos severos em vários habitats sensíveis, notadamente aqueles referentes aos ecossistemas mais frágeis, como os manguezais existentes na foz de diversos rios e das lagoas existentes junto à linha de costa.

Destaca-se que este cenário crítico ocorreria caso nenhuma ação de controle fosse tomada. No entanto, existem algumas ferramentas e estratégias de combate de derrame de óleo no mar que são previstas e implementadas pela Petrobras, como os Planos de Emergência Individual e os Centros de Defesa Ambiental.

Com relação aos potenciais efeitos e conseqüências de um vazamento deste porte sobre o meio socioeconômico, sobretudo às atividades de pesca e turismo nas regiões atingidas, o impacto “Derrame de Óleo com Prejuízos à Pesca e ao Turismo”, aborda estas questões e encontra-se descrito no meio socioeconômico.

Considerando-se a terceira hipótese, de derramamento do volume de pior caso, o impacto ambiental potencial a ser causado foi classificado como de **forte** magnitude, uma vez que a modelagem realizada indicou que o derrame referente a um vazamento deste porte poderia expor uma extensa área em ambiente marinho, além de se apresentar com probabilidade de atingir a região costeira.

Independente da magnitude que este impacto possa ocorrer, ele foi classificado como **negativo e temporário**. Com relação à área de abrangência, caso ocorra o vazamento do pior cenário, este impacto poderia atingir toda a área de influência indireta dos meios físico e biótico, sendo, portanto classificado como **regional**.

Devido às características do ambiente onde se desenvolverá a atividade exploratória, em mar aberto, pode-se definir como **reversível** este impacto, mesmo tratando-se de um impacto que atingiria uma forte magnitude, uma vez que o derrame referente ao volume de pior caso poderia expor uma extensa área em ambiente marinho, além da linha de costa, como indicaram as modelagens realizadas. Ressalta-se, contudo, que a reversibilidade deste impacto sobre a região costeira se daria em longo prazo e a uma dispendiosa tarefa de recuperação dos ecossistemas atingidos.

Ainda, como uma hipótese acidental, este impacto caracteriza-se por ser **indireto**. Com relação ao prazo para que este impacto potencial se manifeste, cabe ressaltar que, como se trata de um impacto decorrente de acidentes, o mesmo poderá se manifestar tanto imediatamente, como a médio ou longo prazos, ou ainda nem mesmo ocorrer durante o desenvolvimento da produção do Campo de Golfinho. No entanto, os efeitos negativos de um derramamento de óleo no mar são sentidos imediatamente após o evento (impacto **imediat**o).

Cabe destacar que durante a discussão deste impacto, que somente ocorrerá em casos acidentais, considerou-se, em sua classificação e valoração, as situações presumíveis e previsíveis nas modelagens realizadas a partir de diversas situações acidentais.

Desta forma, embora esse impacto tenha sido classificado como de forte magnitude, a análise histórica de acidentes com diversas unidades similares àquela a ser utilizada no empreendimento Golfinho indica que a probabilidade de ocorrência de acidentes desta magnitude é pequena, conforme pode ser observado nas considerações a seguir.

Estas considerações têm como referência a publicação *Worldwide Offshore Accident Databank - WOAD*, edição 1998, cujo banco de dados contém a análise estatística de acidentes que ocorreram em atividades *offshore* no período de 01 de janeiro de 1970 a 31 de dezembro de 1997. Os resultados da estatística dos acidentes abrangem os períodos distintos de 1970 a 1980 e de 1980 a 1997, e são apresentados para os seguintes tipos de unidades:

- Unidades fixas,
- Unidades móveis e
- Outras unidades.

O FPSO-Capixaba se encaixa no item “Outras”, que por definição do WOAD engloba unidades flutuantes de estocagem e transferência, navios de produção, sistemas submarinos de produção, etc. Os principais dados obtidos no banco de dados do WOAD foram coletados a nível mundial, considerando o período mais recente (1980 a 1997), e foram classificados conforme 21 causas iniciadoras com o resultado apresentado na Tabela II.6.2.2.1-6, a seguir.

**Tabela II.6.2.2.1-6 - Tipo de Acidente versus Número de Ocorrências, considerando “Outras Unidades”**

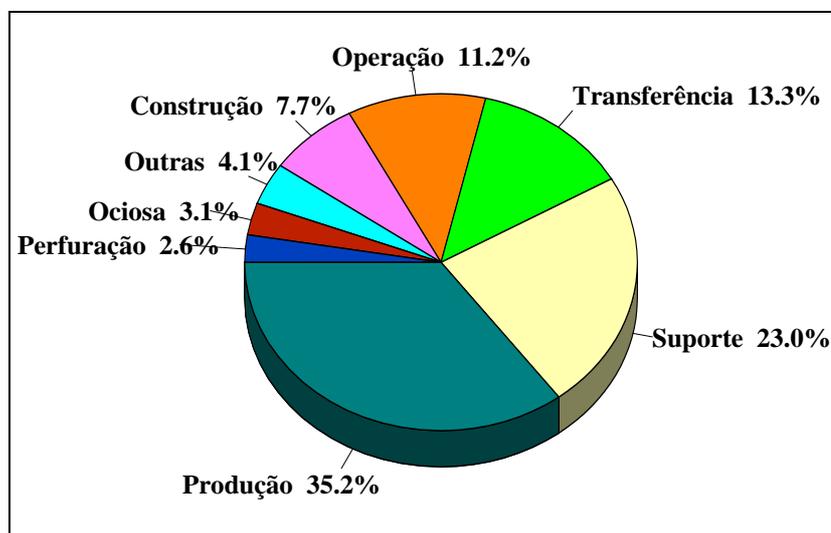
<b>Tipo de Acidente</b>	<b>Número de Ocorrências</b>
<b>Falha da Âncora</b>	13
<b>Blowout</b>	3
<b>Tombamento</b>	7
<b>Colisão</b>	29
<b>Contato</b>	24
<b>Acidente com guindaste</b>	16
<b>Explosão</b>	6
<b>Queda de Material</b>	6
<b>Incêndio</b>	17
<b>Afundamento</b>	12
<b>Encalhe</b>	14
<b>Acidente com Helicóptero</b>	2
<b>Entrada de Água</b>	5
<b>Adernamento</b>	2
<b>Falha das Máquinas</b>	1
<b>Fora de Posição</b>	25
<b>Vazamento de Produto</b>	74
<b>Danos Estruturais</b>	35
<b>Acidente durante reboque</b>	14
<b>Problemas no poço</b>	2
<b>Outros</b>	8

Analisando-se os dados apresentados pode-se observar que o Vazamento de Produto é o acidente com maior número de ocorrências, seguido de Danos Estruturais. Foi também realizada a distribuição do tipo de acidente de acordo com o modo de operação na hora do acidente, com o resultado apresentado na Tabela II.6.2.2.1-7, a seguir:

**Tabela II.6.2.2.1-7 - Número de Ocorrências por Modo de Operação**

Modo de Operação	Número de Ocorrências
Perfuração	5
Ociosa	6
Operação	22
Produção	69
Construção	15
Suporte	45
Transferência	26
Outras	8
<b>TOTAL</b>	<b>196</b>

Cabe lembrar que na classificação adotada pelo WOAD, a atividade de operação inclui as atividades de teste, completação, abandono, mobilização, desmobilização ou carregamento, enquanto a atividade de produção corresponde à atividade principal relacionada à produção e injeção. Observando-se a Figura II.6.2.2.1-12 a seguir pode-se verificar que aproximadamente 35 % dos acidentes ocorreram nas fases de produção.



**Figura II.6.2.2.1-12 - Distribuição dos Acidentes versus Modo de Operação**

Com relação à severidade dos danos ao meio ambiente, decorrente dos acidentes identificados, os mesmos foram subdivididos a partir da seguinte subdivisão com relação aos produtos vazados:

<b>Óleo Cru</b>	Óleo cru e óleo lubrificante
<b>Óleo e gás</b>	Óleo e gás, ambos para o mar
<b>Gás</b>	Gás natural, incluindo gás combustível e gás sulfídrico
<b>Óleo Leve</b>	Óleo combustível aquecido, óleo hidráulico, condensado, metanol, glicol, óleo diesel ou lama a base de óleo
<b>Produtos Químicos</b>	Produtos químicos, lama a base de água para o mar ou para o ar

Foi também realizada uma distribuição de acordo com a dimensão dos vazamentos, conforme o seguinte critério:

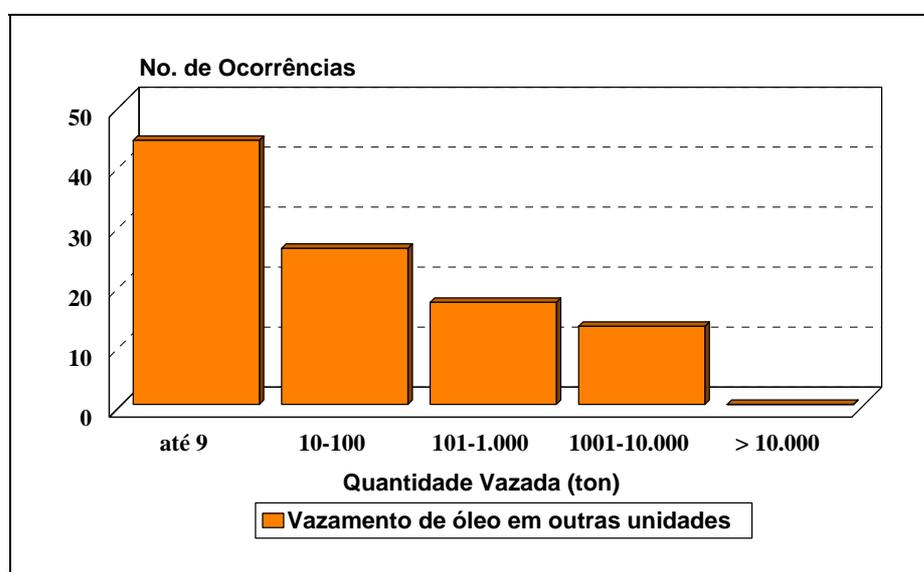
<b>Pequeno</b>	Vazamentos de 0 – 9 toneladas (0 a 11 m <sup>3</sup> );
<b>Moderado</b>	Vazamentos de 10 – 100 toneladas (12 a 125 m <sup>3</sup> );
<b>Significante</b>	Vazamentos de 101 – 1.000 toneladas (126 a 1.250 m <sup>3</sup> );
<b>Grande</b>	Vazamentos de 1.001 – 10.000 toneladas (1.251 a 12.500 m <sup>3</sup> );
<b>Muito Grande</b>	Vazamentos > 10.000 toneladas (> 12.500 m <sup>3</sup> ).

Na Tabela II.6.2.2.1-8, a seguir, apresenta-se à distribuição dos acidentes que geraram vazamentos ocorridos de acordo com o produto vazado e a dimensão do vazamento, considerando todas as unidades móveis.

**Tabela II.6.2.2.1-8 - Tipo de Vazamento versus Dimensão do Vazamento. Número de Acidentes / Incidentes com Vazamento – Outras Unidades**

TIPO DE VAZAMENTO	DIMENSÃO DO VAZAMENTO					
	Pequeno	Menor	Significante	Grande	Muito Grande	Desconhecida
Óleo Cru	17	12	7	5	-	6
Óleo e Gás	2	1	1	1	-	3
Gás	5	-	-	-	-	9
Óleo Leve	5	1	1	1	-	-
Produtos Químicos	-	1	-	-	-	-
Outros	-	-	-	-	-	-

Utilizando-se somente os dados anteriores sobre os vazamentos de óleo cru, óleo e gás e óleo leve cujas dimensões são conhecidas podemos identificar que, neste período de 18 anos, 44% das ocorrências foram de pequenos vazamentos (quantidades inferiores a 9 ton) conforme indicado na Figura II.6.2.2.1-13 a seguir. Da mesma forma, pode-se observar que no período considerado não ocorreu nenhum acidente com vazamento de qualquer produto, inclusive óleo, cuja taxa de vazamento pudesse ser classificada como muito grande, com volumes a partir de 12.500 m<sup>3</sup>. Cabe ainda destacar que este volume de 12.500 m<sup>3</sup> é bastante inferior ao volume considerado como descarga de pior caso analisado neste impacto, que é de 350.000 m<sup>3</sup>.



**Figura II.6.2.2.1-13** - Magnitude dos Vazamentos vs Nº de ocorrências para os vazamentos conhecidos de óleo, óleo/gás e óleo leve

Com relação as taxas de vazamentos tomou-se por base os dados publicados pelo *US Mineral Management Service – MMS* em seu relatório MMS 2000-001 “*Gulf of Mexico Deepwater Operations and Activities*”.

A taxa de vazamento de um FPSO, considerando as unidades localizadas no Golfo do México no período de 1986 a 1999, é de 0,56 vazamentos/BBO manuseado (*Billion Barrels of Oil – Bilhões de Barris de Óleo*). Fazendo-se uma

comparação entre a quantidade vazada e a quantidade produzida tem-se uma taxa de perda de 2,9 bbl a cada milhão de barris produzidos.

A taxa de vazamento para Navios Aliviadores servindo FPSO's, considerando-se as unidades que transitaram no Golfo do México no período de 1986 a 1999 e apenas vazamentos com volume igual ou superior a 1000 barris, é de 0,51 vazamentos/BBO manuseado em alto mar e de 0,70 vazamentos/BBO manuseado em águas costeiras próximas ao porto. O valor médio de um vazamento nestes navios é de 9.000 bbl por ocorrência.

Diante do exposto, ratifica-se a afirmação de que, embora esse impacto tenha sido classificado como de **forte** magnitude, a probabilidade de ocorrência de acidentes envolvendo a perda de volumes equivalentes ao considerado no impacto de pior caso para a unidade FPSO-Capixaba é muito pequena.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Desenvolvimento de comunidades incrustantes</b>	

A grande maioria dos organismos bentônicos reproduz-se por larvas, que nadam livre na coluna d'água. Após um breve desenvolvimento larval, elas tendem a se fixar em estrutura consolidada, que pode ser uma rocha ou qualquer substrato submerso na água.

O período que uma larva permanece na coluna d'água está relacionado diretamente ao seu período de dispersão (Ventura & Pires, 2002). Scheltema (1989) propôs diversas categorias para classificar o tempo de permanência das larvas de invertebrados no plâncton que variavam de poucas horas até dois meses a um ano.

A disponibilidade de substratos artificiais consolidados permitem o recrutamento dessas larvas presentes na massa d'água que morreriam caso não encontrassem espaço disponível para sua fixação. O desenvolvimento destas

comunidades biológicas incrustantes ocorre com maior diversidade na zona fótica, entretanto inúmeras outras espécies também utilizam o substrato consolidado em águas mais profundas.

A disponibilidade do substrato consolidado, representado aqui pela presença das linhas e do gasoduto, e do sistema de ancoragem da unidade de produção, iniciará desde a Fase de Implantação, quando serão lançadas as linhas e o gasoduto e se estenderá por toda a Fase de Produção.

Nos ambientes profundos, as condições de baixa temperatura, ausência de luz e reduzida disponibilidade de larvas influem diretamente sobre o desenvolvimento de comunidades incrustantes, tornando-o proporcionalmente muito mais lento que aquele observado em áreas rasas. Entretanto, estruturas rígidas presentes nestas áreas também sofrerão o processo de incrustação.

As estruturas submersas da unidade disponibilizarão um substrato para a fixação de organismos bentônicos incrustantes. A introdução desses organismos, que ocorre em abundância nos ecossistemas costeiros, na região oceânica ocorrerá naturalmente devido a sua presença no casco da unidade e das condições de temperatura e salinidade da água Tropical. Bivalvos, moluscos gastrópodes, poliquetos, alguns crustáceos e equinodermos (Ventura & Pires, 2002) poderiam ser incluídos como organismos potencialmente capazes de povoarem essas instalações. Na locação da unidade, os indivíduos incrustados no casco continuarão seus ciclos de vida renovando as populações incrustadas e povoando novas estruturas submersas, como os dutos e a coluna ligada ao poço.

O fenômeno da incrustação está sendo recentemente considerado como um vetor importante na introdução de espécies “exóticas” (Gollasch, 2002; Silva & Souza, 2004). Neste caso esta questão não se aplica uma vez que o trânsito de embarcações de lançamento das linhas e do gasoduto, de apoio e a unidade de produção, se dariam em área sob mesmas condições ambientais.

A introdução de espécies incrustantes, no ambiente, pode ser considerada **positiva**, pois além de contribuir com um aumento da diversidade e biomassa

em um ambiente oligotrófico, essas comunidades aumentam a disponibilidade de alimento, principalmente para a ictiofauna (Villaça, 2002). Ressalta-se que esta modificação estará restrita ao local em torno do FPSO-Capixaba e ao longo do gasoduto. Ao final do processo, a presença desses organismos incrustados servirá como base para o desenvolvimento de estrutura semelhante a um “recife artificial”.

Deve-se destacar que a colonização dos organismos bentônicos é rápida, dependendo do ciclo de vida dos organismos incrustantes. O fato é que o tempo de atividade da unidade será suficiente para o desenvolvimento de uma comunidade costeira na região oceânica (Levington, 1995) o que permite classificar este impacto com prazo de ocorrência **imediate**, sendo uma consequência **direta** do empreendimento.

Este impacto foi considerado, ainda, como **temporário**, porque quando a unidade sair da locação levará consigo toda a comunidade incrustada retornando o ecossistema pelágico às condições locais anteriores a presença da unidade, com a fauna e flora planctônica características de ambientes oligotróficos e com a comunidade bentônica característica de grandes profundidades. Da mesma forma haverá uma **reversibilidade** do desenvolvimento da atividade de incrustação na área com a retirada das linhas e da unidade de produção.

Por outro lado, o gasoduto permanecerá na área disponibilizando um substrato a princípio **permanente** na região, e desta forma a atividade de incrustação da comunidade bentônica também permanecerá ocorrendo.

Levando-se em conta sua importância na estruturação de comunidades e o seu caráter local, este impacto deve ser considerado de **média** magnitude, pois ocorrerá uma modificação na biota oceânica com a introdução de uma comunidade que não pertence ao ecossistema "bentos de águas profundas".

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Atração e desenvolvimento de organismos marinhos</b>	

A presença física de uma estrutura tridimensional artificial, como dutos, linhas e unidade de produção de hidrocarbonetos, favorece a fixação de comunidades biológicas incrustantes, conforme analisado no impacto anterior. Esta incrustação estimula o desenvolvimento de uma flora (algas) e fauna (animais) que atraem outros organismos que passam a ocupar o sistema no entorno dessa estrutura, principalmente para a alimentação (Villaça, 2002). As unidades acabam funcionando de forma análoga a um recife artificial, fornecendo abrigo, através de sobreamento, e alimentação, pelo organismos aí incrustados e pelos descartes de substâncias orgânicas (Lima & Menezes, 2000).

A atração é mais significativa entre as espécies pelágicas que realizam grandes deslocamentos (Jablonski *et al.*, 1998) e nas espécies que vivem associadas a recifes, naturais e artificiais. Entre os representantes dessa fauna, podemos citar algumas espécies de grandes peixes pelágicos, a exemplo das espécies *Choryphaena hippurus* (dourado), *Thunnus albacares* (albacora-laje) e *T. alalunga* (albacora-branca). Outro grupo zoológico que freqüentemente é atraído por essas estruturas são as lulas que possuem fototactismo positivo e concentram-se ao redor de ilhas oceânicas principalmente em período reprodutivo.

Com relação aos cetáceos e quelônios, existem poucas informações documentadas sobre o efeito da presença de uma plataforma nas rotas destes animais.

A atração, por si só, não se traduz como uma vantagem ambiental, sendo, entretanto, mais importante o desenvolvimento de espécies residentes no entorno das unidades. Neste caso seriam espécies de peixes bênticos associados a substrato consolidado que recrutam junto a unidade de produção e fecham todo o ciclo biológico nas estruturas que comportam, em um único ambiente, indivíduos juvenis e matrizes. Este cenário representaria

funcionalmente um “recife artificial”. Helvey (2002) em um estudo realizado em plataformas de petróleo e gás, em atividade na Califórnia (EUA), considerou estas como *Essential Fish Habitat* mostrando que as plataformas atraem e constituem comunidades de peixes nos locais de fundeio e proximidades, aumentando muito a produtividade da atividade pesqueira na área de entorno. Alguns trabalhos têm sugerido, inclusive, o uso de plataformas desativadas como estruturas recifais (Cripps & Aabel, 2002). Como existe uma área de exclusão da atividade pesqueira no entorno das unidades, estas poderiam se tornar Áreas Marinhas de Proteção que teriam a vantagem de preservar estoques de reprodutores e recrutas, contribuindo para a conservação das espécies consideradas ameaçadas (Shirai & Harada, 2003).

Topolski & Szedlmayer (2004) sugerem que os bleniídeos *Scartella cristata*, *Hypleurochilus multifilis*, *Hypsoblennius inermis* e *Parablennius marmoratus* estão associadas a craca *Megabalanus antillensis* que permite sua existência na região oceânica (shallow waters) no Golfo do México. Dagorne (2004) observou a atração de balistes em bancos artificiais a 3,5 km da costa.

O efeito atrator das linhas, do gasoduto e da unidade sobre a biota será **imediate**, pois, como observado anteriormente, as condições que favorecem a incrustação estariam disponíveis imediatamente.

A presença da plataforma tem, portanto, um impacto **direto** sobre a comunidade, pois, atuando como um “recife artificial”, permitirá o desenvolvimento de uma diversidade de organismos marinhos na sua superfície e no seu entorno. Esta função permite considerar este impacto como **positivo** e de **forte** magnitude para o ambiente oceânico. Lima *et al.* (2000) registraram, por exemplo, uma concentração da frota atuneira ao redor da quebra da plataforma continental e no talude (80 a 500 m), em especial no norte fluminense em função das plataformas, o que colabora para a avaliação da magnitude deste impacto..

A atração de peixes que realizam grandes deslocamentos e de organismos residentes no entorno das unidades poderá ter como consequência a atração, também, de aves marinhas costeiras e oceânicas em busca de alimento, além das estruturas das plataformas permitirem o repouso destas aves. Desta forma,

este impacto foi considerado um impacto **regional**. As aves marinhas, em especial as aves oceânicas, são organismos extremamente especiais, pois passam a maior parte de suas vidas no oceano, freqüentando a terra firme, normalmente ilhas, apenas para reprodução e nidificação. Não é esperado, contudo, que a plataforma tenha esta função, ao contrário, a estrutura das unidades oferecem mais riscos do que refúgios para estes animais.

Considerando que a presença da atividade na locação será por um tempo definido, este impacto foi considerado **temporário** e **reversível**, pois o efeito atrator exercido pelas linhas e unidade de produção será revertido quando do seu descomissionamento.

Assim como no impacto de “Desenvolvimento de comunidades incrustantes”, a disponibilidade do substrato consolidado que exercerá o efeito atrator, iniciará desde a Fase de Implantação. Desta forma, esta fase também foi incorporada na descrição deste impacto.

Como o gasoduto permanecerá disponibilizando um substrato para a atração, este efeito pode, neste caso, ser considerado **permanente** na região. Da mesma forma, o efeito atrator para comunidades de peixes demersais permanecerá.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Interferência no ambiente marinho por descarte de água de produção</b>	

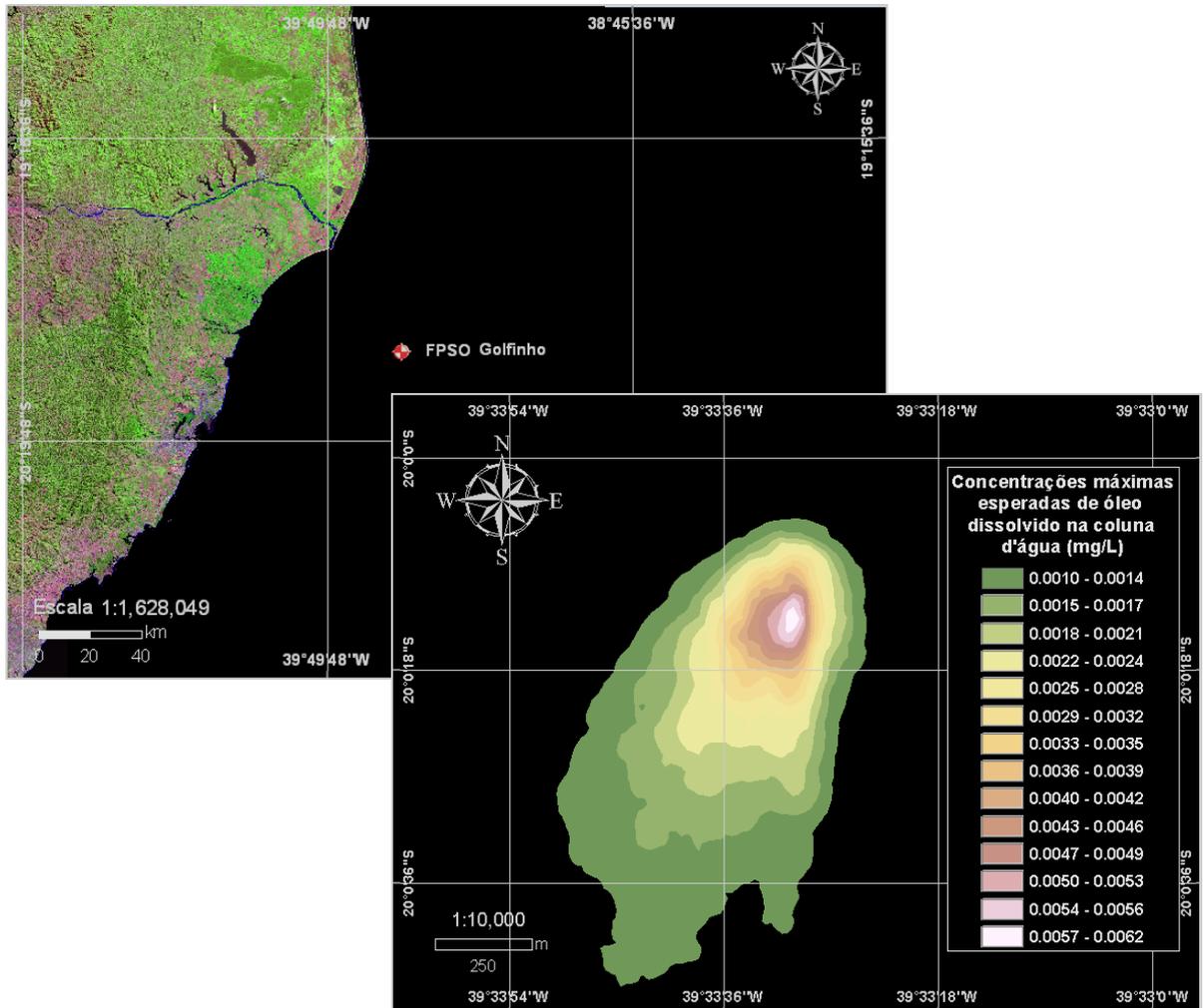
A água de produção consiste de uma água de formação natural presente nos reservatórios de óleo e gás, cuja composição compreende compostos orgânicos e inorgânicos incorporados ao longo de sua formação geológica, bem como eventuais contribuições decorrentes de processos de intervenção nos poços durante o período de produção. Os principais constituintes da água de produção são sais inorgânicos, hidrocarbonetos e elementos metálicos presentes em concentrações muito variáveis.

Estudos detalhados realizados pela E&P FORUM (1994), associação internacional de companhias de petróleo, versando sobre o comportamento e os efeitos da água de produção descartada no Mar do Norte, indicam fatores médios de diluição dos efluentes na região da ordem de 300 a 1000 vezes em um raio de dezenas de metros do ponto de descarte. O mesmo estudo afirma que a diluição mínima do efluente necessária para que não haja efeitos da contaminação na biota é atingida entre 10 e 100 metros de distância do ponto de descarte, dentro de um período máximo de 5 minutos após sua introdução na água do mar. No estudo de dispersão da pluma no campo próximo, apresentado nesse EIA, verificou-se, conforme apresentado na Tabela II.6.1.2.1-9, que o efluente apresenta uma diluição de 100 vezes a alguns poucos metros do lançamento, tanto no período de verão quanto de inverno. A maior extensão da pluma, a partir do ponto de descarte é de, aproximadamente, 140 m no período de inverno, para a vazão máxima.

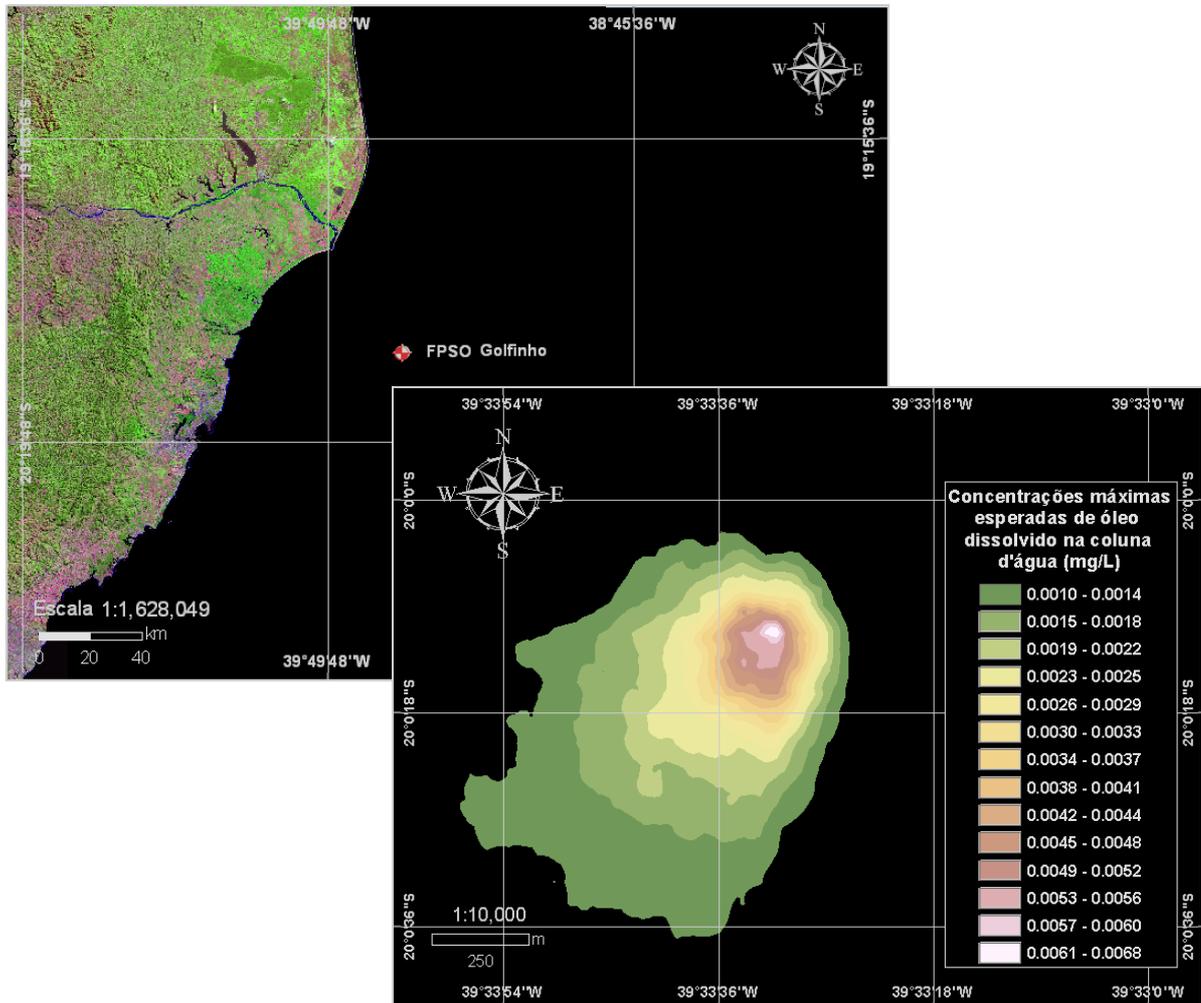
**Tabela II.6.1.2.1-9-** Distâncias relativas ao ponto de lançamento e respectivas diluições.

DILUIÇÃO (VEZES)	DISTÂNCIA (m) A PARTIR DO PONTO DE LANÇAMENTO					
	VERÃO			INVERNO		
	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁXIMA	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁXIMA
100	3,1	3,9	5,2	2,8	3,6	4,7
500	15,5	19,5	25,9	14,1	17,9	23,7
1.000	30,9	39,1	51,7	28,3	35,7	47,4
1.500	46,4	58,6	77,6	42,4	53,6	71,1
2.000	61,9	78,2	103,5	56,5	71,5	94,8
3.000	92,9	117,3	-	84,8	107,2	-
4.000	-	-	-	113,1	-	-

Conforme os resultados apresentados para o campo próximo, o óleo presente na água produzida sofre uma diluição inicial maior que 2.000 vezes a, aproximadamente, 100 metros de distância da FPSO-Capixaba. Portanto, a maior concentração esperada para o campo próximo corresponde a aproximadamente 0,0081 mg/L no verão e 0,0067 mg/L no inverno. Após 24 horas de simulação, o maior diâmetro da pluma foi de, aproximadamente, 1.000 m nos períodos de verão e de inverno. Nas Figuras II.6.2.2.1-14 e II.6.2.2.1-15, são apresentados os cenários de pior caso simulados para o verão e o inverno, respectivamente.



**Figura II.6.2.2.1-14** - Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de verão (janeiro a março), com vazão de 8.027,80 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas



**Figura II.6.2.2.1-15** - Concentrações máximas esperadas de óleo dissolvido na coluna d'água, proveniente do descarte da água de produção da unidade FPSO-Capixaba, durante os meses de inverno (junho a agosto), com vazão de 8.027,80 m<sup>3</sup>/dia e após 24 horas.

O impacto deste descarte afetará principalmente a comunidade pelágica e seu efeito estará relacionado ao volume ocupado pela pluma e ao tempo que estes organismos ficarem expostos a ela. Quanto mais rapidamente a diluição do efluente ocorrer, menor será seu impacto na comunidade local. Pelo exposto acima, espera-se que haja um impacto **negativo** e **local** na comunidade pelágica, basicamente os organismos planctônicos (neuston), no entorno da unidade.

O lançamento contínuo da água de produção pode levar a alterações **diretas** e **imediatas** nas características químicas naturais das águas, mas este efeito, em função do volume, das características hidrodinâmicas da área, da capacidade de diluição da água de produção e do tempo de exposição das comunidade bióticas, deverá ser de **fraca** magnitude. Além disso, cessada a produção de óleo e, conseqüentemente, de água de produção, as condições naturais da massa d'água serão reestabelecidas devido a sua grande capacidade de suporte, o que caracteriza este impacto como **temporário** e **reversível**.

No que tange à possibilidade de contaminação dos sedimentos locais, através de precipitação de compostos insolúveis e via absorção nos sólidos em suspensão que sedimentam, a grande profundidade local e a circulação das águas provocam uma distribuição bastante ampla na região, não configurando assim uma zona preferencial de acúmulo nos sedimentos marinhos. Esta colocação é corroborada pelo resultado do estudo de modelagem, que demonstrou que a água produzida descartada, penetra na massa d'água e afunda, mas não ultrapassa a profundidade de cerca de 40 m.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Alteração da qualidade do ar</b>	

A operação da unidade FPSO-Capixaba irá gerar emissões gasosas a partir de diversas fontes, sendo a principal a combustão do gás natural nos equipamentos como o turbocompressor e os geradores, e a queima do excedente de gás natural no *flare* da unidade.

Os gases provenientes do funcionamento dos motores, turbinas e caldeiras, que utilizam como combustível óleo diesel e gás combustível, são CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, hidrocarbonetos parcialmente oxidados, traços de SO<sub>2</sub> e alguns carbonilados minoritários como aldeídos e cetonas. O sistema de gás combustível poderá liberar gás natural em reduzidos volumes, por ocasião de despressurizações em emergências ou mesmo para manutenção. A liberação em operação normal para

purga do sistema pode ser considerada irrelevante. Quanto à qualidade, estas emissões se caracterizam por serem hidrocarbonetos, cujo componente principal é o metano.

O gás produzido no FPSO-Capixaba será em parte consumido internamente, através do sistema de gás combustível e gás *lift* para os poços, enquanto o restante será encaminhado ao continente através de um gasoduto. Apenas uma pequena parte será permanentemente queimada no *flare* da unidade, de forma a manter a chama piloto acesa para eventual necessidade de despressurização da planta. Estima-se este volume de queima no *flare* em 10.000 Nm<sup>3</sup>/dia. Basicamente CO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> serão emitidos pelo sistema de chamas piloto devido às características de queima completa e com excesso de ar. Embora seja previsto que durante a operação normal somente o piloto dos queimadores seja mantido aceso, cada um dos sistemas do queimador é projetado para queima contínua de 2.500.000 Nm<sup>3</sup>/dia, para situações de emergência.

O sistema de *flare* tem a finalidade de coletar todos os alívios de segurança da planta de processo (todos os gases residuais que sejam liberados de válvulas de segurança de sobre-pressão (PSV), válvulas de sangria *blowdown valves* – *BDV* etc.), conduzindo-os para queima em local seguro e sem emissão de fumaça, durante a operação normal ou em situações de emergência.

Considerando-se as informações apresentadas acima, a princípio este impacto foi classificado, como **local**, visto que se espera que a alteração da qualidade do ar não ultrapasse a área no em torno do FSPO; **direto**, **negativo**, e **imediate**. Quanto a reversibilidade, considerou-se este impacto como **reversível**, uma vez que interrompida a fonte de emissões, as alterações causadas por estas emissões também serão revertidas.

Considerando-se que se trata de um impacto que estará ocorrendo somente em decorrência da operação da FPSO-Capixaba, classificou-se este impacto como **temporário**, e cabe lembrar que como não há outras unidades produtoras nas proximidades não são esperados efeitos de cumulatividade ou sinergismo.

Para a classificação de sua magnitude, considerou-se que o cenário de emissão de gases em regime normal de operação é de baixo potencial de impacto, e que operações em regime de emergência podem ocorrer, mas com baixa frequência e de forma rápida (devido aos sistemas de segurança disponíveis); associando-se a isto o fato da localização favorável da unidade em região com boas condições de dispersão, este impacto foi classificado como de **baixa** magnitude.

#### **II.6.2.2.2 - Meio Socioeconômico**

Os impactos sobre o meio socioeconômico ocorrerão em função das atividades do empreendimento previstas nas Fases de Planejamento e Mobilização, de Implantação, de Operação e de Desativação, concentrando-se, sobretudo, nas três primeiras fases.

De modo geral, os empreendimentos petrolíferos despertam, em sua fase de planejamento e mobilização, uma grande expectativa por parte da população, que via de regra, não identifica as diferenças existentes entre os levantamentos sísmicos, as perfurações de poços, os testes de produção de longo prazo e as atividades de produção comercial.

A primeira fase, além de gerar uma expectativa na população, tanto de caráter positivo quanto negativo, inicia um desencadeamento de transformações econômicas que tendem a perdurar ou ser incrementadas na Produção, a exemplo da atração de novos investimentos e da demanda por bens e serviços, que associados à geração de empregos, inicia um processo de dinamização da economia.

A produção comercial de campos portadores de hidrocarbonetos se caracteriza por ser a etapa mais duradoura deste processo de exploração e produção de petróleo, consistindo ainda em uma etapa onde os riscos de insucesso da atividade são quase inexistentes, uma vez que os reservatórios já foram avaliados, encontrando-se dimensionados e habilitados a produzir hidrocarbonetos.

Desta forma, os empreendimentos de produção aglutinam uma série de particularidades que permitem vislumbrar e dimensionar uma série de impactos positivos sobre o meio socioeconômico, comparativamente aos empreendimentos de perfuração podendo-se citar, como exemplo, o fato da existência de uma distribuição de royalties para as administrações municipais, estaduais e federal, além do longo período de tempo em que normalmente se desenvolvem as atividades de produção, sobretudo quando a mesma ocorre em áreas *offshore*, gerando maior número de postos de trabalho e de tributos a serem recolhidos. Ainda nesta Produção podem ser gerados conflitos e interferências com as atividades de pesca, visto que a exploração de petróleo *offshore* e a pesca são atividades que dividem o mesmo ambiente.

Com relação à área de influência do meio antrópico para o empreendimento Golfinho, que envolve um total de 24 municípios, sendo 11 no estado do Rio de Janeiro e 13 no estado do Espírito Santo, cabe destacar que os municípios deste último estado correspondem aqueles que serão mais impactados, tanto positiva, quanto negativamente, uma vez que se encontram neste estado os municípios recebedores de royalties, além do fato de toda a operação de logística *offshore* e portuária se processar pelos municípios de Vila Velha e Vitória, esta última, sede da Unidade de Negócios que irá gerenciar o empreendimento.

Neste sentido, cabe lembrar que os 11 municípios fluminenses foram inseridos na área de influência deste empreendimento em função das modelagens de dispersão de óleo terem apontado que, em caso de derrame de um volume equivalente à capacidade total de armazenamento do FPSO-Capixaba, a pluma poderia atingir a faixa litorânea dos mesmos. Quanto as demais atividades previstas pelo empreendimento não se espera qualquer impacto mais significativo nestes municípios do estado do Rio de Janeiro, a exemplo de pressões sobre a infra-estrutura urbana daqueles municípios.

Apresentam-se a seguir os impactos considerados para o meio socioeconômico, associando-os às atividades que os geraram.

Fases	Atividades
Planejamento e Mobilização	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>IMPACTO: Geração de expectativas</b>	

A partir das descobertas de petróleo em áreas *offshore* do litoral do estado do Espírito Santo, e, sobretudo depois de outubro de 2002, quando foram iniciadas as atividades da Petrobras no TLD (Teste de Longa Duração) no Bloco BC-60, uma série de notícias ocuparam o cenário nos meios de comunicação locais e nacionais. Porém, deve ser destacado que, no caso do Campo de Golfinho, existe um fator determinante que o diferencia da área de produção do sul do estado de Espírito Santo e que não pode ser ignorado: tanto o campo quanto os empreendimentos decorrentes da produção do mesmo encontram-se integralmente localizados no território e águas territoriais estaduais.

Para o caso específico de Golfinho, cujo projeto considera a exportação do gás excedente para o continente, cuja viabilização demandará a implantação de um gasoduto marítimo e terrestre para recebimento da produção em terra, além da construção de uma UPGN (Unidade de Produção de Gás Natural), conduz a afirmar que o começo destas atividades marca o início da produção comercial de hidrocarbonetos em águas profundas pertencentes à bacia sedimentar do Espírito Santo. É dizer, no caso do Projeto Golfinho, onde a área de produção localiza-se integralmente na plataforma continental correspondente ao estado do Espírito Santo, e, sendo um dos produtos a obter gás natural que será enviado por gasoduto diretamente para uma UPGN a ser construída em território capixaba, com atendimento dos *supply boats* desde o porto de Vitória, trata-se, sem dúvida, de um projeto-marco para o estado do Espírito Santo.

Isto determina a geração de expectativas elevadas com relação ao empreendimento, o que tem sido estimulado pelas manchetes vinculadas nos principais meios de comunicação do Estado e do país.

Destaca-se que em meios de comunicação no estado do Espírito Santo, como Rede Gazeta, ou jornais de circulação nacional como O Globo, apareceram as seguintes notícias:

- **“P-34 já está no porto de Vitória e deve gerar dois mil empregos”**  
10/07/2004 Redação Gazeta Rádios e Internet
- **“Petrobras planeja investir US\$ 272 milhões até 2006”** 02/08/2004 Valor Econômico
- **“Petrobras inicia perfuração em bloco BM-9 na bacia do ES”** 15/06/2004  
- Redação Gazeta Rádios e Internet
- **“ANP não vê obstáculos para instalação de uma refinaria no ES”**  
26/03/2004 - Redação Gazeta Rádios e Internet
- **“Bueno: ES se prepara para um boom de investimentos”** 19/03/2004 – O Globo
- **“Camargo Corrêa investirá US\$ 50 milhões em estaleiro no ES”**  
18/03/2004 – O Globo
- **“Investimentos da Petrobras no ES vão gerar até 40.000 empregos”**  
07/06/2004 - Redação Gazeta Rádios e Internet
- **“Dutra diz que Espírito Santo disputa investimento por Petroquímica”** –  
20/09/2004 - A Gazeta
- **“A grande refinaria do Espírito Santo”** – 10/09/2004 – A Gazeta
- **“Prefeituras terão receita do ouro negro multiplicada por 10”** –  
12/09/2004 – A Gazeta

O trabalho desenvolvido pelos meios de comunicação, tanto em jornais e telejornais como em palestras, debates e outras reuniões de caráter participativo da comunidade, fazem com que sejam geradas expectativas de benefícios e prosperidade para a população.

Em declarações ao Jornal A Gazeta dentro do caderno “Especial Petróleo” do dia 20 de novembro de 2003, o Sr. Alberto Machado Netto, Diretor Superintendente da empresa Brasil Supply estima que o setor petrolífero tenha condições de gerar, até o ano de 2005, 15.600 empregos dentro do estado do

Espírito Santo, sendo 50% deles de profissionais de nível universitário e 50% de profissionais de nível técnico.

Não pode deixar de ser lembrado que, a partir da situação criada pela falta de pagamento de dois salários ao funcionalismo público do Espírito Santo durante a gestão anterior à atual, referentes ao ano de 2002, e cuja solução se deu através do adiantamento dos *royalties* ao governo estadual assumido em janeiro de 2003, após negociação com o governo federal, criou expectativas de que as atividades petrolíferas podem solucionar, em parte, os problemas financeiros dos governos estaduais. Soma-se a isto a elevada dependência das receitas municipais com relação aos *royalties*, explicitada pelos governos municipais nas entrevistas concedidas.

A elevada dependência deste recurso com relação à receita municipal nos municípios do Rio de Janeiro gira em torno de 30 a 40% da receita corrente total, conforme pode-se verificar nos dados das tabelas contidas no impacto de geração de *royalties*. A contribuição dos *royalties* para os municípios da AID são menores, embora sejam de grande relevância para estes, conforme pode-se verificar no referido item.

Tem se verificado diferentes expectativas nos diferentes grupos de interesse contactados aos fins do presente estudo de impacto ambiental. As expectativas positivas ocorrem especialmente com relação aos *royalties*, a geração de empregos e ao estímulo à economia. As negativas manifestam-se na preocupação com as questões ambientais e com as interferências na atividade pesqueira.

Na área da pesca, segundo a localização da colônia ou da associação que os agrupa, tem se levantado diferentes dúvidas e expectativas, sendo as mais freqüentes aquelas relacionadas às restrições a áreas de pesca e às interferências com navios sísmicos.

Na área do turismo vislumbram-se investimentos no setor com a finalidade de atender o esperado “turismo de negócios”, a partir do incremento das atividades e

dos montantes atrelados a estas, assim como a especulação imobiliária associada ao crescimento urbano a ser experimentado na faixa litorânea. Mais especificamente, nos municípios de Guarapari e Anchieta, perante rumores existentes nas comunidades de que a Petrobras poderia vir a estabelecer no porto de Ubu o centro estratégico das atividades portuárias para atendimento das unidades *offshore*, tem conduzido empresários do setor hoteleiro a realizar reformas nos seus estabelecimentos para criação de apartamentos-escritórios que venham satisfazer as demandas de visitantes à região, assim como a preparação específica dos funcionários para atendimento direcionado ao novo público visitante. Estas expectativas têm se elevado depois dos primeiros contatos que a empresa *Arabian Gulf Oil* realizou com o governo estadual, manifestando a possibilidade de se instalar no estado do Espírito Santo, e indicando como o local mais apropriado estrategicamente o entorno de Ubu, no município de Anchieta, mais especificamente dentro da área da Fazenda Samitri, propriedade da Samarco Mineração.

Dentro do caderno “Especial Petróleo”, do jornal A Gazeta, veiculado em 20 de novembro de 2003, o Sr. Mauricio Monjardim, Gerente do Porto de Ubu, colocou que este porto pode ainda receber investimentos para novos berços, possuindo uma extensa retroárea e boa logística, estando localizado às margens da rodovia ES-060 e possuindo ligação com a BR-101 através da rodovia estadual ES-146, rodovia esta utilizada basicamente por veículos de carga que atendem à indústria.

Ao mesmo tempo, no estado do Rio de Janeiro existe a expectativa de receber a nova refinaria de petróleo que tem sido anunciada pelo governo federal. Isto tem criado uma disputa acirrada com outros estados, especialmente com o do Espírito Santo, estado que tem aumentado significativamente sua participação nas reservas e na produção nacionais de petróleo nos últimos anos.

A preocupação com possibilidade da ocorrência de impactos ambientais decorrentes de derrames de óleo, também tem sido manifestada por parte dos grupos de interesse e setores da sociedade em geral. Por tudo isto, deve ser considerado como um impacto de **forte** magnitude.

Outras expectativas geradas pelo empreendimento incluem aquelas criadas na atividade portuária. Em entrevista à CODESA foi manifestado o grande interesse de que o porto de Vitória venha a receber outros investimentos na área de suprimentos às plataformas petrolíferas. Para isto está planejada sua expansão, dentro do PDZT – Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário, inclusive prevendo-se a inclusão de novas áreas ao largo da Baía de Vitória, já estando previstos nelas, os tipos de uso a serem disponibilizados. Outra perspectiva da CODESA é de que o porto de Barra do Riacho, no município de Aracruz, também sob sua administração, venha a servir de base para as atividades petrolíferas realizadas no Espírito Santo. Segundo informou a Assessoria Comercial e de Fiscalização, a Barra do Riacho possui uma área de 90 ha, sendo de fácil acesso através das rodovias BR-101 e ES-060, além da estrada de Ferro Vitória-Minas possuir um ramal de interligação com o porto. Sua expansão foi definida através da elaboração de um *Master Plan*. Deve se acrescentar também a intenção do grupo Camargo Corrêa de construir um estaleiro no porto de Barra do Riacho. Com uma previsão aproximada de investimento de US\$ 50 milhões, a empresa iria desenvolver neste local a construção de plataformas para produção de petróleo para o Brasil e o exterior.

Extravasando a ambiência estadual, os municípios capixabas e fluminenses, beneficiados com os investimentos na atividade petrolífera, também tem manifestado suas disputas, seja no âmbito interestadual, seja no intermunicipal. Em entrevista nos municípios cariocas foi mencionada, várias vezes, que a refinaria deveria ficar naquele estado, por este ser o maior produtor nacional de petróleo e por existirem, segundo eles, condições estruturais para tal. Estes também manifestaram a expectativa de que a Petrobras intensifique o uso da infra-estrutura logística existente, como aeroportos e até mesmo dos terminais pesqueiros existentes na região.

A expectativa da geração de empregos, a partir da atividade de exploração petrolífera, uma das mais expressivas manifestações de todos os grupos representativos da Área de Influência, tem inclusive, ocasionado o surgimento de cursos de pequena duração com promessas de emprego na Petrobras, em outras

operadoras, ou nas prestadoras de serviço. Segundo informações de representantes comunitários do sul do Espírito Santo, está sendo oferecido curso particular para obter o diploma de operador de rádio, invocando, na publicidade efetuada pelo anunciante (através de uma camionete com alto-falantes), a possibilidade de ser contratado pela Petrobras ou por outras operadoras com atuação na área. As Figuras II.6.2.2.2-1 e II.6.2.2.2-2 ilustram esta situação através de recortes do jornal A Gazeta de circulação no estado do Espírito Santo.

Vitória (ES), domingo, 9 de novembro de 2003 - 7

**A GAZETA**

**Vixtec**  
Instituto de Ensino de Inglês Técnico Profissionalizante

**QUER TRABALHAR NAS COMPANHIAS DE  
PETRÓLEO COM SALÁRIO IMBATÍVEL E  
NÃO SABE O CAMINHO?**

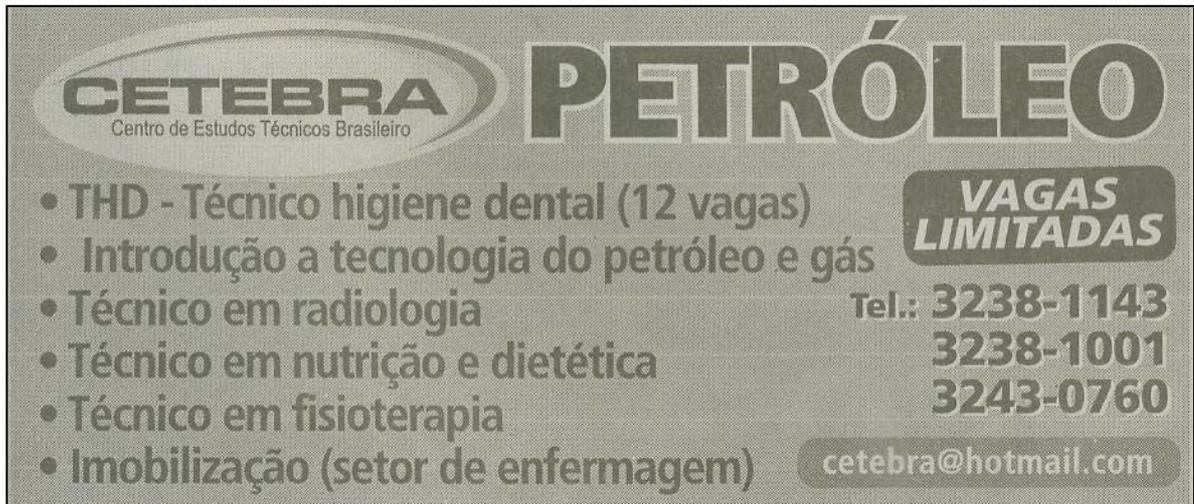
A Vixtec abre o caminho para você.

**Curso de Rádio Operador**  
Duração: 40 horas  
Professor embarcado com experiência.  
Início do curso: 11/11  
Curso de Inglês comercial

Faça o curso de PLATAFORMISTA + INGLÊS TÉCNICO  
+ SALVATAGEM - Marinha do Brasil-RJ

**Informações:**  
AV. Nossa Senhora da Penha, 714 - Ed. RS Trade Tower  
Sl. 1014/1015 - Praia do Canto - Vitória - ES - Cep: 29055-918.  
Tel.: ( 27) 32351909 / 32351582 Fax (27) 3215-4993  
E-mail: vixtec@vixtec.com.br - Home Page: www.vixtec.com.br

**Figura II.6.2.2.2-1** - Anúncio veiculado pela imprensa local que gera expectativa de emprego na atividade petrolífera



**CETEBRA**  
Centro de Estudos Técnicos Brasileiro

# PETRÓLEO

- THD - Técnico higiene dental (12 vagas)
- Introdução a tecnologia do petróleo e gás
- Técnico em radiologia
- Técnico em nutrição e dietética
- Técnico em fisioterapia
- Imobilização (setor de enfermagem)

**VAGAS LIMITADAS**

Tel.: **3238-1143**  
**3238-1001**  
**3243-0760**

**cetebra@hotmail.com**

*Figura II.6.2.2.2-2 - Anúncio veiculado na imprensa local com ênfase na atividade petrolífera*

Com tudo isto, coexistem entre as populações da área de influência do empreendimento dois tipos de expectativas, as **positivas** e as **negativas**, determinando desta maneira o caráter ambivalente deste impacto. Pelo descrito acima também se pode determinar que se trata de um impacto **forte e indireto**, uma vez que acontece como conseqüência imediata da decisão pelo empreendimento, mesmo não sendo promovido diretamente pelo empreendedor.

Ressalta-se ainda que pela dimensão que tomaram as notícias, as expectativas estenderam-se aos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, seja ao nível político, social ou econômico, extrapolando a área de influência do empreendimento. Neste sentido considera-se este impacto como **estratégico**.

Em referência a duração deste impacto, pode-se defini-lo como **temporário**, uma vez que, mesmo que seu efeito permaneça por algum tempo após a decisão pela instalação do empreendimento, a tendência do mesmo é a sua redução, até sua eliminação com o fim do empreendimento. Trata-se porém, de um impacto **irreversível**, pois, ainda que sejam tomadas medidas adequadas, como a adoção de programa de comunicação social, existirão, mesmo que em menor intensidade e volume, expectativas que não deverão ser dissipadas.

Já em consideração ao prazo de manifestação do impacto de Geração de Expectativas, pode-se afirmar que o mesmo ocorre de forma **imediate** após a divulgação da decisão pela implantação do empreendimento.

Deve-se ressaltar que grande parte destas expectativas não é fruto especificamente do início da produção comercial no campo de Golfinho, mas sim da sinergia das diferentes atividades que vem desenvolvendo-se no estado do Espírito Santo, parte das quais resultam claramente retratadas nas manchetes citadas no início da descrição deste impacto.

<b>Fases</b>	<b>Atividades</b>
<b>Planejamento e Mobilização</b>	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>IMPACTO: Atração de população</b>	

Uma das atividades realizadas pela equipe de campo, e em concordância com o estipulado pelo Termo de Referência do presente Estudo de Impacto Ambiental, foi a verificação dos movimentos migratórios experimentados nos últimos anos pelos diferentes municípios que compõem a área de influência do empreendimento. Foi verificado que, nos municípios do Espírito Santo, definidos como área de influência direta do empreendimento, os fluxos migratórios recebidos nos últimos anos, não tem refletido um grande impacto para as comunidades locais, comparativamente com o ocorrido nas décadas de 70 e de 80 do século XX, em função do volume de investimentos que o Espírito Santo recebeu neste período. Já nos municípios da área de influencia indireta, que compõem a faixa litorânea do estado do Rio de Janeiro e simultaneamente as regiões do Norte Fluminense e da Baixada Litorânea, tem se verificado a incorporação, dentro da população estável dos municípios, de um elevado contingente de pessoas originárias do próprio estado, principalmente da cidade capital do mesmo.

Considerando-se o histórico evolutivo das atividades exploratórias dentro da Bacia de Campos e sua incidência nos municípios fluminenses acima citados,

pode se prever que possa vir acontecer uma situação análoga nos municípios capixabas integrantes da área de influência direta e indireta, sobretudo tendo como referência as correntes migratórias experimentadas no estado do Espírito Santo na época dos grandes investimentos, como foram a instalação das empresas Vale do Rio Doce, Companhia Siderúrgica de Tubarão, Aracruz Celulose e a Samarco Mineração. Estes investimentos fizeram com que pessoas do sul do estado da Bahia e do interior do próprio Espírito Santo migrassem para o estado, sobretudo para os municípios de Vila Velha, Vitória, Cariacica e Serra, pressionando a infra-estrutura social urbana existente, que terminou por ser insuficiente, ocasionando o surgimento de bolsões de pobreza.

No entanto, a adoção, em tempo hábil, de medidas de esclarecimentos à população, visando a redução das expectativas, poderia minimizar o processo de atração de trabalhadores para este empreendimento, embora não o transforme num impacto de caráter reversível, visto que o mesmo é classificado como **irreversível**. Entretanto, a elevada expectativa já criada pela mídia e pelos governos estaduais (do Espírito Santo e Rio de Janeiro) pode dificultar ou retardar o necessário conhecimento acerca do empreendimento de seus reais impactos. Mesmo assim, é necessário se proceder rapidamente a adoção de medidas, principalmente através do Programa de Comunicação Social, desta forma a intensidade deste impacto tende a ser de menor magnitude, assim como a duração.

Neste sentido avalia-se o mesmo como um impacto **negativo**, de magnitude **média**, **temporário** e de manifestação **imediate**, ocorrendo uma vez informada a decisão pelo empreendimento. A área de abrangência, pela possibilidade de atrair pessoas de outros municípios não contemplados na área de influencia do empreendimento ou até de outros estados, determina um impacto de caráter **estratégico**. Esta atração se caracteriza como um impacto **indireto**, uma vez que decorre das expectativas criadas em relação ao empreendimento, especialmente com relação à possibilidade de obter emprego ou vender seus serviços.

Resulta de grande importância deixar especialmente claro para a comunidade que os empregos diretos gerados pelo empreendimento serão cobertos por

pessoal qualificado, já pertencente ao quadro permanente da Petrobras, ou a ser contratado por empresas prestadoras de serviço, porém de forma gradativa, na medida que as atividades petrolíferas forem se intensificando na costa do estado do Espírito Santo.

As unidades de produção que irão desenvolver o campo de Golfinho contam, antecipadamente, com as equipes técnicas já existentes para o desempenho de suas atividades. De tal modo, na Implantação do empreendimento, nos procedimentos para lançamento, amarração e ancoragem das linhas de escoamento e do gasoduto, todo pessoal pertence ao quadro de funcionários das embarcações atuantes. Como indicado na descrição do empreendimento, cada uma das embarcações listadas na tabela a seguir encontra-se com suas respectivas equipes de trabalho.

**Tabela II.6.2.2.2-1 - Unidades de lançamento a serem utilizadas no Projeto Golfinho**

Unidades de Lançamento a serem Utilizadas	Instalação a ser Lançada
<p>Maersk Boulder, Normand Borg, Far Sailor, Far Santana, Maersk Chieftain.</p> <p>Barcos de Lançamentos de linha (LSV):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sunrise 2000</li> <li>- Seaway Condor</li> <li>- Lochnagar</li> </ul> <p>Skandi Navica</p> <p>Balsa Guindaste de Lançamento (BGL-1)</p> <p>Barco de apoio para movimentação de âncoras AHTS (Anchor Handling Towing Supply):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maersk Boulder</li> </ul>	<p>Ancoragem do FPSO-Capixaba em águas profundas</p> <p>Lançamento das linhas flexíveis em águas profundas</p> <p>Lançamento do gasoduto na parte marítima em águas profundas</p> <p>Lançamento do gasoduto na parte marítima em águas rasas (até 100 metros)</p> <p>Movimentação de âncoras da Balsa Guindaste de Lançamento</p>
<p>Pipe Carrier (Embarcação transportadora de dutos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PSV 3000</li> </ul> <p>Barcos de inspeção (DSV):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seaway Harrier</li> <li>- Toisa Sentinel</li> </ul>	<p>Transporte de dutos para as unidades de lançamento</p> <p>Embarcações de suporte ao mergulho (Diving Support Vessel - DSV)</p>

Fonte: Petrobras

Na Produção do campo de Golfinho, serão as equipes técnicas da plataforma FPSO-Capixaba as que assumirão a responsabilidade de efetuar o processo de

produção. Em consequência, deverá ser parte integrante do Programa de Comunicação Social da empresa a disponibilização destas informações para a comunidade, com o intuito de minimizar a intensidade do impacto, fazendo com que sejam descartadas expectativas de grandes contratações de mão-de-obra, por parte da Petrobras, entre a população local.

Considerando que o gerenciamento da operação *offshore* se dará a partir de Vitória, onde se encontra a sede da UN-ES, ou de Vila Velha, onde se concentra a atividade portuária para as operações *offshore* de petróleo, a atração de população abordada neste impacto apresenta menor potencial para atingir os municípios da área de influência localizados no norte do estado do Espírito Santo, e conseqüentemente não se espera que ocorra significativa pressão sobre a infraestrutura e os serviços básicos instalados nestes municípios.

Considerando o nível de especialidade exigido na indústria petrolífera, acredita-se que parte desta migração envolverá pessoas com maior nível de especialidade, que se concentrarão, principalmente nas cidades de Vitória e Vila Velha, ambas com maior porte e com estruturas condizentes para receber um maior fluxo de pessoas. Sendo assim a abrangência do impacto tende a delimitar-se à sua área de influência indireta, concentradamente nos municípios de Vitória e de Vila Velha. Por outro lado, a vinda de trabalhadores sem vínculos locais, regiões ou estados, atraídos pela dinamização da economia, pela instalação de empreendimentos decorrentes da atividade petrolífera, deve ser considerada, tendendo a concentrar-se na região da Grande Vitória, podendo se estender, embora em menor grau, aos municípios do litoral norte capixaba.

Entretanto, deve-se ter presente que o potencial de atratividade não se refere especificamente ao desenvolvimento da produção do campo de Golfinho, mas sim ao conjunto de atividades *offshore* atualmente em desenvolvimento ao longo da costa capixaba, a iniciar-se pelos elevados valores pagos pelas operadoras multinacionais por blocos exploratórios marítimos nesta região quando dos últimos *rounds* da Agência Nacional de Petróleo para concessões destes blocos. Desta forma, este impacto está sendo considerado de forma sinérgica com as

demais atividades *offshore* na Bacia do Espírito Santo e na parte norte da Bacia de Campos.

Fases	Atividades
<b>Planejamento e Mobilização</b>	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Fortalecimento da indústria petrolífera e naval</b>	

A implantação de qualquer sistema de produção de hidrocarbonetos em área *offshore*, que envolve a construção e montagem de novas unidades de produção ou adaptação de unidades já existentes, além do sistema de escoamento, aos quais sempre se associa uma ordem significativa de recursos financeiros, já representam um forte estímulo para o fortalecimento da indústria petrolífera e naval.

Durante a fase de planejamento do empreendimento Golfinho, a unidade FPSO-Capixaba estará sendo preparada para sua disponibilização no campo de produção. Simultaneamente, o sistema de escoamento, composto por linhas flexíveis, encontra-se encomendado junto a fornecedores nacionais. Durante a fase de operação, a manutenção dos equipamentos que compõem uma unidade produtora de hidrocarbonetos deste porte, representa, juntamente com outras unidades semelhantes em operação ou em montagem, o contínuo fortalecimento desta indústria.

O conseqüente fortalecimento da indústria petrolífera e naval, que se verifica em função da decisão pela implantação deste novo empreendimento, se apresenta como um impacto **positivo**, e decorrente **diretamente** do empreendimento. Quanto a magnitude, foi avaliado como de **média** magnitude, sendo ainda considerado um impacto **estratégico**, visto que se estende para além de suas áreas de influência. Como se trata de um impacto que se inicia anteriormente a implantação do empreendimento, possui sua ocorrência classificada como **imediate**, ressaltando, contudo, que se mantém durante toda a

produção, inclusive até mesmo após o seu encerramento, considerando-se que a unidade, ao deixar o campo de Golfinho, será certamente remodelada ou adaptada a outra área de produção.

Considerando-se apenas o campo de Golfinho, trata-se de um impacto avaliado como **reversível** e **temporário**, uma vez que estas indústrias (petrolífera e naval) somente poderão se manter fortalecidas com a continuidade das atividades de produção, que se encerrarão com a exaustão das reservas ou a desativação do empreendimento. Por outro lado, pode também ser considerado como um impacto irreversível e permanente, na medida que proporciona ganhos e experiências a serem utilizadas de forma contínua e permanente.

Fases	Atividades
<b>Planejamento e Mobilização</b>	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Atração de novos empreendimentos</b>	

Segundo foi citado no diagnóstico, especificamente na descrição do empreendimento, o Campo de Golfinho, tendo em conta a perspectiva atual da empresa e o regime de produção pretendido, produzirá até o ano de 2016, data em que se esgotarão as reservas atualmente conhecidas. Por este motivo, o campo de Golfinho, considerado isoladamente, não tem previsto o comissionamento de novas unidades de produção para este campo ou mesmo o desenvolvimento de uma segunda fase.

As diferentes atividades a serem desenvolvidas na fase de instalação do empreendimento de Golfinho assim como a produção de petróleo e gás com todas as atividades inerentes ao normal desenvolvimento da fase produtiva somam-se sinergicamente aos diversos empreendimentos regionais do setor petrolífero. Como exemplos podem ser citadas as empresas prestadoras de serviços com instalações em Vitória ou São Mateus: Líder Táxi Aéreo, Aeróleo, Maersk, Schlumberger, Nutrimar, OSCO e B e C Inspeção e Serviços. Isto tem

provocado a atração de diferentes empreendimentos no estado do Espírito Santo, segundo foi citado nos impactos de “Geração de Expectativas” e “Dinamização da Economia”.

Deve-se insistir no sentido de destacar que este empreendimento se caracteriza como sendo o pioneiro na produção em águas profundas da Bacia do Espírito Santo, confirmando a capacidade da mesma em geração e acumulação de reservas comerciais, e representando um estímulo a continuidade das pesquisas geológicas visando a descoberta de novas áreas com potencial de produção comercial na Bacia em questão. Tal situação representa, certamente, um aspecto econômico importante para o estado do Espírito Santo, uma vez que a continuidade do processo exploratório, tanto por parte da Petrobras como das outras operadoras que possuem concessões exploratórias nesta bacia, condiciona uma série de investimentos no estado do Espírito Santo.

Este fato, associado às perspectivas de outras descobertas na Bacia do Espírito Santo, é bastante significativo do ponto de vista econômico, sendo capaz de atrair novos empreendedores, a exemplo dos diversos fornecedores para a indústria petrolífera e das atividades de *supply* para os empreendimentos *off-shore*. Desta forma, o empreendimento Golfinho assume importância capital na medida representa um forte estímulo a busca de novas descobertas que gerem novos empreendimentos similares na Bacia do Espírito Santo, trazendo com isto novos investimentos para o estado.

Resulta especialmente indicativo o fato da própria empresa Petrobras ter adquirido uma área pertencente à Santa Casa da Misericórdia, num bairro nobre da cidade de Vitória, o Bairro Vermelho, com a intenção de construir um prédio, a partir do qual irá continuar a condução do gerenciamento das atividades de produção de petróleo no Espírito Santo. Com a construção da nova sede da Unidade de Negócios (UN-ES) alimenta-se ainda mais a atração de novos empreendimentos para o estado, se constituindo num indicador de otimismo perante o potencial da indústria no estado.

A adesão do estado do Espírito Santo ao Prominp - Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás, ressalta as expectativas e as potencialidades deste estado relacionadas à atividade de exploração de petróleo e gás. Este programa visa, segundo Leandro Leme, que o preside, que a empresa se capacite para concorrer no mercado de fornecedores do setor, ressaltando "o mais importante, antes de disputar este segmento, é que a empresa tenha um plano estratégico, certificação e atuação dentro das normas, que seja confiável, tenha boa situação financeira e esteja, de alguma forma ligada ao setor de petróleo e gás" Jornal A Gazeta, 20/09/2004.

Cabe ainda registrar o poder alavancador da indústria do petróleo no próprio setor industrial do estado do Espírito Santo, podendo-se citar a já implantada indústria de tubos de produção da Columbia Engenharia, que fornece tubos já ranhurados para poços horizontais, além da implantação, pela Pirelli do Brasil, de uma fábrica de dutos flexíveis para a indústria petrolífera na cidade de Vila Velha, atualmente em fase de licenciamento.

Deve se acrescentar também a intenção do grupo Camargo Corrêa construir um estaleiro naval em proximidades do porto de Barra do Riacho, município de Aracruz. Com uma previsão aproximada de investimento de US\$ 50 milhões, o projeto prevê um dique seco capaz de receber plataformas de petróleo e grandes embarcações tipo FSO e FPSO, tanto para atender as embarcações de produção de petróleo do nosso país quanto do exterior.

Deve-se ainda enfatizar o grau de importância que tem adquirido as declarações dos representantes do grupo empresário Arabian Gulf Oil, de Bahreim, após os diferentes encontros com autoridades estaduais e as visitas nos possíveis locais de instalação. Acrescenta-se que o grau de espaço ganhado na mídia tem sido ainda maior uma vez que foi colocado pelos eventuais investidores sobre as grandes chances de se instalar no município de Anchieta, numa área que poderia ser cedida pela Samarco Mineração. Sem dúvidas, não podemos considerar isoladamente o poder alavancador do campo de Golfinho como fator determinante das grandes decisões de investimento, mas sim cabe considerar a potencialidade produtora do campo como integrante da sinergia estabelecida pelo

potencial produtor da bacia como um todo. Neste sentido, cabe considerar o impacto de atração de novos empreendimentos como um impacto **positivo**, de **forte** magnitude e de natureza **irreversível**. Mesmo em se tratando de um impacto associado a outros empreendimentos que desencadeiam na atração de novos empreendimentos, pode se considerar o impacto como decorrente **direto** deste empreendimento. Segundo comentado acima, este impacto vem se registrando desde antes mesmo da decisão pelo empreendimento, pelo que habilita defini-lo como de prazo **imediato**. Os efeitos do poder atrator deste empreendimento não serão extinguidos uma vez finalizado o processo produtor, uma vez que vislumbram-se outros empreendimentos a serem desenvolvidos na região, pelo que teria continuidade temporal, o que permite definir o impacto de duração **permanente**. A área de abrangência deste impacto, toda vez que no decorrer do seu desenvolvimento mobiliza as estruturas de diferentes empresas localizadas no extenso território nacional, e até atingir grandes decisões por parte de empresas multinacionais, pode ser considerado como um impacto **estratégico**.

Fases	Atividades
<b>Planejamento e Mobilização</b>	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Demanda por bens e serviços</b>	

Conforme já relatado no impacto de “geração de expectativas”, as notícias expostas nos meios de comunicação transmitem claramente a realidade que começa a se viver no estado do Espírito Santo com o início das atividades de produção *offshore* na costa do estado, e especialmente no que se refere ao processo de produção do Campo de Golfinho.

Estas atividades trazem como consequência um aumento na demanda por bens e serviços por parte dos empreendedores e de seus prestadores de serviço. Embora esta demanda não possa ser dimensionada, visto que as contratações de serviços e de pessoal ainda não foram totalmente concluídas, pode-se inferir, a

partir do volume do investimento e dos gastos previstos, a significativa intensidade do mesmo, lembrando que o valor do investimento estimado para o desenvolvimento do campo de Golfinho é de US\$ 829.850.000,00

Esta demanda por bens e serviços atinge uma ampla variedade de produtos e serviços, desde aqueles diretamente relacionados às atividades de produção, incluídos os diversos insumos e equipamentos, bem como os serviços de transporte aéreo e marítimo, dentre outros.

Devem ser ainda destacados os diversos outros bens e serviços a serem demandados, como hotéis, bares e restaurantes para os trabalhadores das unidades ou daqueles que prestam serviços para a UN-ES, quando de passagem pelas cidades de Vitória e Vila Velha, além de escolas e aluguéis ou venda de imóveis para os funcionários da Petrobras transferidos para o estado com objetivo de gerenciar, dar suporte ou acompanhar as atividades no Campo de Golfinho.

A demanda ocasionada pela intensificação da atividade de exploração petrolífera no estado do Espírito Santo tem se explicitado através de investimentos decorrentes, de porte significativo, que tem ocorrido, especialmente nos últimos dois anos, podendo-se citar, a modo de exemplo, os casos da Brasil Supply e da Hidroclean.

A Brasil Supply é uma empresa de prestação de serviços logísticos com apoio a operações *off-shore* e outros serviços. Segundo Alberto Machado Netto, Diretor Superintendente da empresa, esta desenvolve serviços técnicos de formulação e aplicação de fluidos de perfuração, serviços de tratamento de óleo e gás e suporte ambiental. Outra empresa que se instalou no Espírito Santo é a Hidroclean, especializada na prevenção, prontidão e controle de vazamento de óleo no mar. Esta empresa, com bases operacionais no Rio de Janeiro e Santos, já tem montada sua base operacional em Vitória.

Além destes exemplos citados anteriormente, tem-se ainda uma unidade da Cotia-Pirelli, em processo de instalação no município de Vila Velha, junto a Baía de Vitória, que irá fabricar dutos flexíveis e cabos umbilicais para utilização na

indústria petrolífera submarina. Outra empresa instalada para o atendimento da atividade petrolífera é a unidade de fabricação de dutos ranhurados para produção de óleo pesado através de poços horizontais. Esta unidade refere-se à Columbia Engenharia Ltda., que se encontra instalada no município de Fundão, próximo a região da Grande Vitória, e demandou investimentos superiores a US\$ 500.000,00. Esta empresa deu entrada junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) para requerer a patente mundial da tecnologia *slotted line* (linha rasgada). Esta tecnologia prevê o filtrado na extração de petróleo em poços horizontais, a partir de um corte semi-cônico a laser nas paredes dos tubos.

Outra área que será demandada é a de capacitação em atividades vinculadas ao setor petrolífero. O CEFET-ES (Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo), por exemplo, prevê a instalação de cursos de pós-graduação em petróleo em sua unidade de São Mateus e já oferece cursos técnicos de manutenção de equipamentos de petróleo. A entidade de ensino superior UCL (Associação de Ensino Superior Unificado do Centro Leste) vem desenvolvendo um curso de pós-graduação em Engenharia de Petróleo, além, de ministrar um curso de 360 horas de duração em parceria com empresas de petróleo instaladas no Espírito Santo. Na mesma UCL são oferecidos outros cursos relacionados com a atividade petrolífera que são: MBA em Mecatrônica, MBA em Gestão de Petróleo e Gás, MBA em Tecnologia da Informação, MBA em Análise de Sistemas. Na UVV (Universidade de Vila Velha) também é oferecido o curso de graduação em Engenharia do Petróleo.

Este crescimento da demanda por bens e serviços, tem sua origem, em um primeiro momento, **diretamente** a partir do empreendimento petrolífero, passando, contudo, a não se relacionar diretamente com o empreendimento, mas sim como componente de uma rede crescente de demandas **indiretas**.

Estas demandas apresentam um efeito **positivo** sobre a economia, seja municipal ou estadual, ao possibilitar a geração de novas fontes de emprego e renda. Sua ocorrência se dá de **imediato**, sendo resultado da divulgação do empreendimento e, sobretudo, de sua implantação e execução. A área de abrangência extrapola a área de influência indireta do empreendimento, e até

mesmo os limites estaduais dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, haja vista que algumas empresas de apoio logístico estão sendo contratadas fora do estado. A aquisição de equipamentos, muitas vezes, é realizada com empresas instaladas no exterior, e, neste sentido, o impacto é considerado **estratégico**.

A duração é **permanente**, uma vez que seus efeitos se estendem além de um horizonte temporal definido, continuando mesmo depois do fim do processo de produção do campo de Golfinho, ao qual muito provavelmente se somarão outros empreendimentos similares, que se apresentam com potencial comercial para produção de hidrocarbonetos, tornando assim estes mesmos efeitos de cunho **irreversível**. Quanto à magnitude, considerando-se os números já referenciados, e, sobretudo, pelo dinamismo desta indústria, com reflexos em diversos segmentos, pode-se inferir que é um impacto de **forte** magnitude.

Fases	Atividades
<b>Planejamento e Mobilização</b>	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Geração de empregos</b>	

O centro administrativo responsável pelo gerenciamento das unidades de perfuração durante suas operações no Campo de Golfinho, na Bacia de Espírito Santo, será a UN-ES, localizada na cidade de Vitória. Esta Unidade de Negócios vem realizando uma série de contratações de pessoal em seu escritório de Vitória visando atender as demandas do conjunto de atividades de exploração e produção no estado. Ressalta-se que estas contratações envolvem força de trabalho própria e através de terceirizações.

Segundo foi dito na descrição do empreendimento, na unidade FPSO-Capixaba, estima-se como mão-de-obra para desenvolvimento das atividades de produção e manutenção, bem como do gerenciamento da unidade, um total de 80 pessoas permanentemente embarcadas, todas contratadas diretamente pela empresa que opera a embarcação, além de um técnico da Petrobras encarregado

da fiscalização do contrato de afretamento da unidade e das atividades ali desenvolvidas. Após o processo de licitação que indicará a unidade a ser contratada, a Petrobras encaminhará ao ELPN/IBAMA o quadro demonstrativo da mão de obra efetiva na unidade, indicando, de forma quali-quantitativa, todo o contingente a ser utilizado nas atividades do FPSO.

No entanto, deve ser ressaltado que o total de funcionários envolvidos na operação do FPSO-Capixaba deve ser, no mínimo multiplicado por 2, uma vez que o sistema de trabalho consiste em regime de embarque no qual enquanto uma equipe se encontra embarcada uma outra equipe equivalente se encontra em regime de folga. Tal situação totalizará 160 postos de trabalho diretamente vinculados a unidade de produção.

Eventualmente, também embarcarão na unidade especialistas das diversas áreas técnicas para prestar assistência ao processo produtivo, como escolha de produtos químicos mais adequados às características do petróleo, instalação dos equipamentos de telecomunicações, auditorias do sistema de medição, instalação de equipamentos submarinos, calibração de instrumentos de medição de pressão no poço, dentre outros. Este contingente encontra-se estimado em 10 postos de trabalho.

Com relação a mão de obra envolvida exclusivamente com o empreendimento Golfinho deve-se adicionar os atuais 40 funcionários lotados no Ativo de Produção de Golfinho, além de aproximadamente 10 funcionários do Ativo de Suporte Operacional, totalizando 50 pessoas diretamente empregadas na UN-ES, em sua maioria funcionários da empresa, os quais exercem as mais diferentes atividades, onde se destacam os estudos de geologia e engenharia do reservatório, o planejamento, desenvolvimento e controle da produção, a logística terrestre de suporte ao empreendimento, as compras para o empreendimento Golfinho, os estudos de elevação e escoamento de óleo, as operações de intervenção em poços, as questões de meio ambiente e segurança da atividade, além do corpo gerencial do Ativo de Produção de Golfinho. Além destes postos de trabalho podem ser relacionados aproximadamente 20 outros, referentes ao

pessoal de outras unidades da empresa, a exemplo do CENPES, da UN-EXP, dentre outros.

Desta forma, o Projeto Golfinho estará gerando um total de 70 postos de trabalho em suas atividades técnicas de escritório, sendo uma parte considerada como novos postos de trabalho e outra parte garantindo os postos de trabalho já existentes na empresa.

Todavia, o Projeto Golfinho irá demandar ainda, em sua Implantação, tanto em terra como em mar, um adicional de postos de trabalho referentes aos serviços de lançamento do sistema de produção e do gasoduto marítimo. A Tabela II.6.2.2.2-2 apresenta uma estimativa quantitativa dos postos de trabalho para esta Implantação.

**Tabela II.6.2.2.2-2 - Estimativa de postos de trabalho na Implantação**

Postos de trabalho a serem gerados na fase de implantação do Projeto Golfinho		
Tipo de Atividade	Qualificação	Nº. de Postos de Trabalho
Atividades nas embarcações de lançamento do sistema de produção marítimo	Nível Básico	-
	Nível Médio	286
	Nível Superior	98
Atividades nas embarcações de lançamento do gasoduto marítimo	Nível Básico	630
	Nível Médio	208
	Nível Superior	162
Atividades de lançamento do gasoduto terrestre	Nível Básico	70
	Nível Médio	10
	Nível Superior	5

Fonte: Petrobras

Da mesma forma, a Produção do Projeto Golfinho irá demandar mão de obra além daquela diretamente relacionada a unidade de produção, visando a operação e manutenção do gasoduto. A Tabela II.6.2.2.2-3 apresenta uma estimativa dos postos de trabalho a serem gerados nesta fase de operação.

**Tabela II.6.2.2.2-3 - Estimativa de postos de trabalho na Produção**

Postos de trabalho a serem gerados na fase de produção do Projeto Golfinho		
Tipo de Atividade	Qualificação	Nº. de Postos de Trabalho
Atividades relacionadas ao gasoduto	Nível Básico	63
	Nível Médio	33
	Nível Superior	1

Fonte: Petrobras

De forma consolidada, a Tabela II.6.2.2.2-4 apresenta as estimativas do quantitativo da mão de obra a ser absorvida diretamente pelo Projeto Golfinho, considerando-se suas fases de implantação e produção.

**Tabela II.6.2.2.2-4 : Total de postos de trabalho por fase do projeto**

Postos de trabalho a serem gerados pelo Projeto Golfinho	
Fase do Empreendimento	Nº. de Postos de Trabalho
<b>Fase de Implantação</b>	2.137
Gasoduto	97
Unidade de Produção (FPSO)	160
Assistência ao FPSO	10
<b>Fase de Produção</b>	
Ativo de Produção Golfinho	40
Suporte Operacional	10
CENPES e UN-EXP	20
Total da Fase de Produção	337

Fonte: Petrobras

Há que se destacar que estes trabalhadores fazem parte do quadro permanente da empresa Petrobras, e, mesmo que não esteja prevista a contratação de novos funcionários, os trabalhos de produção do Campo de Golfinho contribuem diretamente para a manutenção destes postos de trabalho já existentes.

Como citado acima, na Tabela II.6.2.2.2-4, na Implantação do projeto participarão 2.137 funcionários e na Produção serão 337 os trabalhadores. Com tudo isto, o total de trabalhadores no projeto Golfinho atinge a 2.474 pessoas.

Com relação aos empregos indiretos, tomou-se por base o critério de adoção da proporcionalidade 1:3 para a geração de empregos indiretos a partir dos diretos, pelo que tomando como base os 2.474 empregos diretos, prevê-se, no caso do empreendimento analisado, a geração de 7.422 postos de trabalho indiretos. É importante frisar que estes postos de trabalho deverão estar concentrados nos municípios de Vitória e Vila Velha, onde estão localizadas as empresas de apoio logístico ao empreendimento. Estas, dinamizadas pelas demandas decorrentes do empreendimento, tendem a contratar serviços e adquirir produtos de outras empresas gerando, desta forma, empregos indiretos.

Com relação ao critério utilizado para a consideração de que três empregos indiretos são gerados por cada emprego direto, é importante se destacar que a proporção de empregos indiretos por empregos diretos varia de 1:2 até 1:6 na literatura econômica, dependendo da atividade produtiva em análise.

A presente estimativa recorreu a um artigo recentemente publicado ([www.jbonline.terra.com.br](http://www.jbonline.terra.com.br), autoria de Alberto Komatsu) que coloca de forma clara a proporção 1:3 para a atividade petrolífera, quando diz que: "... o benefício social da geração de cerca de 2 mil empregos diretos e até 6 mil indiretos (pelos cálculos da Secretaria Estadual de Energia) não justificaria o preço a mais cobrado por estaleiros de Cingapura instalados no Brasil."

Finalmente, ressalta-se que os demais estudos para licenciamento ambiental elaborados pela CEPEMAR para análise deste ELPN/IBAMA vêm considerando esta proporção, a exemplo do EIA/RIMA do Campo de Marlim Sul, do EVA do Bloco BC-60, do RAA do Campo de Roncador e do EIA de Espadarte.

Este é um impacto **direto**, **positivo** e de **média** magnitude, uma vez que, comparativamente a outros empreendimentos no setor petrolífero, o

empreendimento Golfinho, de forma isolada, não pode ser considerado como grande gerador de empregos.

É um impacto **imediate**, ocorrendo até mesmo anteriormente ao início das atividades de produção de petróleo. Sua abrangência é **estratégica** dado que, alguns postos de trabalho que exigem elevada especialização deverão trazer profissionais de outros estados. A reversão da tendência de geração de empregos, a partir das atividades de produção de petróleo no Campo de Golfinho, somente ocorrerá com o encerramento das atividades de produção, e caso não ocorra o aproveitamento desta mão de obra para outro empreendimento semelhante. A tendência observada, a luz de vários outros potenciais empreendimentos nesta região, é de crescimento da atividade, pelo que o impacto poderia ser definido como irreversível. Todavia, considerado de forma isolada, os empregos gerados pela produção no campo de Golfinho serão **reversíveis**.

Com relação à temporalidade deste impacto, as atividades de produção do Campo de Golfinho contribuem para que os postos de trabalho nas unidades se mantenham fixos, todavia, estes empregos tendem a ser **temporários**, concomitantes a duração do empreendimento. Eventualmente podem ainda se tornar postos de trabalho com caráter permanente, a depender do desenvolvimento desta atividade de exploração petrolífera no estado do Espírito Santo, aproveitando assim toda uma mão-de-obra já capacitada.

Fases	Atividades
<b>Planejamento e Mobilização</b>	Decisão pela implantação do empreendimento, compras e contratações
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Dinamização da economia</b>	

Em primeiro lugar, deve se colocar que a implantação de qualquer sistema de produção de hidrocarbonetos, envolvendo ou não a construção e montagem de novas unidades de produção e do sistema de escoamento, aos quais sempre se associa uma ordem significativa de recursos financeiros, já representam um forte estímulo para a economia. Durante a fase de operação, a manutenção dos equipamentos que compõem uma unidade produtora de hidrocarbonetos deste porte, representa, juntamente com outras unidades semelhantes em operação ou em montagem, o fortalecimento da indústria naval, derivando na dinamização da economia.

Soma-se a isto a contratação de serviços e mão-de-obra, tanto na implantação quanto na fase de operação, o que também envolve recursos significativos, capazes de promover a dinamização da renda nas localidades onde se inserem estes tipos de empreendimento.

Para o caso específico do Projeto Golfinho, cujo projeto considera a exportação do gás excedente para o continente, cuja viabilização demandará a implantação de gasoduto marítimo e terrestre para recebimento da produção em terra, pode-se afirmar que a Implantação do projeto representa, do ponto de vista econômico, com a geração de volume significativo de postos de trabalho, uma importante justificativa econômica para sua implantação.

O salário percebido pelos trabalhadores, direta ou indiretamente empregados no empreendimento, irá gerar um adicional de renda, especialmente ao nível dos municípios de Vitória, Vila Velha, Linhares e São Mateus, por serem estes os municípios onde se encontram os locais de gerenciamento das operações do empreendimento e das atividades portuárias, além de concentrarem as residências da maioria dos trabalhadores do empreendimento.

Além disto, as compras de bens e serviços decorrentes do empreendimento também se reverterão em renda para a região. Indiretamente, haverá um adicional de renda em função do aumento da demanda por bens e serviços, especialmente ao nível dos municípios de Vitória, Vila Velha Linhares e São

Mateus, o que deverá gerar um estímulo à dinamização da economia e, conseqüentemente, um crescimento dos postos de trabalho locais.

A geração de renda deverá se concentrar na Grande Vitória onde serão contratados os serviços e efetuadas as compras demandadas pelo empreendimento, e onde ocorrerão os efeitos **positivos** deste impacto. Nesta região também deverá se concentrar os efeitos de uma economia mais estimulada e dinamizada, embora outras regiões fora da área de influência deste empreendimento possam também receber os efeitos benéficos de uma economia mais dinamizada, a exemplo de áreas onde se concentram os fornecedores de equipamentos navais e petrolíferos. Neste sentido o impacto em questão foi considerado como **estratégico**.

Este impacto deverá ocorrer de forma **imediate**, porém num processo ascendente, devendo atingir um pico a médio prazo, uma vez que a dinamização de qualquer segmento da economia se dá de forma lenta e em decorrência de uma conjunção de fatores favoráveis. Neste sentido, outros fatores, regionais ou nacionais, poderão contribuir, associando-se em sinergia para a dinamização da economia como um todo.

Considerando-se apenas a geração de renda, este impacto foi entendido como resultante direto do empreendimento, enquanto, se considerado o estímulo a economia como um todo, trata-se de um impacto **indireto**, uma vez que o estímulo à economia ocorre em função do aumento da renda e do volume de empregos, do pagamento de tributos e de taxas, muitas vezes não vinculados diretamente ao empreendimento, mas sim formando uma cadeia de produção.

Todavia, a renda gerada em conseqüência da atividade, de forma direta ou indireta, assim como o estímulo a economia, pode ser classificada como **reversível**, a partir do encerramento das atividades de produção de petróleo ou caso ocorra a suspensão das atividades previstas. Desta forma, e tratado o empreendimento Golfinho de forma isolada, foi também interpretado como **temporário**, cessando a geração de renda e o conseqüente estímulo a economia ao final das atividades de produção.

Cabe destacar que os recursos envolvidos na atividade de exploração de petróleo e gás são, como visto nos impactos anteriormente descritos, de grande monta, influenciando fortemente as economias dos estados, regiões e municípios onde ocorrem os investimentos, acarretando ainda, como consequência, o recebimento de royalties e o desenvolvimento de negócios que se desencadeiam, além, é claro, da atração de novos investimentos, causa e consequência deste impacto. Os municípios da região Norte Fluminense, limítrofes à Bacia de Campos, e que também se localizam na área de influência do empreendimento Golfinho, representam o melhor exemplo de uma economia estimulada tendo como origem a indústria de petróleo.

Deve-se ainda enfatizar como importante justificativa econômica para a implantação deste empreendimento, o fato de se tratar de uma acumulação de óleo leve, mais demandado pelas necessidades do país e com valor comercial mais elevado, ao contrário dos óleos pesados do campo de Jubarte. Cabe registrar que a quase totalidade do óleo produzido em áreas *offshore* no Brasil possuem baixo grau API, sendo muito pesado e viscoso, de difícil refino e com elevados custos para processamento. Este tipo de petróleo leve que ocorre no Campo de Golfinho corresponde aquele que o país mais importa para processamento nas refinarias brasileiras. Conseqüentemente, uma redução no volume importado deste tipo de petróleo representa economia de divisas para o país, em época de esforços para melhoria da balança comercial da nação.

A Tabela II.6.2.2.2-5 apresenta os investimentos relativos à exploração no campo de Golfinho e os tributos decorrentes.

**Tabela II.6.2.2.2-5 - Investimentos e impostos previstos no Campo de Golfinho**

<b>Investimento Previsto (custos)</b>	<b>Royalties, Participação especial.</b>	<b>IR, Contribuição Social, PIS/PASEP, COFINS.</b>
<b>US\$ 829.850.000,00</b>	US\$ 234.980.000,00	US\$ 249.740.000,00

Fonte: Petrobras – UN-ES

Além disto, a empresa Petrobras tem informado a previsão dos custos operacionais referentes ao desenvolvimento das atividades de produção do campo de Golfinho. Estes custos operacionais são detalhados na Tabela II.6.2.2.2-6, onde são discriminados segundo sejam custos fixos ou operacionais, ano a ano, desde o ano 2006 até o ano 2016.

**Tabela II.6.2.2.2-6 - Custos operacionais previstos no Campo de Golfinho (US\$)**

Ano	Custo fixo	Custo Variável	Custo total
2006	48.400.000,00	9.160.000,00	57.560.000,00
2007	79.500.000,00	11.790.000,00	91.290.000,00
2008	79.500.000,00	9.450.000,00	88.950.000,00
2009	79.500.000,00	5.530.000,00	85.030.000,00
2010	79.500.000,00	3.850.000,00	83.350.000,00
2011	75.900.000,00	3.230.000,00	79.130.000,00
2012	75.900.000,00	2.990.000,00	78.890.000,00
2013	75.900.000,00	2.990.000,00	78.890.000,00
2014	75.900.000,00	2.990.000,00	78.890.000,00
2015	75.900.000,00	2.990.000,00	78.890.000,00
2016	28.500.000,00	-	28.500.000,00
<b>Total</b>	<b>774.880.000,00</b>	<b>54.970.000,00</b>	<b>829.850.000,00</b>

Fonte: Petrobras – UN-ES

Considerando-se o expressivo volume de recursos financeiros que será movimentado pelo empreendimento, assim como o expressivo número de empregos diretos e indiretos a serem gerados, e, conseqüentemente, o pagamento de salários, o emprego de mão-de-obra de elevada qualificação, especialmente ao nível de operação do FPSO-Capixaba, além do elevado volume de negócios que girarão em torno do empreendimento, sua magnitude foi considerada como **média**. Esta valoração considera apenas o empreendimento Golfinho, de forma isolada, podendo, em médio prazo, com a implantação de novos e maiores empreendimentos, assumir uma magnitude maior, a exemplo do que já ocorre na região Norte Fluminense em decorrência dos grandes projetos petrolíferos já implantados e outros ainda a serem implantados na porção sul da Bacia de Campos.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>Desativação</b>	Recolhimento das linhas de produção e retirada do FPSO-Capixaba
<b>IMPACTO: Risco de acidentes com trabalhadores, embarcações e aeronaves</b>	

Tanto o transporte por via aérea dos trabalhadores das unidades que participarão das diferentes operações que compõem a fase de instalação do empreendimento Golfinho, quanto o transporte dos trabalhadores que irão operar no campo de Golfinho na UEP na fase de produção, assim como o transporte marítimo de materiais, equipamentos e insumos a serem utilizados durante a fase de instalação e na fase de produção, a ser realizado por embarcações *supply*, a partir do porto de Vitória, e ainda, todas as operações envolvidas na desativação do empreendimento, representam riscos potenciais de acidentes.

Cabe incluir neste impacto a eventualidade de envolver, nos acidentes no meio marítimo, as embarcações de pescadores, podendo afetar tanto as pessoas quanto os materiais e petrechos de pesca. Mediando a aplicação das medidas de segurança inerentes para cada uma das atividades que envolvem o transporte de pessoas e de materiais, os acidentes podem ser minimizados ou até evitados. No entanto, o risco a que se refere o presente impacto, embora perdure durante todo o empreendimento Golfinho, pode ser classificado como **reversível**, a partir do encerramento das atividades.

Trata-se de um impacto **negativo**, e quanto a sua temporalidade, foi classificado como **temporário**, uma vez que finalizado o processo de produção do campo, o impacto do risco de acidentes deixa de existir, sendo ainda um impacto **direto** do empreendimento. Foi também qualificado como um impacto de magnitude **média**, devendo ser minimizada sua probabilidade de ocorrência em função das medidas preventivas adotadas pelo empreendedor.

Com relação ao prazo para que este impacto potencial se manifeste, cabe ressaltar que, como se trata de um impacto decorrente de acidentes, o mesmo poderá se manifestar a qualquer tempo durante a sua implementação, ou ainda nem mesmo ocorrer nem durante a fase de instalação, nem durante a fase de produção e desativação. Contudo, de forma conservativa, optou-se por classificá-lo com possibilidade de ocorrência **imediate**.

Em relação a unidade de produção FPSO-Capixaba, que será utilizada na fase de desenvolvimento do campo, não se pode também descartar a possibilidade da ocorrência de acidentes com a mesma, de forma a envolver os trabalhadores embarcados, sendo este aspecto também considerado neste impacto.

De modo geral, as operações de transferência por içamento de equipamentos e materiais, como tubulações, a partir das embarcações *supply* para as plataformas representam riscos de acidentes envolvendo trabalhadores. Contribui também para a existência do risco de acidentes com trabalhadores nas atividades em plataformas marítimas o nível de estresse adquirido pelos trabalhadores nas condições de isolamento a que são submetidos quando trabalhando neste tipo de ambiente confinado, condições que foram abordadas na análise específica do impacto “problemas de saúde ocupacional”.

As atividades desenvolvidas em plataformas de petróleo, portanto, envolvem riscos, além de serem consideradas estressantes, sobretudo pelo isolamento dos trabalhadores em relação ao ambiente externo e familiar. Nestas condições a possibilidade do risco de acidentes pessoais é um impacto potencial.

Como referência sobre o número de ocorrências de acidentes nas atividades cotidianas nas plataformas, deverá se considerar as informações estatísticas fornecidas pela própria Petrobras. A empresa comunicou que, durante todo ano de 2002, foram protagonizados 8 acidentes que não provocaram o afastamento destes funcionários e um acidente com afastamento do empregado, segundo a Tabela II.6.2.2.2-7 abaixo.

**Tabela II.6.2.2.2-7 - Estatística de acidentes em plataformas da Petrobras no ano de 2002**

INDICES TÉCNICOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	2002
HOMEM-HORA EXP. RISCO	20.880	21.600	20.880	22.320	23.400	23.400	23.400	23.220	23.220	23.220	23.220	23.220	271.980
ACIDENTES C/ AFAST.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ACIDENTES S/ AFAST.	0	1	2	2	0	1	0	1	1	0	0	0	8

Fonte: Petrobras / UN-ES

Para classificação da magnitude **média** deste impacto, que se refere ao risco de acidentes, e não aos acidentes propriamente ditos, considerou-se que todos os tripulantes embarcados nas unidades encontram-se expostos a riscos, embora em graus diferenciados conforme as atividades específicas, e durante todo o período em que se encontram embarcados, mesmo naqueles períodos correspondentes ao turno de descanso.

Por outro lado, também foi considerada a diversidade dos riscos a que estes tripulantes se encontram expostos, que vão desde uma simples queda, até a queda de equipamentos sobre os mesmos, passando pela possibilidade de exposição a gases tóxicos, ao fogo e a explosões, incluindo-se aí a possibilidade da ocorrência de *blowout*.

Em referencia a área de abrangência, esta será limitada à área de influência direta do empreendimento, concentrando-se nas rotas utilizadas pelas aeronaves e embarcações de apoio às atividades neste campo, além das próprias unidades de produção, pelo que se trata de um impacto **regional**.

Este impacto é ainda **direto**, decorrendo das atividades desenvolvidas pela empresa, **temporário** devendo durar enquanto perdure o empreendimento, sendo desencadeado a partir da execução das atividades iniciais necessárias para realização do empreendimento.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Sobrecarga das estradas de acesso aos portos de supply</b>	

A necessidade de abastecer os *supply-boats* (embarcações de suporte) de suprimentos, como insumos diversos (cimento, tubulações, diesel, alimentos, água, produtos químicos, etc), para as unidades participantes na fase de instalação do empreendimento Golfinho, assim como a unidade produtora de petróleo e gás no Campo de Golfinho, durante a fase de produção, conduzirá a um crescimento do tráfego veicular na via de acesso ao porto de atracação destes rebocadores. Este crescimento no tráfego de veículos de carga se apresentará na área de influência do empreendimento, fundamentalmente no município de Vila Velha, sendo este o município sede do terminal portuário que irá atender aos *supply-boats*.

Inicialmente a Companhia Portuária de Vila Velha (CPVV) responderá pelas demandas da unidade fornecendo todos os produtos necessários às suas atividades. A via de acesso a este terminal, estrada de Capuaba, já se encontra em mal estado de conservação devido à falta de uma adequada manutenção e ao crescente aumento do tráfego local, visto que é a única via de acesso aos diversos terminais portuários localizados no município de Vila Velha. Esta estrada é a que dá acesso ao terminal de grãos da CODESA, recentemente ampliado na sua retro-área. Salienta-se também que a ponte que deve ser perpassada para ingressar na área portuária, localizada sobre o rio Aribiri, na altura da região conhecida como Ferrinho, possui apenas duas pistas, e encontra-se em precário estado de conservação.

Foi levantado, no âmbito da prefeitura Municipal de Vila Velha, e confirmado com a CODESA – Cia. Docas do Espírito Santo, a intenção de se construir a rodovia ES-477, visando unir a BR-101 com a Rodovia Darly Santos, com vistas a

facilitar tanto o fluxo de veículos de carga em direção a área portuária, quanto o escoamento de produtos do terminal portuário de Vila Velha.

Deve-se ressaltar que este impacto está sendo considerado de forma sinérgica com as atividades de *supply* para outras unidades de perfuração *offshore*, que atualmente se encontram na Bacia Sedimentar do Espírito Santo, e também utilizam o terminal portuário da CPVV. Neste caso, além dos insumos acima relacionados, incluem-se diversos outros como cimento, bentonita, baritina e equipamentos variados para uso nas unidades de perfuração *offshore*.

Trata-se de um impacto **direto** e **negativo** que, pelo fato de vir somar atividades que já vem sendo desenvolvidas e em grande escala dentro da área prevista, sua magnitude será **média**. Por se tratar de um impacto que afetará diretamente parte restrita da área de influencia direta do empreendimento, especificamente as áreas que dão acesso ao terminal de Vila Velha, se define como de abrangência **local**. É **reversível**, caso se suspenda a atividade. Do contrário, ainda que sejam adotadas as medidas cabíveis, é irreversível, porque a sobrecarga de acesso a este terminal já ocorre, independentemente do seu aumento mediante o uso como apoio às atividades *supply* no Campo de Golfinho.

A sobrecarga das estradas de acesso aos “*supply-ports*” deverá ocorrer apenas durante as fases de implantação e de produção do campo de Golfinho, sendo considerado, desta forma um impacto **temporário**. Quanto ao prazo para sua ocorrência, o impacto será **imediate**.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
<b>Produção</b>	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Geração de conflitos</b>	

A decisão pelo início das atividades de produção do campo de Golfinho tem originado certa inquietude entre os membros das associações e colônias de

pescadores, a partir da experiência acontecida numa primeira fase da prospecção da região potencialmente produtora de petróleo, quando foram realizados os trabalhos dos navios dedicados à pesquisa sísmica.

Os pescadores descrevem o método utilizado como de “realizar detonações de explosivos para depois captar o eco” (na verdade trata-se de canhões de ar comprimido - *air guns*), o que, segundo os mesmos pescadores, tem afugentado os peixes dos seus tradicionais pesqueiros. Para eles a redução de pescado deve-se a interferência da embarcação de pesquisa sísmica. A queda do volume foi explicitada em dados relativos ao volume de pesca disponibilizado por algumas entidades como a Cooperativa de Pesca da Prainha, em Vila Velha, através do seu presidente, Sr. Romildo. Esta visão tem sido um coro entre a maioria das organizações pesqueiras, sendo colocada pela maioria dos representantes de entidades pesqueiras entrevistados.

Outro reclame geral com relação às embarcações que realizam a atividade sísmica é que elas têm ocasionado a destruição de aparelhos/petrechos de pescadores, tanto artesanais quanto industriais, devido ao fato de não terem uma rota determinada e de os pescadores não serem avisados, segundo informação dos pescadores, em tempo hábil para a retirada dos aparelhos.

Alem da preocupação com as atividades dos navios sísmicos, os pescadores entrevistados, especialmente os que realizam a pesca de cunho industrial, a maioria deles cadastrados em Itaipava, preocupam-se com o futuro da sua atividade, uma vez que deverão compartilhar sua área natural de trabalho com uma atividade que impõe restrições as praticas tradicionalmente realizadas por eles. Preocupam-se com o fato da criação de áreas de restrição a pesca, áreas estas contempladas por lei, que, segundo eles, contribuem com a redução do volume de peixes capturados. Destacam também que as instalações produtoras de petróleo, sejam plataformas ou navios convertidos, acabam sendo atratores de peixes e, por isto, fazem com que as embarcações de pesca tentem se aproximar das instalações das companhias petrolíferas. Deve-se incluir também a possibilidade da interferência da unidade de produção nas possíveis rotas de embarcações de pesca navegando em direção do pesqueiro conhecido como

Largo dos Abrolhos, interferência que se manifestaria não apenas pelo posicionamento da unidade senão também pela área de exclusão de 500 metros em volta da mesma.

No geral, a potencialidade dos conflitos limita-se ao risco de acidentes de derramamento de óleo e o potencial dano ambiental que viria produzir. Este temor se acentua toda vez que, perante a falta de emprego, muitos pedreiros, ajudantes de pedreiros, serventes e outras pessoas carentes de serviço dedicam-se a trabalhar, de maneira irregular perante os olhos da legislação que regulamenta a atividade da pesca, e que não teriam a possibilidade de qualquer ressarcimento frente ao acontecimento de eventual restrição à pesca originada por acidente de derramamento de óleo.

Em referência ao trânsito das embarcações de *supply*, os entrevistados reconhecem que não influi no normal desenvolvimento das atividades, visto que já conhecem as rotas destas embarcações com precisão, segundo relatos de pescadores entrevistados, possibilitando a identificação dos locais de risco e a escolha pelas áreas que continuam plenamente liberadas.

Como citado acima, este impacto de geração de conflitos está sendo considerado também como decorrente de uma real interferência com a atividade de pesca, fruto do aspecto legal que determina o entorno da plataforma como uma zona de exclusão para as atividades de pesca, em contraponto a atratividade que a plataforma exerce sobre determinadas espécies de peixes. Também deve ser considerado que o trânsito de embarcações de apoio às atividades petrolíferas, especialmente daquelas que realizam a pesquisa sísmica, constituem-se em um fator de conflito devendo ser objeto de maiores esclarecimentos e de medidas adequadas. Cabe, no entanto, ressaltar que o empreendimento proposto no campo de Golfinho não prevê a realização de novos levantamentos sísmicos nesta área.

Deve-se salientar que este impacto está sendo considerado de forma sinérgica com as atividades de *supply* para outras unidades de perfuração

*offshore* que se encontram na Bacia Sedimentar do Espírito Santo, e também se utilizam do terminal portuário da CPVV.

Outra forma de conflito identificada refere-se aos grupos organizados que defendem a causa ambientalista, e que se preocupam com a possibilidade da ocorrência de derrame de óleo ocasionando, conseqüentemente, a poluição do mar e/ou da zona costeira. Existe, inclusive, na região litorânea norte do Espírito Santo um movimento ambientalista que agrega várias entidades civis como ONG's e associações de moradores, no sentido da criação de um parque marinho em Santa Cruz. O projeto já se encontra em fase de avaliação por parte do IBAMA, destacando-se que, a comunidade pesqueira da região onde se pretende localizar esta UC, tem se mostrado contrário à sua criação, uma vez que o tipo de unidade proposto exclui de sua área a atividade pesqueira.

A classificação deste impacto, no que se refere especialmente aos conflitos gerados com a atividade pesqueira, é **negativo** e de **magnitude média**, uma vez que o conflito maior decorre de atividades de levantamentos sísmicos não previstos neste empreendimento, sendo ainda classificado como impacto **direto**.

A área de abrangência do impacto é **regional**, uma vez que afeta as comunidades pesqueiras situadas dentro da área de influência definida para este empreendimento, que inclui a rota das embarcações de apoio que vai desde Vila-Velha até a área no em torno do Campo de Golfinho.

No tocante à duração do impacto, uma vez que estes conflitos cessam com o fim das atividades, considerando-se apenas o campo de Golfinho, pode-se afirmar que se trata de um impacto **temporário**. A manifestação do mesmo vem se produzindo desde antes do início das atividades de produção, como relatado acima, pelo que se define como um impacto **imediate**. Quanto à reversibilidade, este impacto foi classificado como **reversível**, uma vez que sua tendência pode ser revertida, chegando-se a cessar com o encerramento das atividades de produção nesta área, atentando-se para o fato de que, o empreendimento analisado não realizará pesquisa sísmica.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Interferência na atividade pesqueira</b>	

Como já foi citado, no desenvolvimento do Projeto Golfinho se considera o transporte do gás produzido para o continente, cuja viabilização demandará a implantação de gasoduto marítimo e terrestre, para recebimento da produção em terra, além da construção de uma UPGN (Unidade de Processamento de Gás Natural) denominada de UTGC (Unidade de Tratamento de Gás de Cacimbas).

Especificamente no lançamento do gasoduto para transferência de gás natural para a unidade de tratamento de gás, as atividades a serem desenvolvidas na área, poderão apresentar interferências com a atividade pesqueira local, segundo o Sr. Simião Barbosa dos Santos (pescador de Povoação), já que o pescador destes é a faixa costeira até uma distância máxima de 1000 metros da praia.

O Sr. Simião, identificado na sua localidade como líder dos pescadores na formação de uma associação, manifestou que as atividades realizadas no mar, que poderão ser similares às de lançamento de linhas e dutos para a operação de produção do Campo de Peroá-Cangoá, deverão interferir transitoriamente nas atividades dos pescadores locais. No mesmo sentido, as atividades realizadas fora desta faixa estreita de 1000 metros da costa, segundo o próprio Sr. Simião, não produzirão efeito algum sobre o normal desenvolvimento da atividade local.

Ressalta-se ainda que as atividades de enterramento do gasoduto a ser realizada na praia de Cacimbas, a partir das ações a serem efetuadas pela Base-guincho que puxará o duto do ambiente marinho em direção a terra, poderá afetar as atividades pesqueiras na faixa costeira durante um período aproximado de trinta dias.

Destaca-se também que a presença física da unidade de produção FPSO-Capixaba poderá ficar na rota de embarcações de pesca industrial provenientes dos portos de Vitória e da Prainha (Vila Velha), além de, em menor medida, algumas embarcações de Itaipava, que se dirijam ao pesqueiro conhecido como Largo dos Abrolhos. Salienta-se que este fato foi avaliado também nos impactos “Geração de Conflitos” e “Risco de Acidentes com Trabalhadores, Embarcações e Aeronaves”. A rota das embarcações de apoio, apesar de bem conhecida pela frota de pesca, é outra fonte potencial de interferência na atividade de pesca.

Concluindo, pode-se afirmar que a citada interferência será um impacto **negativo** decorrente **diretamente** do empreendimento, com abrangência local restrita à área de realização das atividades de lançamento de linhas e do gasoduto, e **regional** no caso da interação com as rotas das embarcações de pesca industrial e de apoio às operações supracitadas. A duração deverá ser **temporária**, restringida ao horizonte de tempo que durem as atividades citadas acima. Ao mesmo tempo pode-se dizer que seus efeitos serão **reversíveis** uma vez que cessam quando finalizadas as atividades que deram origem ao impacto.

Quanto à magnitude do impacto, trata-se de um impacto de magnitude **fraca**, considerando-se que o período de interação mais significativa do empreendimento com a atividade pesqueira será curto (aproximadamente 6 meses – fase de implantação) e que durante a fase de produção essa interferência não será tão significativa considerando-se a baixa frequência das embarcações de apoio e a localização do FPSO-Capixaba, fora da área principal de pesca.

Fases	Atividades
<b>Implantação</b>	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
<b>Produção</b>	Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Geração de tributos</b>	

A implantação do empreendimento Golfinho incorrerá na geração de tributos, sobretudo aqueles relacionados a movimentação de mercadorias e à contratação de serviços e de trabalhadores, o que determinará o aumento da arrecadação de tributos municipais e estaduais, a exemplo do ISS (Imposto Sobre Serviços) e ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadoria e Serviços), o que deverá ocorrer de forma **imediate** ao início das atividades.

O acréscimo de arrecadação a partir da implantação do empreendimento é um impacto **positivo**, gerado de forma **direta** pelo empreendimento, quando resulta de negócios realizados pelo empreendedor, ou **indireta**, quando resulta de atividades decorrentes do mesmo, envolvendo aqueles negócios realizados por fornecedores e prestadores de serviços com outras empresas. De abrangência **estratégica** a geração de tributos se dará tanto nas esferas estadual e municipal quanto na esfera federal.

Considerando-se que os tributos são decorrentes das atividades de produção, e que as mesmas ocorrerão durante um período definido, este impacto foi classificado como **temporário**. Da mesma forma, como após o encerramento das atividades exploratórias e de produção não estará mais gerando tributos, trata-se de um impacto **reversível**.

Quanto às estimativas dos volumes financeiros provenientes da geração de tributos do empreendimento Golfinho, segundo informações da Petrobras, os impostos e tributos a serem recolhidos encontram-se discriminados na Tabela II.6.2.2.2-8:

**Tabela II.6.2.2.2-8 - Volumes financeiros gerados como tributos pelo empreendimento Golfinho**

TIPO DE TRIBUTO		VALORES
Taxas Governamentais	Royalties	US\$ 234.980.000,00
	Participação Especial	
Tributos Indiretos	Imposto de Renda	US\$ 249.740.000,00
	Contribuição Social	
	PIS/Pasep	
	Cofins	

Fonte: Petrobras / UN-ES

Com base na tabela anterior e transformando os montantes a serem recolhidos de dólares (US\$) para reais (R\$), tendo como referência a cotação de abril de 2005, conclui-se que, em conceito de impostos, serão gerados R\$ 1.260.272.000,00 (R\$ 1,260 bilhões), o que permite qualificar o impacto como de **forte** magnitude.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento das linhas e do gasoduto na zona marinha
	Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Demanda de áreas para disposição final de resíduos</b>	

As atividades de produção de petróleo constituem-se em operações geradoras de resíduos de distintas classes (perigosos, não inertes e inertes), que

não têm como serem dispostos na plataforma ou em áreas *offshore*, necessitando serem encaminhados para o continente, onde os mesmos são tratados, reciclados ou recebem sua disposição final. De modo geral, mesmo a produção se processando em áreas *offshore*, também em terra serão gerados resíduos nas instalações receptoras e/ou armazenadoras dos produtos, bem como naquelas instalações de suporte as atividades desenvolvidas nas plataformas.

Dentre os diversos resíduos gerados a grande maioria corresponde a resíduos inertes, não representando assim qualquer tipo de pressão adicional sobre a infra-estrutura de disposição de resíduos existente nos municípios de Vitória e Vila Velha. Ao contrário, acabam por constituir-se em matéria prima para as indústrias de reciclagem que se beneficiam dos resíduos de papel, papelão, plástico, vidro, madeira, óleo lubrificante usado e sucatas metálicas, dentre outros.

No entanto, os resíduos classificados como perigosos, representados pelo resíduo ambulatorial, pelas borras oleosas e pelos resíduos contaminados por óleos e graxas, que não são passíveis de serem reciclados ou tratados, acabam recebendo sua disposição final no aterro industrial da empresa Vitória Ambiental, localizado na região da Grande Vitória. Desta forma, embora a empresa possua sua licença ambiental de operação, a geração deste tipo de resíduo contribui para a demanda de áreas para disposição dos mesmos, necessitando cada vez mais espaço para a disposição destes resíduos classificados como perigosos. Cabe aqui ressaltar que este impacto está sendo considerado em sinergia com inúmeros outros empreendimentos já existentes no estado do Espírito Santo, envolvendo não somente a indústria de petróleo, mas também os segmentos de celulose, siderurgia, moveleiro, dentre outros.

Destaca-se que, como parte da dinamização da economia citada acima, outras empresas detentoras de áreas licenciadas para disposição final de resíduos na modalidade de aterro sanitário, tem apresentado estudos ambientais para obter o licenciamento de células para disposição de resíduos de Classe 1. Estas empresas são a CTRVV, com área localizada nas proximidades da comunidade de Jabaeté, município de Vila Velha (ES), e a Marca Ambiental,

instalada próximo aos bairros Nova Rosa da Penha I e II, no município de Cariacica (ES).

Estas áreas para implantação de aterros de resíduos perigosos ou controlados, além de se situarem em regiões próximas as cidades, necessitam serem monitoradas por um longo período de tempo, mesmo após o encerramento de suas operações, inviabilizando ou impossibilitando a implantação de qualquer outra atividade produtiva no local, originando “zonas mortas” sem reaproveitamento futuro para implantação de estruturas produtivas ou outras que possam ser utilizadas em prol da comunidade.

Este impacto foi avaliado como **negativo, direto**, de manifestação **imediate e regional**, de **fraca magnitude** em função dos pequenos volumes previstos para serem gerados, **temporário**, com duração prevista apenas para o período em que acontecesse a produção de petróleo, porém com caráter **irreversível** considerando-se que áreas foram ocupadas e indisponibilizadas, porém a demanda por novas áreas cessará.

Fases	Atividades
Implantação	Lançamento do gasoduto no ambiente terrestre
<b>IMPACTO: Alteração no cotidiano da comunidade de Povoação</b>	

No desenvolvimento do Projeto Golfinho se considera o transporte do gás produzido para o continente, cuja viabilização demandará a implantação de gasoduto marítimo e terrestre, além da construção de uma UPGN (Unidade de Processamento de Gás Natural) denominada de UTGC (Unidade de Tratamento de Gás de Cacimbas – projeto associado alvo de outro processo de licenciamento).

As diferentes atividades que envolvem a participação de trabalhadores em áreas terrestres produzirão efeitos na comunidade no entorno do mesmo, ou seja, de Povoação, alterando o ritmo normal de vida dos moradores.

Baseado na implantação da Fase I da UTGC, atualmente em curso, foi levantado em campo, através de entrevistas com representantes da comunidade de Povoação, as interferências geradas a partir do desenvolvimento das atividades de construção com o intuito de poder antecipar os impactos no cotidiano dos moradores de Povoação com a ampliação prevista.

Como citado acima, para avaliação dos potenciais impactos do empreendimento, foram consultadas lideranças comunitárias da comunidade de Povoação, como o Sr. Clovis Monteiro Falcão, Presidente da Associação de Moradores e Amigos de Povoação e o Sr. Rogério Penha da Silva, a cargo da coordenação do Projeto EcoCidadania (Projeto desenvolvido pela Petrobras na região).

Segundo os entrevistados, a instalação da UTGC fase I resultou na alteração do ritmo de vida da comunidade de Povoação no seguinte sentido:

- Houve mudança no nível de renda e de emprego na comunidade, o que considerou tratar-se de um efeito positivo e benéfico;
- A chegada de pessoas provenientes de outras regiões criou, por um lado, uma certa insegurança na comunidade onde todos se conhecem há anos. Por outro lado, a vinda de trabalhadores foreiros abriu alternativas de renda para os residentes de Povoação, na medida em que estes puderam alugar casas e ofertar serviços para os referidos funcionários.

Quando consultado sobre o desemprego na localidade de Povoação, o Sr. Clóvis preferiu traçar dois cenários. Se não existisse a primeira fase do empreendimento UTGC, ele calcula que 80% da população em idade ativa estaria desempregada. Hoje, na fase de instalação do empreendimento, ele estima um índice de desemprego de 20%. O elevado índice de desemprego e a baixa renda acontece porque se tem atravessado períodos muito difíceis, tanto para a pesca quanto para as lavouras de cacau, principais fontes de emprego na região.

As dificuldades na atividade pesqueira correspondem às determinadas no levantamento de campo realizado no diagnóstico através da entrevista efetuada

com o Sr. Simião Barbosa dos Santos, pescador que se encontra dedicado à formação de uma associação de pescadores na localidade de Povoação.

O Sr. Simião apontou como responsável pela difícil situação, a redução drástica no número de peixes capturados. Por tudo isto, e por ter de duzentas a duzentas e cinquenta pessoas de Povoação trabalhando no empreendimento UTGC fase I, o Sr. Clóvis destacou como muito oportuna a vinda do empreendimento à região. Salientou ainda que a comunidade solicitou, na audiência pública do processo de licenciamento, que fossem contratadas pessoas da região para trabalhar na firma, o que foi realizado, para satisfação da comunidade. Se analisado que na localidade de Povoação, segundo o Sr. Clóvis, moram umas 1500 pessoas, distribuídas em cerca de trezentas famílias, a participação de 200 a 250 moradores de Povoação, no empreendimento da UTGC fase I, marca a importância que este vem apresentando para a comunidade.

Especificamente para o empreendimento de ampliação e de instalação do novo gasoduto, deve-se considerar a incidência da presença dos trabalhadores do empreendimento que terão sua residência transitória registrada na localidade de Povoação, visto que não está prevista a construção de alojamentos no canteiro de obras. No caso de mão-de-obra especializada, serão alugadas casas, e no caso de mão-de-obra não qualificada, esta deverá ser contratada entre os moradores de Povoação, com o intuito de minimizar os movimentos migratórios na região. Com esta finalidade deverá ser considerada, tanto a mão-de-obra dedicada ao lançamento do gasoduto em terra (Tabela II.6.2.2.2-9), quanto o pessoal dedicado à construção da UTGC.

**Tabela II.6.2.2.2-9 - Mão-de-obra em terra atribuída ao empreendimento Golfinho na Implantação**

POSTOS DE TRABALHO A SEREM GERADOS EM TERRA NA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO GOLFINHO		
Tipo de Atividade	Qualificação	Nº. de Postos de Trabalho
Atividades de lançamento dos gasodutos terrestres	Nível Básico	70
	Nível Médio	10
	Nível Superior	5
Atividades de construção da UTGC - Fase II	Nível Básico	600
	Nível Médio	40
	Nível Superior	28

Fonte: Petrobras

Em tal sentido, observa-se que o potencial de mão-de-obra a ser contratada na comunidade de Povoação, dentre os postos de trabalho para pessoas qualificadas de nível básico, chega a 670, pelo que se pressupõe que poderá chegar a ser um impacto positivo e de forte magnitude para a comunidade. Considerou-se apenas a mão-de-obra do pessoal de nível básico com base na experiência da primeira fase da UTGC, em que apenas este nível foi satisfeito com moradores locais.

Em referência às expectativas com a possibilidade de uma segunda fase da UTGC, o Sr. Clóvis manifestou a obtenção de renda pelo aluguel de casas para os trabalhadores, a criação de empregos para pessoas que venham cuidar da manutenção destas casas, a produção de alimentos para os funcionários, lavanderias informais que venham atender as necessidades dos trabalhadores. Com esta base, define-se um impacto de tipo **direto e indireto**. As expectativas com relação a uma segunda fase, segundo o Sr. Clóvis, são as melhores, devidas, fundamentalmente, às necessidades de emprego citadas acima.

A vinda do novo empreendimento, mantendo-se a continuidade no estilo da empresa referente a manutenção da ordem dos seus funcionários e a harmonia com a população local, só irá trazer benefícios à comunidade, tanto em forma direta quanto indireta. O Sr. Clóvis manifestou seu desejo de continuidade no

marco de relacionamento entre a Petrobras, a comunidade de Povoação e a empreiteira contratada para as obras.

Na entrevista citada acima foi abordada também a segurança. A infraestrutura de segurança, na localidade de Povoação, compõe-se por um DPM e uma viatura. Durante a semana permanece um policial militar para atendimento das necessidades do local e, no fim-de-semana, é reforçado o plantão, que passa a contar com três efetivos. Segundo o Sr. Clóvis, a segurança e a ordem na localidade de Povoação conta, em certa forma, com o auxílio da empresa contratada para a instalação da fase I da UTGC.

Ele manifestou que, as poucas vezes que foi colocada, por parte da comunidade, alguma queixa de funcionário da UTGC por comportamento inadequado, a empresa dispensou o funcionário do serviço para evitar causar incômodos à população local. Acrescentou que, no ato da contratação dos funcionários, estes são advertidos sobre a falta de tolerância com condutas im procedentes dentro da comunidade local, o que poderá incorrer na perda do trabalho. Com base nestas declarações pode-se inferir das interferências com o ritmo de vida, normalmente tranquilo e sossegado, dos membros da comunidade de Povoação, um impacto **negativo**, coexistente com o efeito **positivo** da dinamização da economia local devido ao acréscimo de renda a partir dos pequenos negócios que são gerados na localidade através do empreendimento como : serviços de manutenção de casas, de lavagem de roupas, de alimentação, de aluguel de casas, entre outros. O efeito deverá ser de **média magnitude** em função do número de funcionários previstos para a fase de instalação ser expressivo proporcionalmente à população de Povoação, e isto gerar, conseqüentemente, um aumento expressivo da renda local.

O Sr. Rogério Penha da Silva opinou que devem se tomar as iniciativas para modificar esta situação, pois o estado atual da localidade, em conseqüência das obras da Petrobras com a UTGC fase I, é apenas um paliativo transitório, uma vez que finalizadas as obras cessará o ingresso de renda na vila. De tal modo, a comunidade tem consciência que o impacto com a fase I da UTGC, assim como com a fase II e com as atividades de lançamento do gasoduto na faixa terrestre, é

um impacto de duração **temporária e reversível**. A área de abrangência limita-se à localidade de Povoação e seu entorno rural, com o que se define de impacto local. Devido tratar-se de um impacto que irá continuar em relação a atual fase I de construção da UTGC, o prazo para manifestação é **imediate**.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Problemas de saúde ocupacional</b>	

Impactos à saúde dos trabalhadores são observados devido à exposição a agentes nocivos. Dentre os mais significativos está o ruído, condição inerente à execução de atividades industriais. A exposição ao ruído acima dos limites de tolerância de forma continuada pode trazer desde perdas auditivas temporárias até danos permanentes à saúde.

Também presente nas atividades industriais encontram-se os produtos químicos, que são empregados em muitos ramos das atividades *offshore*. A exposição aos diversos agentes nocivos ocorre no exercício das mais variadas funções e de diversas formas, desde a limpeza de acomodações, passando pelas atividades de manutenção até o abastecimento de produtos químicos empregados no processo. A exposição aos produtos químicos geralmente leva a manifestação de conseqüências que variam conforme o produto e a susceptibilidade do trabalhador.

Trata-se de um impacto **negativo**, conseqüência **direta** da atividade de produção de petróleo *offshore*. A área de abrangência deste impacto é **local**, uma vez que a exposição ao risco ocorre na própria unidade de produção.

A duração do impacto, analisando-se especificamente o tempo de produção no campo de Golfinho, indica que se trata de um impacto **temporário**, uma vez que a exposição dos trabalhadores aos variados tipos de problemas ocupacionais irá desaparecer com o fim da atividade, prevista para ocorrer em 2016.

Quanto à reversibilidade, este impacto poderá ser considerado **reversível**, uma vez que, os danos à saúde são passíveis de recuperação após tratamentos específicos. Todavia, situações de danos mais graves podem ocorrer, o que irá gerar um cenário de **irreversibilidade**. Quanto ao prazo para manifestação deste impacto, o mesmo pode ser **imediate**, sem contudo, garantir que irá ocorrer durante o empreendimento.

Um elemento de notável colaboração na hora de interpretar os problemas de saúde ocupacional que se originam nas plataformas de extração de petróleo, é a estatística elaborada pela UN-Rio sobre as causas de afastamento. Eles informam que, durante o ano 2001, 28% dos afastamentos dos trabalhadores foram originados em doenças do aparelho respiratório, 12% em doenças infecto contagiosas, 11% em doenças do sistema osteomuscular, 10% devido a doenças do aparelho circulatório, 9% devido a transtornos mentais, 7% devido a cirurgias, 6% a doenças endócrinas, 5% devido a traumas, 4% a doenças do sistema nervoso central e órgãos dos sentidos, 3% a afecções mal definidas, 1% a doenças do aparelho digestivo, 1% a doenças do aparelho genitourinário, 1% a doenças da pele e tecidos e 1% a doenças hematológicas.

No tocante à magnitude do impacto, dada a evolução tecnológica e dos sistemas de controle e segurança das unidades produtoras de petróleo, pode-se inferir que se trata de um impacto de magnitude **fraca**.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Intensificação das desigualdades regionais</b>	

O aprofundamento das desigualdades regionais no Brasil, intensificado a partir da década de 70 do século anterior, tem-se tornado tema prioritário no debate nacional, seja no meio político, acadêmico ou empresarial, estando na pauta de prioridades das entidades e organizações sociais.

É de conhecimento geral que a concentração de investimentos, privados e públicos, em determinadas áreas, tem causado desequilíbrios sociais, ambientais e econômicos.

Na atividade petrolífera, o pagamento diferenciado de royalties aos estados e especialmente aos municípios, tem ressaltado as diferenças sócio-econômicas entre eles.

O fato de concentrar os recursos nos municípios litorâneos, que já tem na atividade turística um forte elemento de atração de investimentos e de população, potencializa as desigualdades entre estes municípios e aqueles situados fora da linha da costa, à exceção dos que são produtores de petróleo e/ou gás.

No Estado do Rio de Janeiro a concentração de investimentos e de recursos, decorrentes da atividade petrolífera no litoral norte, tem acarretado em elevado fluxo migratório no sentido interior/outras regiões-litoral norte, conforme destacado no item “Fluxos Migratórios” do Diagnóstico Ambiental.

Ainda neste Estado, a exclusão de alguns municípios da recepção de royalties, como acontece com São Francisco de Itabapoana, também é outro fator que explicita as desigualdades decorrentes do pagamento de royalties. Este município tem, inclusive, pleiteado junto à várias entidades e órgãos como a OMPETRO (da qual faz parte), ao IBGE e à ANP, para serem revistos os critérios de cálculo, uma vez que ele possui uma extensa área litorânea, e se encontra localizado entre duas regiões (norte do RJ e extremo sul do ES) onde todos os demais recebem royalties diretos dos campos de exploração petrolíferos marítimos. É visível a diferença na dinâmica socioeconômica deste município comparativamente aos demais componentes da Área de Influência.

No Espírito Santo, da mesma forma que no Rio de Janeiro, verifica-se que os municípios receptores de royalties diretos possuem melhores condições de infraestrutura, a exceção de alguns deles, como Presidente Kennedy, que parece ainda não ter revertido os recursos em melhorias na infra-estrutura, conforme se verificou nas visitas realizadas em campo.

Notadamente municípios como Linhares (1º lugar no ranking do estado do Espírito Santo em recolhimento de royalties municipais), São Mateus e Jaguaré têm se beneficiado do volume de recursos oriundos dos royalties recebidos.

Deve-se considerar a preocupação explicitada por representantes do poder público, seja municipal, seja estadual, com as desigualdades regionais. Estas, evidentemente, são decorrentes de vários outros fatores, incluindo o uso inadequado dos recursos públicos, que não apenas o pagamento diferenciado de royalties, e terminam por provocar desníveis sociais, concentração populacional e de renda.

A intensificação das desigualdades regionais é um impacto **negativo**, de **média magnitude** e **direto** do empreendimento, embora seja causado por um misto de fatores que também tem reflexo direto das ações ou inações do poder público. Tem abrangência **regional**, sendo **temporário** e de manifestação **imediate**. É **irreversível** dado que os municípios produtores devem, por direito, pleitear a diferença no volume de recursos percebidos, ainda que a legislação relativa ao pagamento de royalties considere o aspecto analisado. Ainda que se suspenda o empreendimento, os recursos recebidos em função do pagamento de royalties relativos às atividades desenvolvidas já pautam as desigualdades existentes.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Derrame de óleo com prejuízos a pesca e ao turismo</b>	

Durante todo o desenvolvimento da produção do campo de Golfinho existirá o risco permanente de acidentes que resultem na perda do inventário total de óleo armazenado na unidade. Um acidente deste tipo atingirá sua maior conseqüência caso se encontre estocado o volume correspondente à capacidade máxima de armazenamento da unidade FPSO-Capixaba,

aproximadamente de 350.000 m<sup>3</sup>, que representam os tanques de carga e de armazenamento de óleo diesel e óleo lubrificante.

Os cenários para derrames de petróleo, equivalentes a um volume correspondente a capacidade total de estocagem desta unidade, foram modelados para as situações de inverno e verão, e, como resultado, mostraram uma grande dispersão das plumas de contaminação, chegando, em ambas as situações, a atingir a costa em parte da área de influência do empreendimento (ver item II.6.1.1 – Modelagem de Óleo).

Da mesma forma, em conformidade com a Resolução CONAMA Nº 293, também foram realizadas modelagens probabilísticas para um cenário com pequenos vazamentos, com 8 m<sup>3</sup> derramados, e cenário para médios vazamentos, com volume de 200 m<sup>3</sup>. Para as simulações probabilísticas com volumes de 350.000 m<sup>3</sup>, que resultaram em toques na linha de costa, também foram realizadas simulações determinísticas.

As simulações de vazamentos de volumes de óleo equivalentes a 8m<sup>3</sup> e a 200m<sup>3</sup> para os cenários de inverno e verão, indicaram cenários em que não ocorrerá nenhum toque de óleo na costa.

Com relação às conseqüências para o meio antrópico, perante a ocorrência de um derramamento de óleo em volume equivalente a 8 m<sup>3</sup>, tanto em cenário de verão quanto de inverno, observa-se que as atividades vinculadas ao turismo não se veriam afetadas pela ocorrência de um acidente deste porte, uma vez que a pluma se restringirá ao ambiente oceânico, não atingindo a região litorânea.

Ainda para este caso de derramamento de pequeno volume, as atividades de pesca realizadas pelo método de pesca artesanal também não seriam afetadas, visto que as áreas de pesca destes pescadores, que se localizam, no geral, nas proximidades da costa, não seriam atingidas. No caso deste tipo de derramamento de óleo de pequeno volume, eventualmente poderia se ver afetada a pesca industrial, uma vez que, como levantado em campo e indicado no diagnóstico, as embarcações deste tipo de pesca costumam se aproximar das

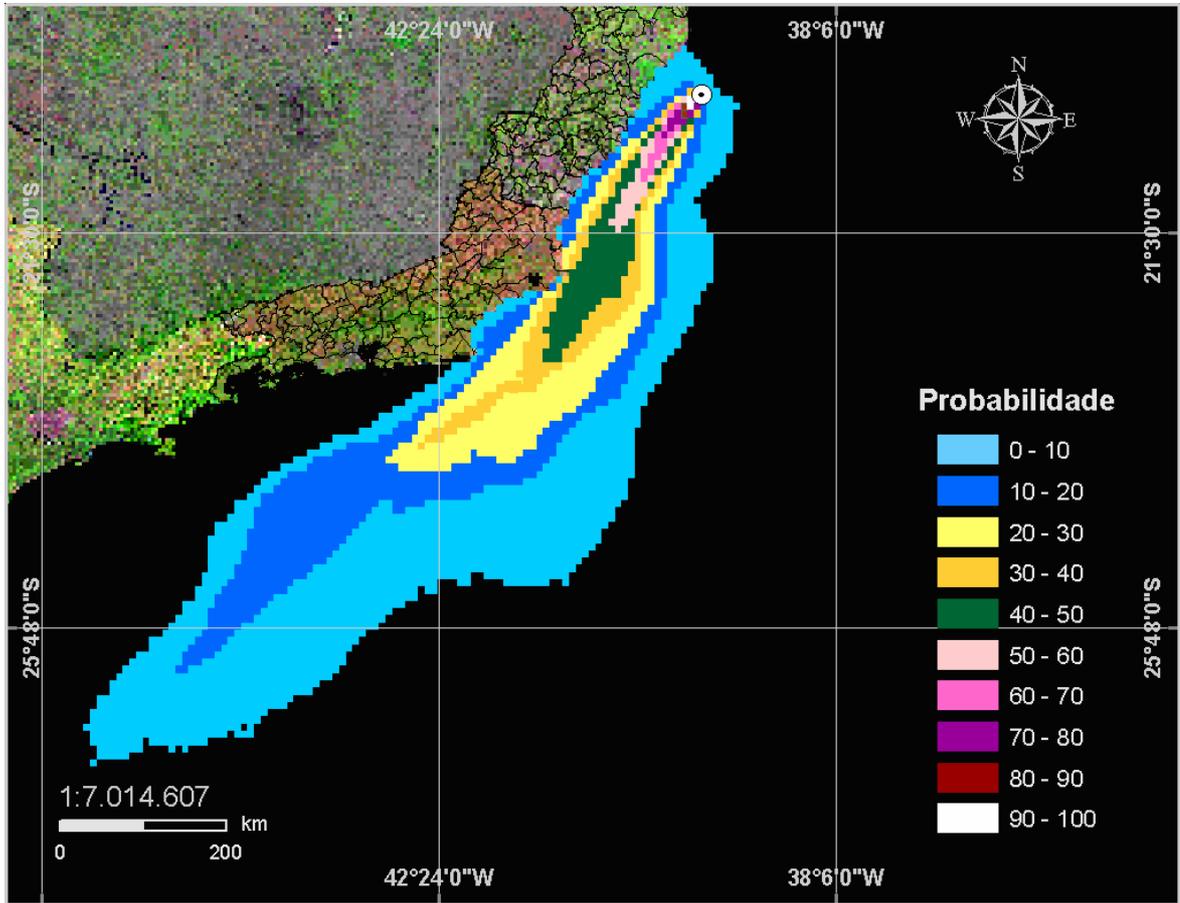
plataformas de produção de petróleo, localizadas mais distantes da costa e em lâminas de água com grandes profundidades, as quais atuam como atratores de peixes.

A possibilidade de derramamento de médio porte, equivalente a 200 m<sup>3</sup>, produziria manchas de maior extensão para os cenários de inverno e verão, segundo as simulações probabilísticas realizadas.

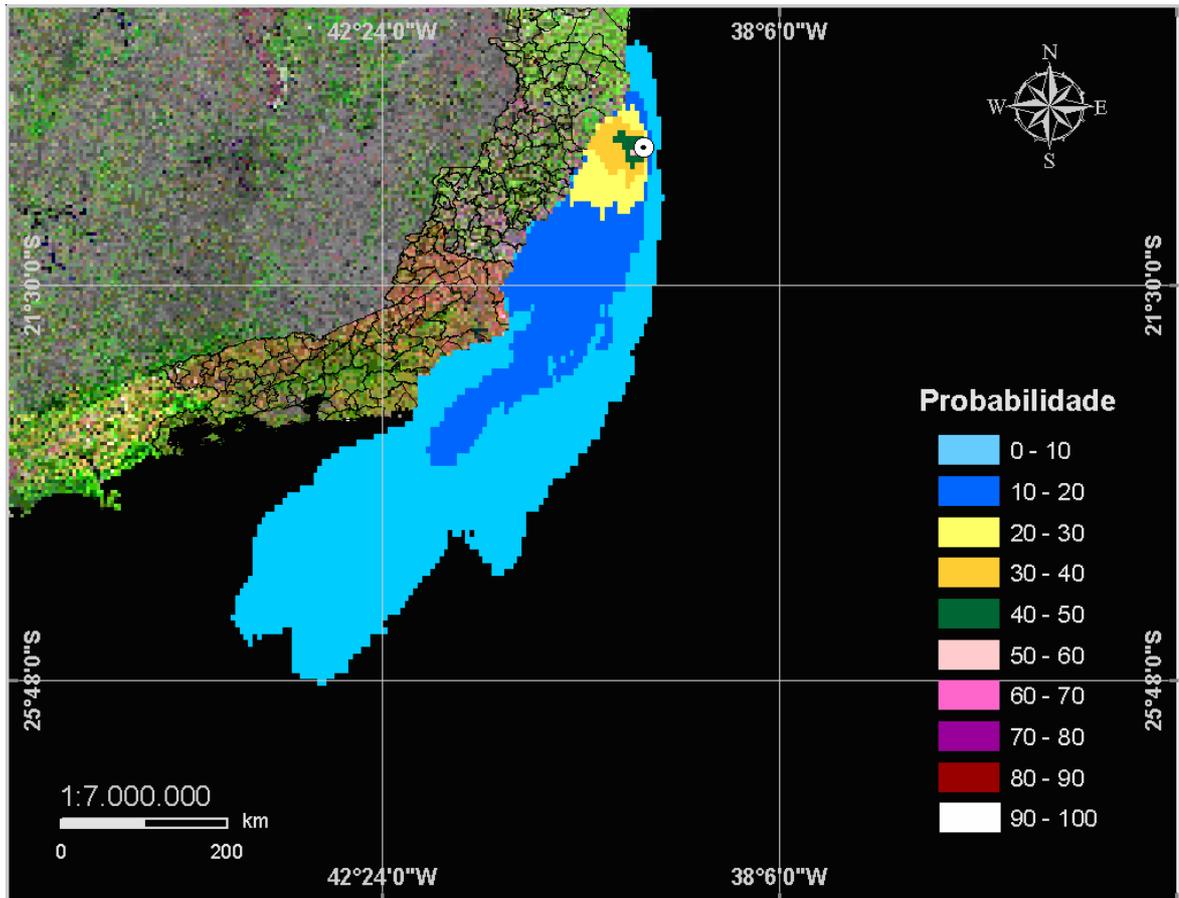
Considerando-se que estas manchas também não atingiriam a faixa litorânea, mantendo-se em áreas de águas profundas, as atividades turísticas e de pesca artesanal não seriam afetadas pelo acidente de derramamento de óleo, visto que a dispersão das plumas não atingiria áreas da faixa costeira ou próximas desta. Já no caso da atividade de pesca industrial se observaria uma área maior de restrição à pesca, possivelmente impactando numa magnitude um pouco mais acentuada do que o primeiro caso, com vazamentos de 8 m<sup>3</sup>.

Para a hipótese de acidente com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> de óleo, causado pela perda do volume total dos tanques de armazenamento de carga e de armazenamento de óleo diesel e óleo lubrificante do FPSO-Capixaba, mais os volumes contidos nas tubulações da unidade, também foram realizadas modelagens para as situações de inverno e verão, como mostram as Figuras II.6.2.2.2-3 e II.6.2.2.2-4.

Neste caso, as conseqüências para o meio antrópico, assim como para o meio ambiente, poderiam ser desastrosas, uma vez que os resultados das duas modelagens realizadas, tanto para a situação de inverno como para a de verão, indicaram que a mancha de óleo deverá tocar a linha de costa, confirmando que o ambiente costeiro poderia ser atingido em caso de perda do inventário total da carga de óleo da unidade FPSO-Capixaba.

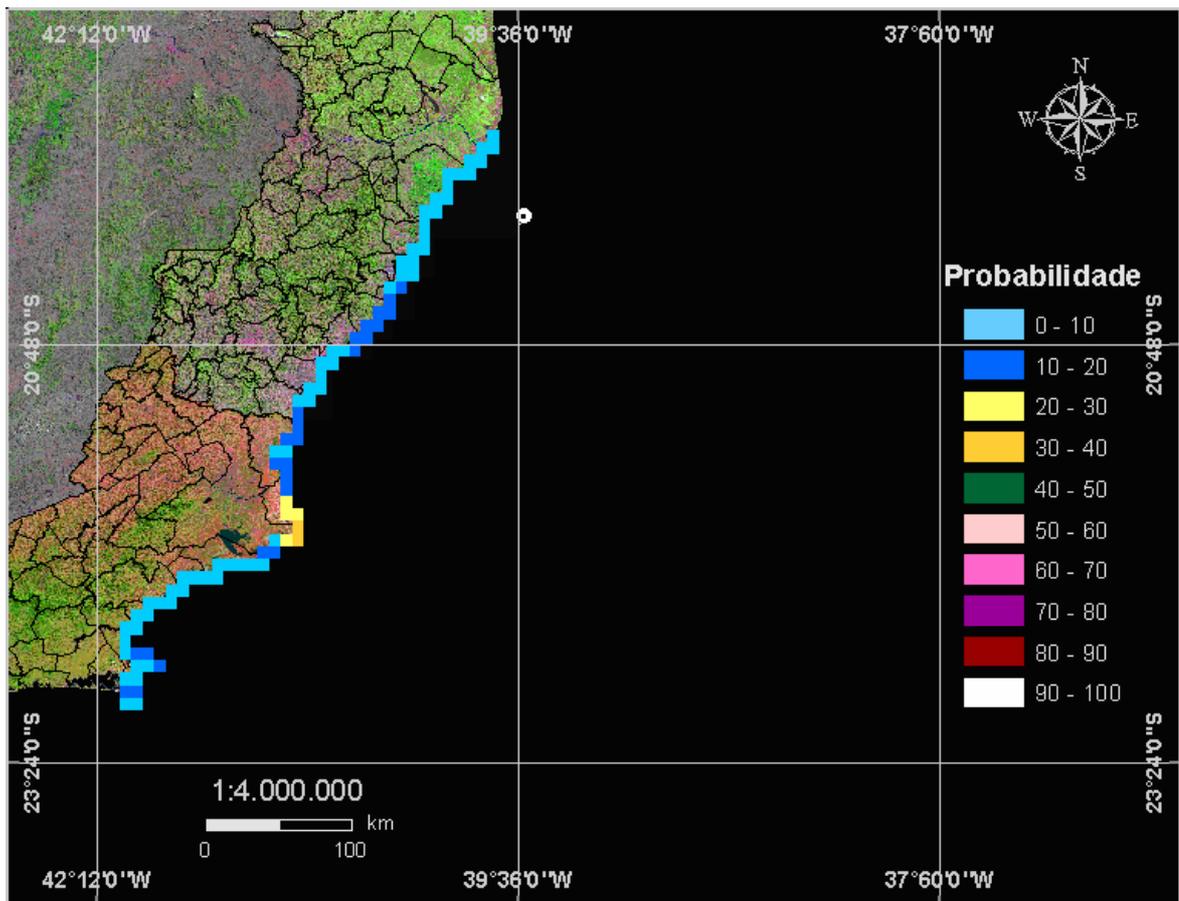


**Figura II.6.2.2.2-3** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias



**Figura II.6.2.2.2-4** - Contorno de probabilidades para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de inverno (junho a agosto) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias

Conforme pode-se verificar pelos dados das duas figuras, a ocorrência deste tipo de acidente no período de verão levaria a mancha de óleo a uma faixa costeira um pouco menos extensa que sua ocorrência em um período de inverno. Além disto, observa-se também diferença quanto à probabilidade de toque da costa por parte da mancha de óleo. Na Figura II.6.2.2.2-5, a seguir, pode ser verificado que, para o cenário simulado com derrame de “pior caso” em condições de verão, existe probabilidade de toque na costa em toda a região compreendida entre Arraial do Cabo (RJ) e Linhares (ES), em ponto situado ao norte da foz do rio Doce. Esta probabilidade de contato com a costa varia desde 1% até 30%, esta última na região do Cabo de São Tomé, litoral norte do estado do Rio de Janeiro, atingindo os municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra.



**Figura II.6.2.2.2-5** - Probabilidades de toque na costa para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de verão (janeiro a março) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias

A probabilidade de contato com a costa de até 20% atingiria, além dos municípios mencionados, boa parte dos municípios do sul do ES e do norte do RJ. A ocorrência deste cenário levaria ao comprometimento da atividade pesqueira, seja artesanal ou industrial, além das atividades turísticas neste trecho, que seriam afetadas de forma direta.

Desta forma, mesmo num cenário de verão, cuja faixa costeira a ser atingida seria de extensão menor, o impacto de derramamento de óleo acarretaria significativos prejuízos às atividades econômicas para os municípios da faixa costeira em apreço, agravando-se, no caso da atividade turística, por corresponder o verão a época de maior atividade econômica.

Segundo este cenário, as atividades econômicas associadas ao turismo se veriam seriamente afetadas, fundamentalmente considerando que se tratam de municípios com notável vocação turística. Como indicado no diagnóstico do meio antrópico, nos municípios de Arraial do Cabo, Cabo Frio e Armação dos Búzios as atividades turísticas possuem notável expressividade, assim como os municípios de Marataízes, Piúma, Anchieta, Guarari, Vila Velha, Fundão, Aracruz e Linhares, que apresentam expressiva dinâmica na atividade turística. Em tal sentido, e considerando a infra-estrutura hoteleira, as empresas destinadas à prestação de serviços turísticos e vendas de bens ligados a este setor, juntamente com o setor gastronômico dos municípios citados, o impacto com derramamento de óleo atingiria uma forte magnitude, impondo sérios prejuízos ao setor, acompanhado de uma grande perda de postos de trabalho, que afetaria um grande contingente de pessoas.

Deve se considerar também que na área atingida por este cenário de derramamento encontram-se localizadas áreas de notável beleza natural que tem direcionado o perfil sócio-econômico destes municípios para o turismo.

Destacam-se entre estas áreas as dunas de Cabo Frio, desde a Praia do Forte, no município de Cabo Frio até a Praia do Pontal, junto ao Morro do Forno, no município de Arraial do Cabo, que tem se constituído em objeto de tombamento. No município de Armação dos Búzios a praia da Tartaruga, a praia Rasa, a praia de Geribá, a praia da Ferradurinha, a praia da Ferradura, as praias João Fernandes e João Fernandinho, as praias Azeda e Azedinha e a área de Proteção Ambiental Municipal da Azeda/Azedinha. No município de Arraial do Cabo, a praia Brava, com aproximadamente 300 metros de extensão e vegetação de restinga, a ilha do Francês, a praia Grande, a Restinga de Massambaba. Deve-se mencionar também a praia do Forno, localizada ao fundo do Morro do Forno, destacando-se à frente a ilha do Farol. Destaca-se ainda que em algumas destas áreas que seriam potencialmente atingidas são conduzidas pesquisas marinhas, além do cultivo de ostras e mariscos pela população de pescadores, que são vendidos para moradores e, sobretudo, para aqueles que desenvolvem a atividade turística na região.

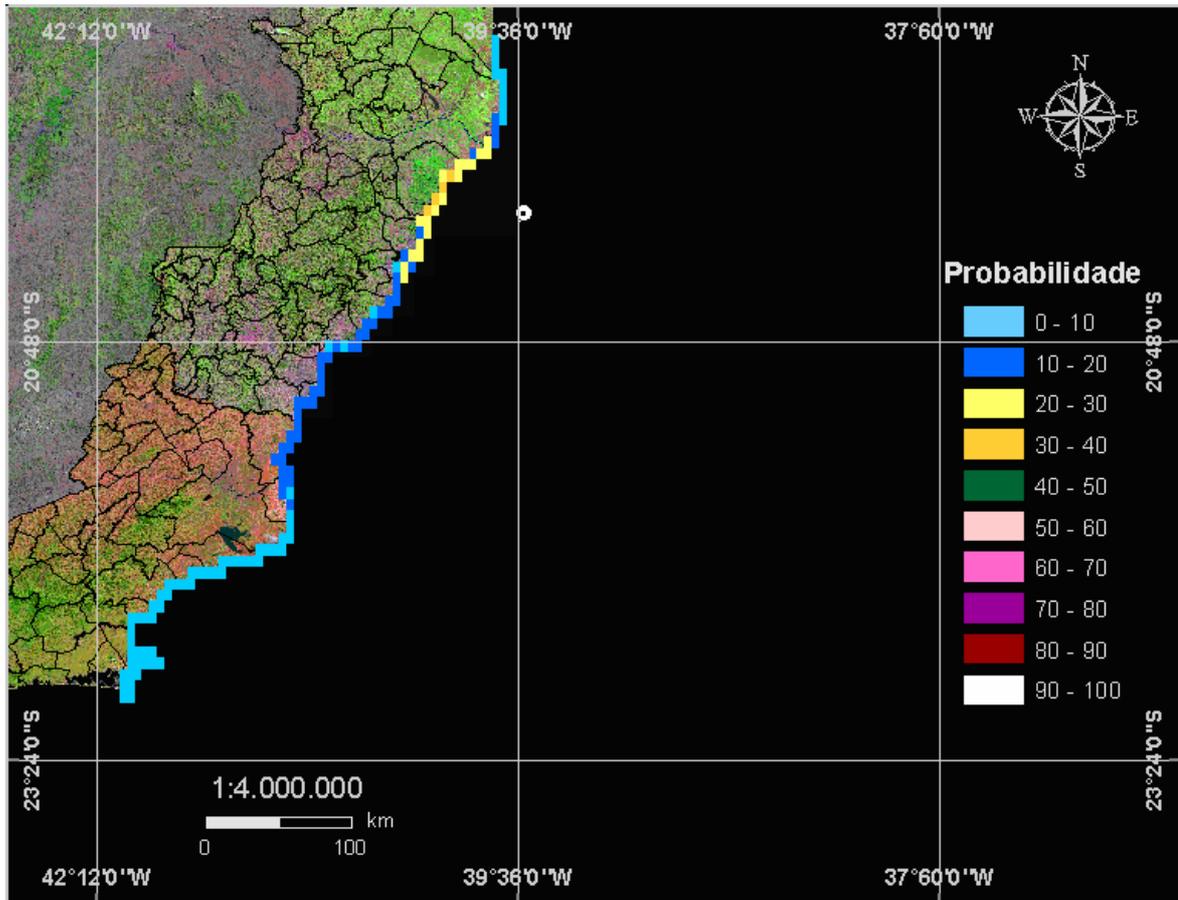
Deve ser mencionada também a existência da Reserva Extrativista Marinha, localizada ao largo da costa de Arraial do Cabo, a primeira criada no Brasil. Além do aspecto turístico, as comunidades pesqueiras da Colônia de Pescadores de Cabo Frio, a Associação de Pescadores de Manguinhos e a Associação de Pescadores de Búzios, assim como a Associação de Pescadores de Arraial do Cabo e a Colônia de Pesca de Arraial do Cabo, entidades que condensam, na grande maioria, pescadores dedicados à pesca artesanal, encontrariam, diante de um acidente destas proporções, um impacto de grande magnitude ao normal desenvolvimento de suas atividades.

No Espírito Santo são destaques as Três Ilhas e a APA de Setiba, no município de Guarapari; as ilhas dos Cabritos e do Meio no município de Piúma; a Reserva Ecológica de Jacarenema no município de Vila Velha; as lagoas do município de Marataízes; a área de desova de tratarugas marinhas do Projeto Tamar na praia de Guanabara, no município de Anchieta e a das praias da planície costeira do delta do Rio Doce, no município de Linhares.

Nas simulações com derrame de “pior caso” no cenário de inverno, conforme mostra a Figura II.6.2.2.2-6, a seguir, a região da linha de costa com probabilidade de toque, engloba uma área que se estende, do município de São Mateus (ES) até Arraial do Cabo (RJ). Pode ser observado que a maior probabilidade de toque (entre 30 e 40%) ocorre no município de Aracruz (ES). Neste cenário, os municípios de Aracruz e Linhares (ES) se destacam, com volumes máximos que podem chegar aos seu litoral, de cerca de 15.000-20.000 m<sup>3</sup>.

Os municípios que teriam uma probabilidade de toque da costa de até 30% são os de Linhares, Fundão, Serra, Vitória, Vila Velha, Guarapari, Anchieta e Presidente Kennedy, todos estes no Espírito Santo, e São Francisco do Itabapoana e São João da Barra no Estado do Rio de Janeiro. Os municípios restantes desta faixa litorânea poderão ser afetados com menor probabilidade.

A área total com probabilidade de toque se estende de Arraial do Cabo (RJ) até a região ao norte do rio Doce, já no município capixaba de São Mateus.



**Figura II.6.2.2.2-6** - Probabilidades de toque na costa para um acidente ocorrendo no FPSO-Capixaba durante os meses de inverno (junho a agosto) com derrame de 350.000 m<sup>3</sup> após 30 dias

Pelo comentado na análise dos cenários críticos de derramamento de óleo, e considerando que as probabilidades de afetar municípios de grande vocação turística como Guarapari, Aracruz, Vila Velha, Vitória e Anchieta, a magnitude do impacto potencial de derrame durante o inverno permanece avaliado como catastrófico e de grande magnitude. Analogamente, os municípios de Piúma, Marataízes, Itapemirim, e São João da Barra, poderão vir a sofrer um impacto de grande magnitude perante a eventualidade do afundamento da FPSO-Capixaba, considerando-se um cenário com perda do volume equivalente a sua capacidade máxima de armazenamento.

Quanto a classificação deste impacto em relação ao atributo da magnitude, o mesmo foi definido como **variável**, sendo de forte magnitude no caso de um derramamento de volume equivalente a capacidade total de armazenamento, de média magnitude para derramamentos com volumes em torno de 200 m<sup>3</sup>, e de fraca magnitude, no caso de vazamentos de pequenos volumes, em torno de 8 m<sup>3</sup>.

Independente da magnitude que este impacto possa ocorrer, ele foi classificado como **negativo e temporário**. Com relação à área de abrangência, caso ocorra o vazamento do pior cenário, este impacto poderia atingir toda a área de influência indireta dos meios físico e biótico, sendo, portanto classificado como **regional**.

Com relação ao prazo para que este impacto potencial se manifeste, cabe ressaltar que, como se trata de um impacto decorrente de acidentes, o mesmo poderá se manifestar tanto imediatamente, como a médio ou longo prazos, ou ainda nem mesmo ocorrer durante o desenvolvimento do empreendimento Golfinho. No entanto, os efeitos negativos para as atividades econômicas na área de influência a partir de um derramamento de óleo são sentidos imediatamente após o evento (impacto **imediat**o).

Considera-se este impacto como **indireto** do empreendimento, e **reversível**, mesmo tratando-se de um impacto que atingiria uma forte magnitude, no caso da mancha atingir o ambiente costeiro, prejudicando as atividades econômicas ali desenvolvidas. Ressalta-se, contudo, que a reversibilidade deste impacto sobre a região costeira se daria em longo prazo e a uma dispendiosa tarefa de limpeza dos ecossistemas atingidos.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Aumento da produção nacional de hidrocarbonetos</b>	

A produção brasileira de petróleo ainda não faz frente à sua demanda. Entretanto, nas últimas décadas, a participação da produção nacional no mercado consumidor tem se expandido significativamente. Paralelamente, também o volume de reservas de petróleo foi significativamente ampliado a partir do final da década de 90, com importantes descobertas na porção norte da Bacia de Campos, o que permitirá uma maior sustentabilidade da produção brasileira ao longo dos anos.

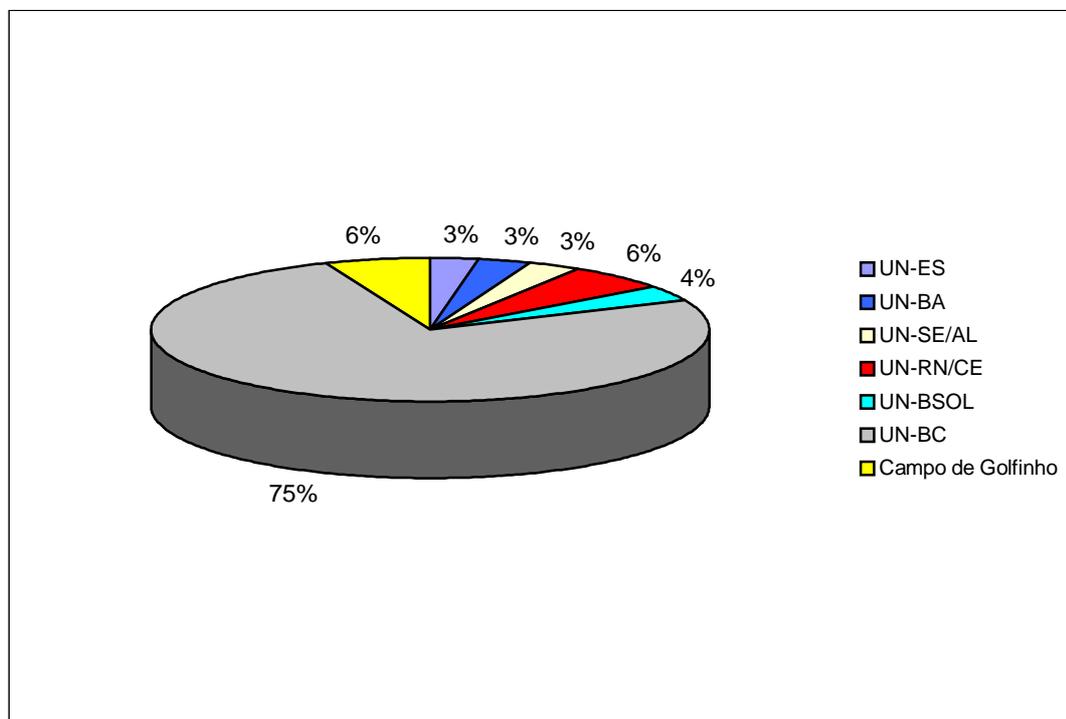
A previsão da ONIP – Organização Nacional das Indústrias de Petróleo, é de que o país passe a ser auto-suficiente em petróleo em 2006. A Petrobras espera produzir 2,2 milhões de barris/dia de óleo bruto até 2007, e responder por 100 % da demanda nacional do produto refinado (Macaé *Offshore*, Jun/2003).

A produção do estado do Rio de Janeiro representa cerca de 80 % da produção nacional, frente à pequena participação capixaba, atualmente de cerca de 3,0 %. Utilizando-se dados do mês de Novembro de 2003 (Fonte: Petrobras), as Unidades de Negócios de Exploração e Produção do Espírito Santo, da Bahia, de Sergipe/Alagoas, do Solimões e do Rio Grande do Norte/Ceará produziram respectivamente 2,9%, 3,3%, 3,4%, 3,8% e 6,2% da produção nacional. A Bacia de Campos produziu neste mesmo mês 80,4 % da produção nacional.

Vale ressaltar que, segundo declarações do Sr. Guilherme Estrela para o Jornal A Gazeta em 24 de julho de 2004, com a entrada em produção dos Campos de Golfinho e de Jubarte, o Estado do Espírito Santo passará a ocupar o segundo lugar na produção de petróleo do país, atrás apenas do Estado do Rio de Janeiro. Atualmente, o Rio Grande do Norte e Ceará produzem 100.000 barris por dia, em Sergipe e Alagoas a produção atinge os 60.000 barris por dia, na Bahia são 50.000 barris por dia, assim como no Amazonas. Com a entrada em produção da P-34 no campo de Jubarte serão 60.000 barris/dia e com o FPSO-Capixaba serão 100.000 barris/dia, o que colocaria o Espírito Santo no segundo lugar em produção de petróleo. Acrescente-se ainda que as recentes descobertas realizadas no mar aumentaram enormemente as reservas existentes no âmbito do estado.

Considerando-se a produção nacional em cerca de 1.550.000 barris/dia (dado de Janeiro de 2005), e mantendo-se este volume fixo para efeito comparativo, a produção da unidade FPSO-Capixaba durante a Fase de Produção, cuja previsão de produção será de 100.000 barris/dia de petróleo, estará representando 6,5% de todo o petróleo produzido no Brasil.

A Figura II.6.2.2.2-7 apresenta na forma de diagrama os percentuais de produção para as principais Unidades de Negócios de E & P produtoras de hidrocarbonetos no Brasil, considerando-se a entrada em operação do Campo de Golfinho.



**Figura II.6.2.2.2-7** - Contribuição do Campo de Golfinho para a produção nacional

Mas, se considerado apenas a produção de óleo leve no Brasil, atualmente em cerca de 150.000 barris/dia, a produção de 100.000 barris/dia no Campo de Golfinho irá representar um acréscimo de 66,66 % do total de óleo leve produzido no país.

Segundo a publicação Macaé *Offshore* de junho de 2003, e tendo como fonte a ONIP (Organização Nacional da Indústria do Petróleo), o investimento no setor do petróleo a ser aplicado no Brasil até o ano 2010, incluindo as empresas fornecedoras de equipamentos e infra-estrutura para indústria do petróleo e gás, chegará a US\$ 100 bilhões. A Associação Brasileira de Infra-estrutura de Base (Abidib) esclarece que, deste valor, US\$ 34,2 bilhões serão investidos até o ano de 2006.

Com base em dados da ONIP até o ano 2007, tem-se a previsão de investir US\$ 20 bilhões, sendo a maior parcela para novos projetos de produção e para o desenvolvimento da produção (construção e instalação de plataformas e equipamentos submarinos), sendo ainda US\$ 2,5 bilhões destinados para as atividades exploratórias (perfuração de novos campos e pesquisa sísmica). Estes investimentos deverão garantir a auto suficiência do Brasil na produção de petróleo.

Considerando tratar-se o FPSO-Capixaba de uma unidade de médio porte para os padrões atuais, e conseqüentemente com produção de médio porte, este impacto foi avaliado como de magnitude **média**, lembrando que seus efeitos irão atingir toda a sociedade através da entrada no mercado de uma produção nacional de petróleo de, em média, 100.000 barris/dia, correspondendo a 6,5 % da produção nacional.

Este aumento da produção nacional de petróleo levará de forma **direta** a uma menor dependência da importação deste recurso energético e conseqüentemente na redução do gasto de divisas do país no exterior. Não é possível precisar, de forma exata, a relação existente entre este aumento da produção com um percentual de redução de petróleo importado, uma vez que esta análise envolveria uma série de outros fatores que se modificam permanentemente com o tempo. Todavia, esta avaliação não altera o caráter **positivo** e de **média magnitude** do impacto, uma vez que o percentual de aumento é bastante representativo, seja para redução da importação ou para exportação do produto bruto, o que, em ambos os casos, se manifesta diretamente na balança comercial brasileira.

Trata-se de um impacto **temporário**, com horizonte de tempo definido, de ocorrência **imediate**, e **reversível**, a partir da suspensão do empreendimento ou de seu encerramento. A área de abrangência deste impacto é **estratégico**, na medida que atinge ao país como um todo.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Geração e distribuição de royalties</b>	

Os Royalties correspondem a uma compensação financeira devida pelas empresas concessionárias que exploram petróleo e/ou gás, tanto em terra quanto em áreas *offshore*, aos estados e municípios onde ocorre a produção. Resultam também contemplados, dentro deste ressarcimento econômico, o Ministério de Ciência e Tecnologia, a Marinha e os Municípios afetados pelas operações de embarque e desembarque de petróleo e gás, mesmo que não produzam este insumo.

No tocante especificamente as lavras de petróleo ou gás natural cuja localização aconteça na plataforma continental, o critério de distribuição disposto pela Lei 7990/89, e regulamentado pelo Decreto 01/91, determina que 5% sobre o valor de produção do petróleo será distribuído da seguinte forma:

- 30% aos estados confrontantes;
- 10% aos municípios onde se localizarem instalações marítimas ou terrestres de embarque ou desembarque de petróleo ou gás natural;
- 30% aos municípios confrontantes e suas respectivas áreas geoeconômicas;
- 20% ao Ministério, hoje Comando, da Marinha, para atender aos encargos de fiscalização e proteção das atividades econômicas dessas áreas, e
- 10% para constituir o Fundo Especial, a ser distribuído entre todos os estados e municípios.

A Lei 9478 de 6 de agosto de 1997, conhecida como Lei do Petróleo, no seu artigo 49, Inciso II, dispõe o critério de distribuição dos royalties aos municípios e estados quanto ao percentual de compensação financeira, das lavras de petróleo ou gás natural (cuja localização aconteça na plataforma continental), quando este superar a 5%. Em tal sentido, o artigo 49 dispõe:

- 22,5% aos estados confrontantes;
- 22,5% aos municípios confrontantes;
- 7,5% aos municípios que sejam afetados pelas operações de embarque e desembarque de petróleo e gás natural, na forma e critério estabelecidos pela ANP;
- 7,5% para constituição do Fundo Especial, a ser distribuído entre todos os estados e municípios;
- 15% ao Ministério da Marinha, para atender aos encargos de fiscalização e proteção das áreas de produção, e
- 25% ao Ministério de Ciência e Tecnologia, para financiar programas de amparo à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico, aplicados a indústria do petróleo.

Segundo informado pela Petrobras, os royalties gerados pela produção do campo de Golfinho serão os indicados a seguir, tendo-se em conta a variação dos preços de referência do petróleo e gás indicados, ainda, na mesma tabela. A tabela abaixo representa o potencial de Royalties determinado ao governo federal, estadual e municípios.

ANO	PREÇOS DE REFERÊNCIA		ROYALTIES PREVISTOS (US\$)
	Óleo (US\$/bbl)	Gás (US\$/m3)	
2006	24,31	-	42.760.000,00
2007	23,13	0,09165	59.500.000,00
2008	22,45	0,08219	42.040.000,00
2009	21,95	0,08151	33.210.000,00
2010	21,57	0,08147	23.040.000,00
2011	21,33	0,08147	13.710.000,00
2012	21,21	0,08147	8.500.000,00
2013	21,12	0,08147	5.580.000,00
2014	21,12	0,08147	3.930.000,00
2015	21,12	0,08147	2.710.000,00

Fonte: Petrobras / UN-ES

Estes valores correspondem ao total de royalties a serem distribuídos entre governo federal, governo estadual e os municípios. Para poder determinar os valores correspondentes aos municípios com direito a receber esta compensação pela exploração do recurso mineral, a partir da determinação percentual que realizará a ANP poderá se estabelecer a participação de cada um dos diferentes atores, o que ainda não foi realizado até o presente momento.

Além dos *royalties* existe uma compensação financeira extraordinária que se apresenta em caso de grandes volumes de produção de petróleo ou gás natural ou que, pelas características da jazida, a rentabilidade da exploração seja grande. Esta compensação se chama de Participação Especial. Os critérios para a apuração da Participação Especial foram estabelecidos no Decreto Nº 2705 de 3 de agosto de 1998, que define os percentuais aplicados à receita líquida da produção trimestral de cada campo, conforme sua localização e profundidade batimétrica. Sua distribuição ocorre trimestralmente, da seguinte forma:

- 40% ao Ministério das Minas e Energia para financiamento de estudos e serviços de geologia e geofísica aplicados à prospecção de petróleo e gás natural, a serem promovidos pela ANP,
- 10% ao Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal,
- 40% aos Estados onde ocorrer a produção e,
- 10% aos municípios onde ocorrer a produção.

Quanto à fiscalização do uso dos recursos, em conceito de royalties, originariamente era uma responsabilidade do Tribunal de Contas da União. Porém, pela redação do Acórdão nº 349/2003-TCU-Plenário, proferido sobre o TC-250.313/1994-4, da sessão de 9 de abril de 2003, esta tarefa passou a ser de responsabilidade dos respectivos Tribunais de Contas Estaduais.

No tocante aos royalties gerados pelo campo de Golfinho, a partir da declaração de comercialidade do óleo leve e gás natural obtido neste campo, e o início da produção, tem-se um impacto **direto e positivo**.

Quanto a magnitude deste impacto, quando considerado os percentuais que esta receita representará para os municípios do litoral capixaba, especificamente os da área de influência direta, pode-se atribuir ao impacto da distribuição de royalties uma **forte magnitude**.

A área de abrangência será **regional** uma vez que os municípios receptores de royalties encontram-se dentro da área de influência do empreendimento. Devido a que a distribuição dos royalties terá um horizonte definido pelas atividades exploratórias dentro do campo de Golfinho, infere-se que se trata de um impacto **temporário**, e **reversível**, uma vez que o recolhimento dos royalties irá cessar quando acabar as operações exploratórias. Em referência ao prazo de manifestação do impacto, sendo que os royalties são distribuídos trinta dias após a finalização de cada mês, pode-se dizer que é um impacto de manifestação **imediate**.

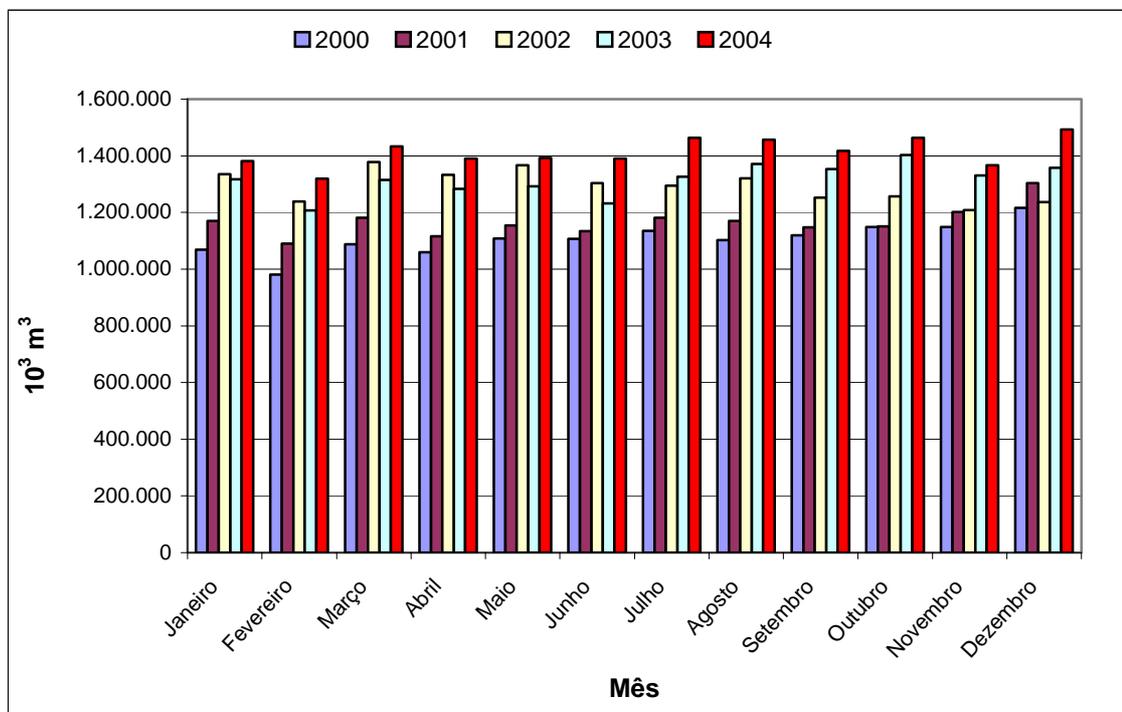
Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Incremento do gás natural na matriz energética do Espírito Santo</b>	

Segundo informações da ANP, a produção nacional de gás natural, desde o ano 2000 até dezembro de 2004, encontra-se resumida na Tabela II.6.2.2.2-10 e no histograma da Figura II.6.2.2.2-8.

**Tabela II.6.2.2.2-10 - Produção mensal de gás natural no Brasil (em 1.000m<sup>3</sup>)**

MESES	ANO				
	2000	2001	2002	2003	2004
Janeiro	1.068.935	1.169.771	1.335.166	1.317.096	1.381.342
Fevereiro	980.657	1.089.567	1.238.338	1.207.263	1.319.177
Março	1.087.442	1.180.630	1.378.671	1.315.645	1.433.681
Abril	1.059.863	1.116.020	1.332.614	1.283.425	1.390.912
Mai	1.108.285	1.154.038	1.366.700	1.292.164	1.392.777
Junho	1.106.878	1.134.248	1.304.133	1.231.728	1.390.781
Julho	1.135.135	1.180.637	1.295.414	1.326.926	1.463.457
Agosto	1.102.478	1.169.423	1.321.210	1.371.774	1.457.533
Setembro	1.119.512	1.147.600	1.251.907	1.353.390	1.417.595
Outubro	1.148.547	1.151.292	1.256.030	1.403.236	1.464.053
Novembro	1.148.621	1.201.295	1.208.174	1.331.021	1.366.919
Dezembro	1.216.524	1.304.276	1.236.796	1.358.365	1.492.929
<b>Total do Ano</b>	<b>13.282.877</b>	<b>13.998.798</b>	<b>15.525.153</b>	<b>15.792.031</b>	<b>16.971.156</b>

Fonte: ANP (2005)



**Figura II.6.2.2.2-8 - Produção mensal de gás natural no Brasil (em 1000m<sup>3</sup>)**

Fonte: ANP

Segundo estas informações, o Brasil tem mantido um crescimento anual na sua produção de gás natural. Do ano 2000 para o ano 2001 registrou-se um crescimento de 5%, passando de 13.282.877.000 m<sup>3</sup> de gás natural para 13.998.798.000 m<sup>3</sup>. No ano 2002 o crescimento foi de 10,9% atingindo os 15.525.153.000 m<sup>3</sup> de gás natural. No ano 2003 o crescimento foi de 1,7%, chegando a se produzir 15.792.031.000 m<sup>3</sup> de gás natural, e por fim, em 2004 voltou-se a ter um crescimento expressivo, na casa de 7,5%, passando a produção anual para quase 17 bilhões de metros cúbicos.

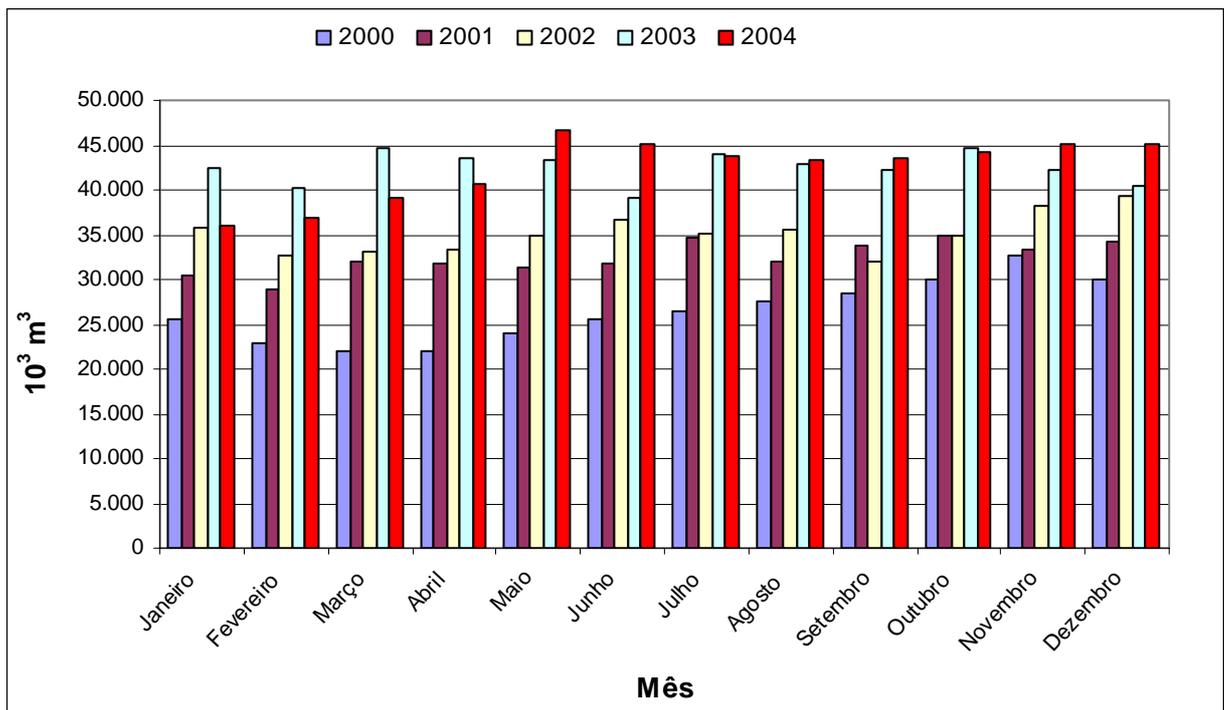
Segundo a mesma fonte, a produção de gás natural do estado do Espírito Santo tem se manifestado nos valores apresentados na Tabela II.6.2.2.2-11 e no histograma da Figura II.6.2.2.2-9.

**Tabela II.6.2.2.2-11 - Produção de gás natural no estado do Espírito Santo (em 1000 m<sup>3</sup>)**

MESES	ANO				
	2000	2001	2002	2003	2004
Janeiro	25.448	30.446	35.788	42.424	36.054
Fevereiro	22.898	28.981	32.760	40.136	36.927
Março	21.976	31.924	33.165	44.773	39.208
Abril	22.024	31.736	33.227	43.485	40.642
Maiο	24.103	31.260	34.844	43.390	46.659
Junho	25.660	31.683	36.700	39.041	45.103
Julho	26.447	34.762	35.083	44.087	43.827
Agosto	27.550	32.008	35.552	42.830	43.333
Setembro	28.375	33.667	32.027	42.138	43.637
Outubro	29.996	34.940	34.915	44.614	44.219
Novembro	32.750	33.392	38.191	42.128	45.060
Dezembro	29.956	34.149	39.244	40.334	45.159
<b>Total do Ano</b>	<b>317.181</b>	<b>388.948</b>	<b>421.496</b>	<b>509.380</b>	<b>509.828</b>

Fonte: ANP - Boletim Mensal de Produção submetido à ANP.

Notas: O valor total da produção inclui os volumes de reinjeção, queimas e perdas e consumo próprio de gás natural (m<sup>3</sup>) = metro cúbico.



**Figura II.6.2.2.2-13 - Produção de gás natural no estado do Espírito Santo (em 1000 m<sup>3</sup>)** Fonte: ANP

Relacionando-se as informações de produção do Brasil com aquelas referentes às do estado do Espírito Santo, observa-se que no ano 2000 a produção estadual de gás natural representava 2,4% da produção nacional. No ano de 2001, a produção de gás natural do Espírito Santo participava com 2,8% da produção nacional. No ano de 2003 chegou a participar com 3,2% da produção do país e em 2004 manteve-se no patamar dos 3% . Se avaliada a produção de Golfinho de maneira instantânea, sem considerar incrementos produtivos que possam vir aparecer pela descoberta de outros campos, seja no estado do Espírito Santo ou em outros estados da União, e considerando uma produção mensal de 45 milhões de metros cúbicos por mês, pode se inferir uma duplicação do gás natural produzido pelo estado, com um incremento substancial na participação do Espírito Santo na produção nacional de gás.

Isto, além das características estratégicas que serão analisadas no impacto seguinte, vem contribuir com a disponibilidade para o setor industrial do estado do Espírito Santo de uma matriz energética mais variada, econômica e “limpa”.

Destaca-se que empresas do setor siderúrgico como a Vale do Rio Doce e a Samarco e do setor da celulose como a Aracruz Celulose contemplam a inclusão do gás no processo produtivo, reduzindo custos e melhorando, pela queima de um combustível praticamente sem resíduos, as condições do meio ambiente.

Pelo exposto acima considera-se este um impacto **positivo, direto**, de abrangência **estratégica**, pois por mais que este impacto tenha uma importância muito forte no ES ele acaba por se refletir na economia nacional. O impacto ainda pode ser classificado como **temporário, reversível**, de **forte** magnitude e de reflexo a **médio prazo**, já que levará algum tempo até o gás produzido ser incorporado à matriz energética da economia regional.

Fases	Atividades
Produção	Atividade de produção no Campo de Golfinho
<b>IMPACTO: Transformação do perfil produtivo do Espírito Santo</b>	

Embora a exploração de petróleo e gás já venha sendo realizada no estado do Espírito Santo desde o final da década de 50, quando ocorreram os primeiros levantamentos sísmicos na porção continental da Bacia do Espírito Santo, e com o posterior início da produção comercial no início dos anos 70, somente recentemente é que esta atividade vem se tornando de grande importância para o estado, sobretudo após as seguidas descobertas de hidrocarbonetos na porção *offshore* do estado.

Até fins do século anterior a participação do Espírito Santo na produção nacional de petróleo girava em torno de 1,2 %. No último ano esta participação alcançou o patamar de 3,0 %, como resultado do início da produção para teste no campo de Jubarte e do aumento da produção terrestre, com a descoberta do campo de Fazenda Alegre, no município de Jaguaré, região norte do estado. Este aumento de produção colocou o estado entre os principais produtores, cuja participação vai se aproximando dos estados da Bahia e de Sergipe, ficando entre os seis maiores produtores nacionais.

Atualmente, com a descoberta das reservas de óleo leve existentes no Campo de Golfinho, somando a estas o volume disponível de gás no mencionado campo, junto com as descobertas de petróleo e gás natural nos blocos marinhos da região sul, onde se encontram os campos de Jubarte e Cachalote, a Bacia do Espírito Santo está sendo colocada como uma das prioridades de investimento do setor.

Esta nova posição no ranking dos estados produtores, e sobretudo por já se constituir no estado com o segundo volume em reservas de petróleo, lhe concedeu a possibilidade de disputar com os vários estados concorrentes, a localização da nova refinaria que está prevista para ser construída pela Petrobras em parceria com a iniciativa privada..

Neste novo contexto a atividade petrolífera passa a se constituir num dos principais eixos de inserção do Espírito Santo na matriz produtiva nacional, inclusive contribuindo para alteração da matriz energética nacional. Esta atividade petrolífera, que até então tinha maior relevância para a região norte do Espírito Santo, onde se tem a produção na porção terrestre, passa a ser um dos eixos motrizes do desenvolvimento industrial estadual, compondo, com os principais segmentos produtivos estaduais, até então representados pelo setor siderúrgico, de celulose, de beneficiamento de minério, além de uma expressiva atividade portuária, ressaltando a concentração destas atividades na região da Grande Vitória. Além do setor industrial tem-se ainda, como base da matriz produtiva estadual, a tradicional atividade agrícola praticada no interior do estado.

Cabe destacar que este impacto está sendo considerando de forma sinérgica com diversos outros empreendimentos petrolíferos com potencial para serem implantados na Bacia do Espírito Santo ao longo desta década e das próximas, podendo ainda, ser ampliado com novas descobertas de outras empresas operadoras que possuem a concessão de blocos exploratórios na região. Em decorrência deste cenário, novos empreendimentos, vinculados ao setor “petróleo e gás”, estão se instalando no estado, devendo se intensificar esta dinâmica carreada pelo setor analisado, ao longo dos próximos anos.

Embora não seja esperada uma mesma escala de transformação do setor produtivo, pode-se, de forma comparativa, ser traçado um paralelo com a região Norte Fluminense, que até meados da década de 70 apresentava sua economia centrada na agricultura, notadamente na cana-de-açúcar, apresentando atualmente a base de sua economia focalizada na indústria petrolífera. Este nível de transformação não é esperado na região da Grande Vitória, uma vez que já existem inúmeras indústrias de grande porte ali implantadas, a exemplo da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), da Companhia Belgo-Mineira e da Companhia Siderúrgica Tubarão (CST).

Este impacto foi avaliado como **positivo**, na medida que promove a diversificação da economia do estado, permitindo uma maior estabilidade da economia estadual como um todo, além de representar uma setor dominado por empresas com grande poder de investimento em longo prazo.

Trata-se de um impacto que decorre **diretamente** do empreendimento, associando-se ainda a outros empreendimentos de **média magnitude** e abrangência **estratégica**. O prazo para sua ocorrência demanda um **médio prazo**, transformando o perfil do setor produtivo de forma **irreversível**, considerando-se que venha a ocorrer a sinergia de diversos empreendimentos similares. Neste sentido, também está sendo considerado um impacto **permanente**, na medida que não se vislumbra um horizonte para o encerramento da atividade petrolífera na costa do estado do Espírito Santo, que se encontra ainda em sua fase inicial.

## **II.6.3 - ANÁLISE DA MATRIZ DE INTERAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES PREVISTAS E OS COMPONENTES AMBIENTAIS IMPACTADOS**

### **II.6.3.1 - Considerações Gerais**

A matriz de interação utilizada é baseada na matriz de Leopold (GTZ, 1992), com as adaptações necessárias para o caso específico do empreendimento em análise, bem como para torná-la de mais fácil leitura.

Foi elaborada com as entradas segundo as linhas representando as ações/atividades do empreendimento e, nas colunas, os compartimentos ambientais afetados e os impactos ambientais potenciais, decorrentes da interação causa x efeito.

Ao cruzar estas linhas com as colunas, evidenciam-se as interações existentes, permitindo identificar aquelas realmente significativas e dignas de atenção especial.

Em cada célula, apresentam-se a categoria e a intensidade do impacto, sendo:

- Categoria:
  - cor vermelha: negativo (-) ou adverso
  - cor verde: positivo (+) ou benéfico
- Intensidade / Magnitude: Levando-se em consideração a força com que o impacto se manifesta, seguindo uma escala nominal de forte, médio e fraco.

Considerou-se, numa escala de 1 a 3, a seguinte valoração:

- 1 = intensidade fraca
- 2 = intensidade média
- 3 = intensidade forte

Cabe salientar que a indicação “0” (zero) significa um impacto variável, em que as consequências do impacto estão condicionadas a vários fatores não determinísticos (baseados em probabilidades).

Apresenta-se a seguir a Matriz de Interação dos Impactos.



### II.6.3.2 ANÁLISE DA MATRIZ

Analisando-se a matriz de impactos verifica-se a previsão de 35 impactos ambientais potenciais, com a ocorrência de 59 inter-relações, entre os 6 componentes ambientais e as 6 atividades previstas durante as fases de planejamento e mobilização, implantação, produção e desativação do empreendimento.

Destes impactos, 14 (40%) tem ocorrência nos meios físico e biótico e geraram 22 inter-relações (37,3%), enquanto 21 impactos (60%) se verificaram no meio socioeconômico, correspondendo a 37 inter-relações (62,7%).

Nos meios físico e biótico foram encontradas 3 inter-relações positivas e 19 inter-relações negativas, representando respectivamente 14 % e 86 % do total de impactos (inter-relações) nestes meios.

No meio socioeconômico foram observados 19 impactos positivos, 16 impactos negativos e 2 impactos com categoria positiva e negativa simultaneamente, representando 51,4 %, 43,2 % e 5,4 % do total de impactos neste meio, respectivamente.

Os impactos (inter-relações) ambientais potenciais considerados positivos e relacionados aos meios físico e biótico estão previstos para ocorrerem no ambiente marinho, sendo vinculados ao enriquecimento da água marinha e da biota local, através da presença da estrutura física da unidade de produção (FPSO-Capixaba) e do descarte de esgotos sanitários e resíduos sólidos orgânicos com incremento das concentrações de nutrientes na água do mar. Estes impactos, através de um sinergismo, promovem a atração de organismos marinhos para a região, aumentando a biodiversidade e a biomassa.

Com relação aos impactos (inter-relações) ambientais potenciais negativos para os meios físico e biótico, nota-se que das 20 inter-relações identificadas, a maioria (15) foi considerada de magnitude fraca, à exceção da alteração das comunidades bentônicas, pela morte por soterramento e/ou asfixia em função da

ancoragem e posicionamento da unidade de produção e do lançamento das linhas de escoamento, e da interferência no ambiente de restinga, pela movimentação de veículos, pessoal e todos transtornos associados ao mesmo, principalmente na fase de instalação do gasoduto. Ainda o risco de contaminação ambiental por derrame acidental de óleo, foi classificado como de magnitude variável em função de estar associado ao risco de acidentes, que por sua própria natureza são imprevisíveis, podendo variar como fraco, médio e forte conforme o volume de óleo derramado no ambiente marinho.

Com relação ao meio socioeconômico, todos os impactos positivos que podem ocorrer estão ligados à economia, sendo 5 deles classificados como de magnitude forte, fruto dos royalties e tributos a serem recolhidos, da demanda por bens e serviços, da atração de novos empreendimentos e investimentos para a região e o do incremento do gás na matriz energética do Espírito Santo. O restante dos impactos classificados como positivo neste meio foram avaliados como de média magnitude e referem-se a geração de empregos e renda e estímulo à economia, ao aumento da produção nacional de petróleo, a transformação do perfil produtivo do estado do Espírito Santo e ao fortalecimento da indústria petrolífera e naval.

Já entre os 10 impactos negativos, três também se encontram relacionados à economia, fruto de prejuízos econômicos à pesca e ao turismo em situações de acidente com derramamento de óleo, que foi classificado como de magnitude variável conforme a quantidade de óleo derramada, e também em função do conflito entre as rotas de pesca e, principalmente, as atividades desenvolvidas na fase de implantação do empreendimento. Ainda na economia, a intensificação das desigualdades econômicas e sociais em nível regional foi considerada um impacto negativo e de média magnitude. Os demais impactos negativos estão notadamente ligados ao nível de vida das comunidades da área de influência e ao uso do solo, sendo 4 deles de média magnitude e 2 de fraca magnitude.

Observa-se ainda no meio socioeconômico 2 impactos cuja categoria pode se manifestar tanto com efeitos negativos como positivos, e refere-se a geração de expectativa em decorrência da realização do empreendimento, tendo sido

classificado como de forte magnitude e a questão da alteração no cotidiano da comunidade de Povoação-ES, que poderá ter reflexos positivos de forte magnitude e negativos de magnitude média.

Considerando-se todos os meios afetados, a maioria dos impactos negativos (inter-relações) identificada na matriz foi classificada como de fraca magnitude (22 impactos), encontrando-se previstos ainda 11 impactos de média magnitude e 2 impactos negativos classificados como de magnitude variável, o qual está associado ao risco de acidentes, que por sua própria natureza são imprevisíveis, e refere-se a contaminação ambiental por derrame acidental, inclusive com prejuízos socioeconômicos. O único impacto negativo classificado como de forte magnitude, que diz respeito a geração de expectativa, que conforme explicitado anteriormente, também tem uma vertente positiva.

Merece ser ressaltado que a maioria dos impactos identificados foram classificados como temporários e reversíveis, isto é, podem ser revertidos a partir da adoção das medidas mitigadoras propostas ou com o encerramento das atividades de produção e desativação e retirada da unidade do campo. Neste aspecto, é fundamental a aplicação de medidas mitigadoras eficazes, principalmente as de caráter preventivo.