

## **II.6 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

Esta seção descreve os impactos reais (decorrentes das atividades de instalação, operação e desativação da atividade) e os impactos potenciais (decorrentes de um eventual derrame acidental de óleo), relacionados ao Piloto do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás da Área de Tupi, Bloco BM-S-11, Bacia de Santos. A identificação e avaliação desses impactos foram desenvolvidas a partir das informações contidas na caracterização e descrição da atividade e nos diagnósticos ambientais dos diferentes meios – físico, biótico e socioeconômico, consolidados no item Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental (item II.5.4) Os diagnósticos ambientais dos meios físico, biótico e socioeconômico elaborados para o presente EIA, envolvem uma descrição baseada em informações levantadas ao longo do estudo ambiental e em dados secundários de atividades semelhantes, além de outras ferramentas, como as modelagens matemáticas. Dessa forma, procurou-se embasar a previsão de sua magnitude e o julgamento de sua importância, através de critérios previamente estabelecidos.

A finalidade da Análise de Impactos Ambientais consiste em garantir que, quaisquer recursos ambientais significantes sejam considerados desde o início do processo de tomada de decisão, e que estes recursos sejam protegidos através de medidas planejadas e pertinentes.

Existe uma gama de trabalhos técnicos informando diferentes metodologias referentes à avaliação de impactos ambientais, sendo que estas podem ressaltar os aspectos qualitativos ou quantitativos. Dessa forma, tem-se procurado trabalhar de forma a conjugar os diversos métodos, buscando o conjunto de técnicas que melhor se adaptem às características de cada estudo (*ad hoc*).

Ressalta-se que a própria natureza da atividade, aliada às exigências legais pertinentes, indica a necessidade da consideração dos impactos cumulativos, conforme descrito na metodologia.

## **II.6.A – Impactos Reais**

Para identificação dos impactos gerados pelo Piloto de Tupi, foram analisados em conjunto as informações sócio-ambientais da área de influência e as intervenções do empreendimento. Foram consideradas as seguintes etapas:

- Comissionamento do FPSO;
- Operação do FPSO (processos inerentes ao Piloto de Tupi);
- Lançamento do duto de exportação de gás;
- Desativação dos sistemas ao final das atividades.

Para identificação dos impactos são observadas as seguintes etapas:

- (i) Identificação dos aspectos, a partir das informações contidas na descrição do empreendimento;
- (ii) Identificação dos fatores ambientais impactáveis, a partir da análise integrada,
- (iii) Elaboração da lista dos impactos ambientais.

Para a elaboração da listagem de impactos ambientais foram considerados os seguintes itens:

- Resultados do diagnóstico ambiental;
- Conhecimentos sobre a sensibilidade ambiental do meio ambiente da área de influencia;
- Caracterização e quantificação dos aspectos do empreendimento;
- Modelagem de dispersão de óleo;
- Modelagem de dispersão do fluido utilizado no teste hidrostático;
- Modelagem de dispersão do efluente da planta de dessulfatação;
- Informações referentes a empreendimentos anteriores.

## **II.6.A.1 – Identificação dos Impactos Ambientais**

A identificação dos impactos gerados pelo Piloto de Tupi, se deu através da análise dos aspectos inerentes a atividade e os aspectos ambientais susceptíveis a impactos, identificados para área de influência deste empreendimento.

### **Aspectos**

A seguir apresenta-se uma listagem dos aspectos inerentes à realização do Piloto de Tupi.

1. Ancoragem do FPSO e implantação de instalações submarinas;
2. Descarte de efluentes orgânicos e resíduos alimentares
3. Descarte do fluido do teste hidrostático
4. Lançamento de emissões atmosféricas;
5. Geração de ruídos e luminosidade;
6. Presença do FPSO e das instalações submarinas;
7. Descarte de Água de Produção;
8. Descarte do efluente da planta de dessulfatação;
9. Demanda de aquisição de insumos e serviços;
10. Demanda de mão de obra;
11. Remoção do FPSO.

### **Fatores Ambientais Afetados**

1. Meio Físico
  - a. Coluna d'água;
  - b. Sedimento;
2. Meio Biótico
  - a. Biota marinha (bentos, plâncton e nécton)
3. Meio Socioeconômico
  - a. Atividades de comércio e serviços;
  - b. Receita tributária;
  - c. Nível de tráfego marítimo;
  - d. Infra-estrutura de transportes marítimo;
  - e. Infra-estrutura portuária;
  - f. Geração de empregos.

## ***Lista dos Impactos Reais***

A seguir estão listados os aspectos do Piloto de Tupi juntamente com os seus impactos reais:

- *Aspecto: Ancoragem do FPSO e implantação de instalações submarinas*
  - Remobilização do Sedimento
  - Alteração das Comunidades Bentônicas
  - Alteração da Biota Marinha por Introdução de Espécies Exóticas
  
- *Aspecto: Descarte de efluentes orgânicos e resíduos alimentares;*
  - Alteração da Qualidade da Água
  - Alteração da Comunidade Pelágica
  
- *Aspecto: Descarte do fluido do teste hidrostático no duto de exportação de gás;*
  - Alteração da Qualidade da Água
  - Alteração da Biota Marinha
  
- *Aspecto: Emissões atmosféricas*
  - Alteração da Qualidade do Ar
  
- *Aspecto: Geração de ruídos e luminosidade*
  - Interferência Sonora e Luminosa na Comunidade Nectônica
  
- *Aspecto: Presença do FPSO e de instalações submarinas*
  - Alteração da Comunidade Bentônica
  - Alteração da Comunidade Nectônica
  
- *Aspecto: Descarte da água de produção*
  - Alteração da Qualidade da Água
  - Alteração das Comunidades planctônica

- *Aspecto: Descarte do efluente da planta de dessulfatação*
  - Alteração da Qualidade da Água
  - Alteração da Biota Marinha
  
- *Aspecto: Desmobilização do FPSO*
  - Remobilização dos Sedimentos
  - Alteração da Comunidade Bentônica
  - Alteração da Comunidade Nectônica
  
- *Aspecto: Demanda de aquisição de insumos e serviços*
  - Aumento sobre as atividades de comércio e serviços
  - Geração de tributos e incremento das economias local, estadual e nacional
  - Pressão sobre o Tráfego Marítimo
  - Pressão sobre o Tráfego Aéreo
  - Pressão sobre a Infra-estrutura de Transporte Marítimo
  - Pressão sobre a Infra-estrutura Portuária
  - Recebimento de *Royalties*
  
- *Aspecto: Demanda por mão- de- obra*
  - Geração de empregos.

### **II.6.A.2 – Metodologia de Avaliação dos Impactos Reais**

Os impactos reais do Piloto de Tupi, foram descritos a partir de análises qualitativas e/ou quantitativas das informações sobre o empreendimento e dos resultados do diagnóstico ambiental.

#### ***Avaliação da Magnitude e Importância dos Impactos Reais***

Para avaliação dos impactos ambientais e elaboração da Matriz de Impactos Ambientais foram adotados os seguintes critérios:

**Magnitude:** Avaliação em termos absolutos da grandeza de um impacto, medida de alteração de um atributo ambiental, tanto em termos quantitativos quanto em termos qualitativos (SPADOTTO, 2002).

**Importância:** Consiste no grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado e a outros impostos (SPADOTTO, 2002).

Para determinação da importância de um impacto ambiental, são levados em consideração os seguintes critérios, segundo Farah (1993), Pastakia e Jensen (1998) e Coneza-Vitoria (1997):

- Natureza;
- Incidência;
- Abrangência espacial;
- Permanência ou duração;
- Momento;
- Reversibilidade;
- Cumulatividade.

Para avaliar a importância de um impacto foram levadas em consideração sua magnitude e a sensibilidade do ambiente sobre o qual este incide. Portanto, um impacto de elevada magnitude atingindo um ambiente de alta sensibilidade apresenta alta importância, da mesma forma que um impacto de baixa magnitude incidindo sobre um ambiente de baixa sensibilidade, será considerado de pequena importância. Também são consideradas as relações entre a permanência e a abrangência espacial com a magnitude conforme pode ser observado no **Quadro II.6.A.2-1**.

**Quadro II.6.A.2-1- Relação entre Permanência, Abrangência Espacial e Magnitude relacionado a importância (Modificado de Hydro-quebec, 1990 apud Sánchez, 1996).**

Permanência	Abrangência Espacial	Magnitude		
		Baixa	Média	Alta
Temporário	Local	Pequena	Pequena	Pequena
Cíclico	Local	Pequena	Pequena	Média
Temporário	Regional	Pequena	Média	Alta
Temporário	Extra-regional	Pequena	Média	Alta
Cíclico	Regional	Pequena	Média	Alta
Permanente	Local	Pequena	Média	Alta
Permanente	Regional	Média	Alta	Alta
Cíclico	Extra-regional	Média	Alta	Alta
Permanente	Extra-regional	Alta	Alta	Alta

Também são utilizadas combinações de atributos dois a dois, como por exemplo, a combinação da reversibilidade com a magnitude. Desta forma impactos irreversíveis de média ou alta magnitude são considerados importantes, impactos reversíveis de magnitudes pequenas e médias seriam de pequena importância e impactos reversíveis de grande magnitude, são de importância média. O mesmo processo é feito com os demais atributos. A cumulatividade dos impactos também aumenta a sua importância.

O **Quadro II.6.A.2-2**, por sua vez, apresenta a definição dos critérios de importância considerados neste estudo.

**Quadro II.6.2.A-2 - Critérios de Importância de Impactos**

Efeito	Definição
<b>Baixa</b>	Localizado, causando mudanças pontuais nos meios físico, biótico e/ou socioeconômico, com efeitos de apenas poucos dias até meses. A recuperação é plena, sem efeitos residuais. Ocorre de forma eventual durante a fase do empreendimento avaliado e é baixa a intensidade de alteração do fator ambiental.
<b>Média</b>	Mudanças locais significativas sobre os meios físico, biótico e/ou socioeconômicos, com duração de alguns meses até 2 anos. Entretanto, sua recuperação é praticamente completa. Resulta de um impacto de ocorrência constante ou durante parte da fase do empreendimento, mas com uma intensidade de alteração baixa; ou de uma ação de ocorrência eventual mas com intensidade elevada ou mediana de alteração do fator ambiental em avaliação; ou ainda de um impacto que é percebido durante parte do período e com alteração mediana do fator ambiental
<b>Alta</b>	Com extensão mais ampla, as alterações são significativas sobre os meios físico, biótico e/ou socioeconômico, sendo que os efeitos podem durar mais de 2 anos. Resulta de um impacto de ocorrência constante ou pelo menos em uma parte da fase do empreendimento, com conseqüente elevada alteração do fator ambiental. Pode ser resultado também de um evento de ocorrência constante mas que cause elevadas ou mediana alteração no fator ambiental em avaliação.

Os critérios utilizados para avaliação da magnitude dos impactos identificados encontram-se descritos a seguir, segundo Farah (1999), Pastakia e Jensen (1998) e Coneza-Vitoria (1997).

**Natureza**

Este critério enquadra o impacto de acordo com o modo que atinge o meio ambiente, isto é, se este será prejudicial ou benéfico para o ambiente. Desta forma o impacto pode ser classificado como:

- Negativo – Quando a alteração acarreta uma deterioração da qualidade ambiental;
- Positivo – Quando a alteração significa um ganho de qualidade ambiental.

**Abrangência Espacial**

A determinação da abrangência dos processos impactantes é vital para a avaliação dos impactos e para a proposição das estratégias e ações mitigadoras e de controle ambiental. Os impactos podem ser classificados como:

- Locais – Quando seus efeitos podem ser sentidos apenas nas zonas de realização do Piloto de Tupi;

- Regionais – Quando seus efeitos ultrapassam as zonas adjacentes ao FPSO, mas se restringem a uma região geográfica;
- Extra-Regionais – Quando os efeitos afetam um campo ambiental de importância coletiva ou nacional.

### ***Permanência ou Duração***

A permanência ou duração classifica os impactos de acordo com o tempo de duração deste e a sua intermitência, desta forma temos:

- Temporários – Impactos cujos efeitos cessam em uma escala de tempo conhecida;
- Permanentes – Impactos cujos efeitos se estendem além de um período de tempo conhecido, mesmo após a sua fonte ter cessado;
- Cíclicos - Impactos cujos efeitos se manifestam de forma intermitente e em intervalos de tempo determinados.

### ***Incidência***

Este critério localiza o impacto na rede de interações causa-efeito:

- Impacto Direto - decorre diretamente da ação do empreendimento;
- Impacto Indireto – O impacto decorre de um processo desencadeado por um outro impacto ambiental, portanto decorrente da ação indireta do empreendimento.

### ***Reversibilidade***

O critério reversibilidade indica se ocorrerá um retrocesso da condição do ambiente impactado às condições iniciais, ou se esta condição irá se manter mesmo após o término da ação impactante. Este critério está diretamente ligado às características da ação impactante com a resiliência do ambiente em questão.

- Impacto Reversível – É aquele no qual as condições do ambiente retornam ao normal após o término da ação impactante. Esta reversibilidade deve ocorrer dentro de um espaço de tempo;
- Impacto Parcialmente Reversível - É aquele no qual as condições originais são parcialmente restabelecidas num horizonte temporal previsível e/ou, no caso de impossibilidade de estimativa temporal, quando se observa tendência à recuperação;

- Impacto Irreversível – É aquele no qual, mesmo após o término da ação impactante, as condições ambientais continuam alteradas.

### ***Momento***

Este critério identifica a permanência de uma alteração sobre um determinado ambiente. Este pode ser:

- Curto Prazo – Aquele que se faz sentir logo após a sua geração;
- Médio Prazo - Caracterizam-se por aqueles que se fazem sentir em um período de tempo após o início da sua geração;
- Longo Prazo - Caracterizam-se por aqueles que se fazem sentir em um longo período de tempo após o início da sua geração.

### ***Cumulatividade***

Refere-se à possibilidade de um impacto se transmitir gerando outros impactos adversos:

- Impacto Simples - Quando o impacto ambiental não induz ou potencializa nenhum outro impacto; não é induzido ou potencializado por nenhum outro impacto; não apresenta interação de qualquer natureza com outro(s) impacto(s); e não representa incremento em ações passadas, presentes e razoavelmente previsíveis no futuro;
- Impacto Indutor ou Cumulativo - Quando o impacto induz ou potencializa outro(s) impacto(s); é induzido ou potencializado por outro(s) impacto(s); apresenta algum tipo de interação com outro(s) impacto(s); ou representa incremento em ações passadas, presentes e razoavelmente previsíveis no futuro.

### ***Elaboração da Matriz de Impactos***

A matriz de avaliação de impacto é uma análise sistematizada das informações da área de influência da atividade assim como a avaliação dos critérios de cada impacto.

### **II.6.A.3 – Avaliação dos Impactos Reais**

A elaboração da avaliação de impactos levou em consideração os dados e informações recentes referentes tanto ao ambiente em questão quanto a empreendimentos semelhantes.

A seguir serão listados os aspectos e os referidos impactos. Inicialmente são descritos os impactos sobre os Meios Físico e Biótico, discriminando-se a fase em que são esperados (Instalação, Operação ou Desativação). Em seguida, são apresentados os impactos esperados sobre o Meio Socioeconômico, os quais deverão ocorrer nas etapas de instalação, operação do Piloto de Tupi.

#### **Fase de Instalação**

##### **Ancoragem do FPSO e implantação de instalações submarinas.**

###### **1. Remobilização do Sedimento**

O impacto ambiental causado pelo lançamento e cravação do sistema de ancoragem restringe-se ao momento da Instalação. Estas operações relacionadas a ancoragem do FPSO e a implantação de instalações submarinas de escoamento, geram um revolvimento do sedimento de fundo, desestruturando o sedimento nessas áreas. O contato das linhas de coleta e do duto de exportação de gás com o assoalho marinho também poderá gerar revolvimento do sedimento no momento da instalação.

Na região de interesse, há ocorrência de nódulos calcários e de sedimentos consolidados de origem biológica, ocorrendo também sedimentos finos (silte e argila). O revolvimento destes sedimentos mais finos forma uma nuvem de material em suspensão, cuja deposição dependerá do diâmetro dos grãos e da corrente de fundo no momento do revolvimento. Porém, considerando a presença significativa de material consolidado na área, espera-se uma pluma de sedimento pouco significativa e/ou de rápida deposição.

A partir destas considerações, este impacto está sendo entendido como de **pequena importância**, de caráter **negativo, direto**, de **curto prazo**, de **baixa magnitude**, e **local**, além de se caracterizar como um impacto **reversível e temporário**, considerando o horizonte temporal envolvido nos

processos de ressuspensão e deposição do sedimento revolvido durante a atividade de ancoragem.

## **2. Alteração da comunidade bentônica**

Toda e qualquer perturbação junto ao sedimento resulta em alterações que podem ser sentidas em diferentes intensidades na estrutura da comunidade bentônica e/ou em um *taxa* específicos, chegando a casos extremos de mortalidade.

Tanto a realocação de alguns indivíduos quanto o deslocamento, o soterramento ou a morte de outros podem ser descritas como alterações nesta comunidade, que poderão ocorrer durante a atividade de ancoragem do FPSO e ao longo da implantação das instalações submarinas e do duto de exportação de gás. Além disso, mesmo após a instalação, a presença destas estruturas submarinas oferecendo novos substratos de fixação para organismos sésseis também poderá causar alterações na comunidade bentônica local.

O grupo dos organismos bentônicos compreende desde formas microscópicas, como fungos e bactérias (microbentos), pequenos invertebrados, como nematóides (meiofauna) até animais maiores, como caranguejos, moluscos, e esponjas (macrobentos). Este grupo é extremamente diverso e desempenha importante papel no fluxo de energia das cadeias tróficas de ambientes marinhos.

Assim, considerando a comunidade bentônica sumarizada acima e a dinâmica esperada no momento da ancoragem/comissionamento do FPSO e das instalações submarinas e o lançamento do duto de exportação de gás, classifica-se este impacto como **direto** sobre a comunidade bentônica, de caráter **negativo, local** e ocorrendo de forma imediata até **curto prazo**, abrangendo a comunidade bentônica nos locais onde ficarão as estruturas submersas e nos locais atingidos pela ressuspensão dos sedimentos.

Após a instalação das estruturas submarinas, do duto de exportação de gás e da ancoragem do FPSO espera-se uma reestruturação da comunidade bentônica, que tende rapidamente a recolonizar o substrato. Assim, este impacto foi considerado como **temporário, reversível**, de **média magnitude** e de **pequena importância**.

### **3- Alteração da biota marinha por introdução de espécies exóticas**

Espécies exóticas ou invasoras (também conhecidas como: alienígenas, não indígenas ou indesejáveis) são organismos ou qualquer material biológico capaz de propagar espécies, incluindo semente, ovos, esporos etc., que entram em um ecossistema sem registro anterior (*Committee on Ships' Ballast Operations*, 1996 *in apud*. SILVA *et al.*, 2004). A introdução de uma espécie exótica em um ambiente depende de uma série de fatores, entre eles o transporte do ambiente de origem para um ambiente receptor com condições favoráveis para o desenvolvimento desta espécie. Eventualmente o ambiente receptor é tão favorável ao desenvolvimento da espécie que esta cresce de forma descontrolada podendo acarretar grandes desequilíbrios no ambiente.

Na etapa de comissionamento de um FPSO, durante o processo de traslado da unidade para a costa brasileira, dependendo de onde a unidade esteja vindo, pode ocorrer à introdução de espécies exóticas ao ambiente local, através da água de lastro e/ou das bioincrustações (FERREIRA *et al.*, 2004).

A introdução de espécies exóticas através da bioincrustação pode ocorrer através do transporte involuntário de organismos incrustados nos cascos (ou outras partes submersas) dos navios e plataformas, entre um porto a outro, podendo liberar suas larvas em qualquer ponto da viagem (FERREIRA *et al.*, 2004).

No entanto, para uma espécie exótica se estabelecer, precisa apresentar todo o ciclo de introdução, desde a região exportadora (origem da embarcação ou estrutura submersa) até a região importadora (destino da embarcação) e deve ser concluído. Atualmente são adotadas medidas preventivas estabelecidas pela IMO (*International Maritime Organization*), segundo a qual, toda embarcação deverá lastrear e deslastrear ao longo do percurso entre seu porto de origem e o seu destino. Este procedimento reduz consideravelmente as chances de introdução de espécies exóticas.

Em relação às espécies levadas na água de lastro, a grande maioria não sobrevive à viagem por conta do ciclo de enchimento e despejo do lastro, e das condições internas dos tanques, hostis à sobrevivência dos organismos. Mesmo para aqueles que continuam vivendo depois da jornada e são lançados ao mar, as chances de sobrevivência em novas condições ambientais, incluindo ações predatórias e/ou competições com as espécies nativas, são bastante reduzidas (MMA, 2008).

No caso do FPSO Cidade de Angra dos Reis, este irá adotar as medidas preventivas estabelecidas pela IMO (*International Maritime Organization*) em relação a água de lastro, além de que, ao término de sua construção, este passará por um jateamento do casco em dique seco, e virá navegando diretamente para o local da atividade, diminuindo dessa forma as chances da ocorrência de organismos incrustados no casco.

Assim, a probabilidade de ocorrência deste impacto pode ser considerada muito baixa.

Portanto, foi considerado que, caso haja a ocorrência de introdução bem sucedida de espécies exóticas, este impacto pode ser considerado de **pequena a alta importância**. Assim, este impacto pode chegar a apresentar cenário **extra-regional, permanente**, podendo variar de **baixa a alta magnitude**, e **pequena a alta importância**, em função da alteração ambiental decorrente.

Neste contexto, a possibilidade de introdução de espécies exóticas, a partir da mobilização e da presença do FPSO Cidade de Angra dos Reis, caracteriza-se como um impacto **negativo, irreversível** e de incidência **direta e indireta**. Este impacto também foi classificado como **indutor**, por ter potencial de alterar o ambiente receptor como um todo.

### **Descarte de efluentes orgânicos e resíduos alimentares**

#### **4. Alteração da Qualidade da Água**

Durante as atividades a serem desenvolvidas pelas embarcações de apoio, ocorrerão o descarte de efluentes orgânicos e resíduos alimentares, a exemplo dos efluentes sanitários e restos de alimento que serão descartados ao mar após o devido tratamento.

O descarte do efluente sanitário no entorno do FPSO poderá acarretar um incremento na concentração de alguns nutrientes na água do mar. Antes de ser descartado ao mar, o efluente sanitário será tratado em sistemas de tratamento específicos, de acordo com as normas ambientais estabelecidas, visando atender tanto aos princípios estabelecidos na Convenção MARPOL (73/78) e nas NORMAM's (Normas da Autoridade Marítima), especificamente a NORMAM 07, Capítulo 2, Seção III, que trata da poluição no mar, quanto ao preconizado na Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Dentre os resíduos que podem causar a alteração da qualidade da água, especialmente dos níveis de nutrientes e de turbidez, estão os efluentes sanitários e os restos alimentares particulados. Para o tratamento destes resíduos são utilizados um sistema para triturar os alimentos e um sistema de tratamentos de efluentes sanitários, suas características estão descritos na Seção II.3.1.

As quantidades de efluentes sanitários e restos alimentares geradas pontualmente, em decorrência do efetivo a bordo, aumentarão a disponibilidade de nutrientes e turbidez da água, impactando a qualidade da água local. Por outro lado, as correntes superficiais na região irão dispersar rapidamente os efluentes lançados, diluindo-os e afastando-os do FPSO. Ressalta-se que as partículas geradas após a trituração dos restos de alimentos, serão trituradas em partes menores que 25 mm e lançados ao mar, o que facilita a sua degradação.

Apesar da introdução de nutrientes, como carbono, fósforo e nitrogênio que contribuirão 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 restrita área de abrangência desta influência e a grande profundidade local em comparação ao ambiente receptor.

O lançamento ao mar dos resíduos a serem gerados pela atividade deve ser considerado como um impacto **negativo, local, direto** e de **curto prazo**, e desta forma, este impacto foi também considerado como de **baixa magnitude** e de **pequena importância**. Trata-se também de um impacto **reversível e temporário**, pois o ambiente natural retornará às condições anteriores assim que cessar a atividade.

### **Descarte do fluido do teste hidrostático**

#### ***5. Alterações na qualidade da água, e;***

#### ***6. Alterações nas comunidades planctônicas***

Após o lançamento e posicionamento do duto de escoamento da produção de gás para a Plataforma de Mexilhão (PMXL-1), será efetuado o teste hidrostático para verificação das condições de resistência e estanqueidade do duto, antes das atividades propriamente ditas.

O teste hidrostático consiste na operação que garantirá a integridade estrutural do duto, consistindo na pressurização do duto a uma pressão superior à pressão de projeto.

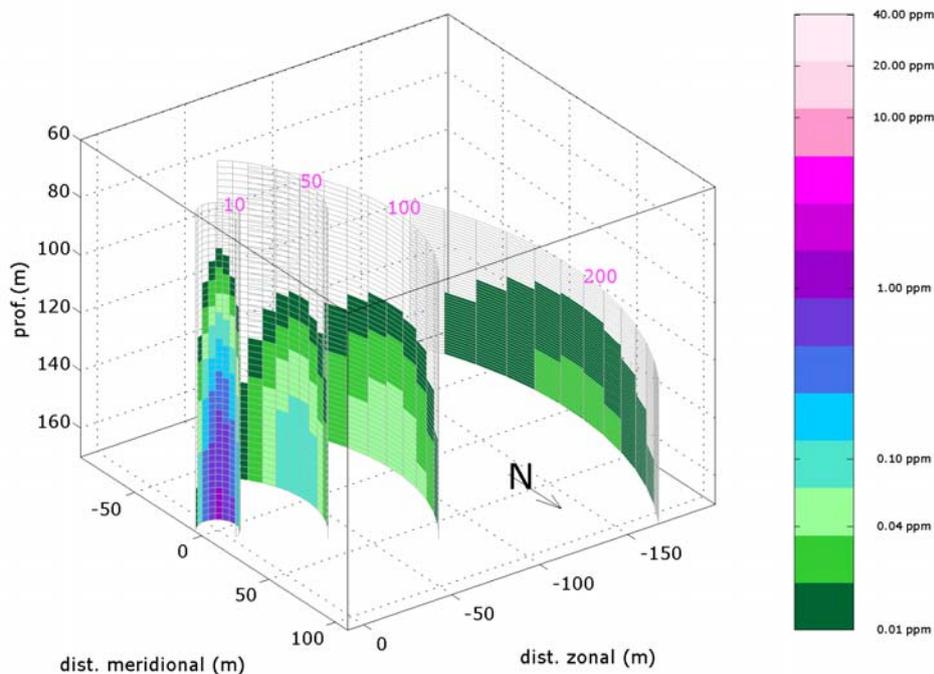
O fluido utilizado no teste hidrostático tem como objetivo detectar possíveis vazamentos ou falhas ocorridas durante a instalação/conexão do duto, para tanto deverá conter um corante orgânico, que será constituído de uma solução de água do mar e fluoresceína (Fluorene R2), com uma concentração de 40 ppm. O volume total de água do mar utilizada para o teste hidrostático está estimado em cerca de 28.000 m<sup>3</sup>.

Visando identificar a variação da concentração de fluoresceína lançada ao mar foram realizadas duas simulações numéricas visando representar os cenários ambientais de verão e inverno. De uma concentração inicial de 40 ppm, foi considerado como limiar o valor para a diluição de 1000x, ou seja, 0,04 ppm. Ressalta-se que esta é uma abordagem conservadora, pois são esperados efeitos adversos apenas para concentrações superiores a 300 ppm (CENPES, 2002).

Vale ressaltar que o Fluorene R2 é um fluido que contém agentes corantes de base orgânica de caráter não-iônico. É solúvel em água, biodegradável e não é tóxico. É amplamente utilizado na indústria de petróleo como traçador químico na composição de fluidos de testes hidrostáticos. Segundo os testes de toxicidade desse produto, (apresentados no Anexo II.2.4-5 do Capítulo II.2), demonstraram que o mesmo não apresentou toxicidade para a maioria dos testes agudos realizados com diversos organismos (microcrustáceos *Artemia* sp e *Daphnia similis*, bactéria *Vibrio fischeri*, peixes *Poecilia vivipara* e *Brachydanio rerio*), quando testado até a concentração de 1000 ppm, exceto para o misidáceo *Mysidopsis juniae*, cuja CL50 96h foi de 705,08 ppm. No teste crônico com embriões do ouriço *Lytechinus variegatus* foram observados efeitos de toxicidade crônica na concentração de 300 ppm de Fluorene R2, não tendo sido mais observados efeitos significativos na concentração de 200 ppm. Vale mencionar que, o efeito observado para os organismos *Mysidopsis juniae* e *Lytechinus variegatus*, se deu em concentrações muito superiores àquela que será utilizada na composição do fluido para o teste hidrostático do duto, cuja concentração será de 40 ppm. Portanto, pode se dizer que o produto apresentou baixa toxicidade para os organismos avaliados, não sendo esperados efeitos adversos na biota nas concentrações em que esse produto será utilizado no teste hidrostático.

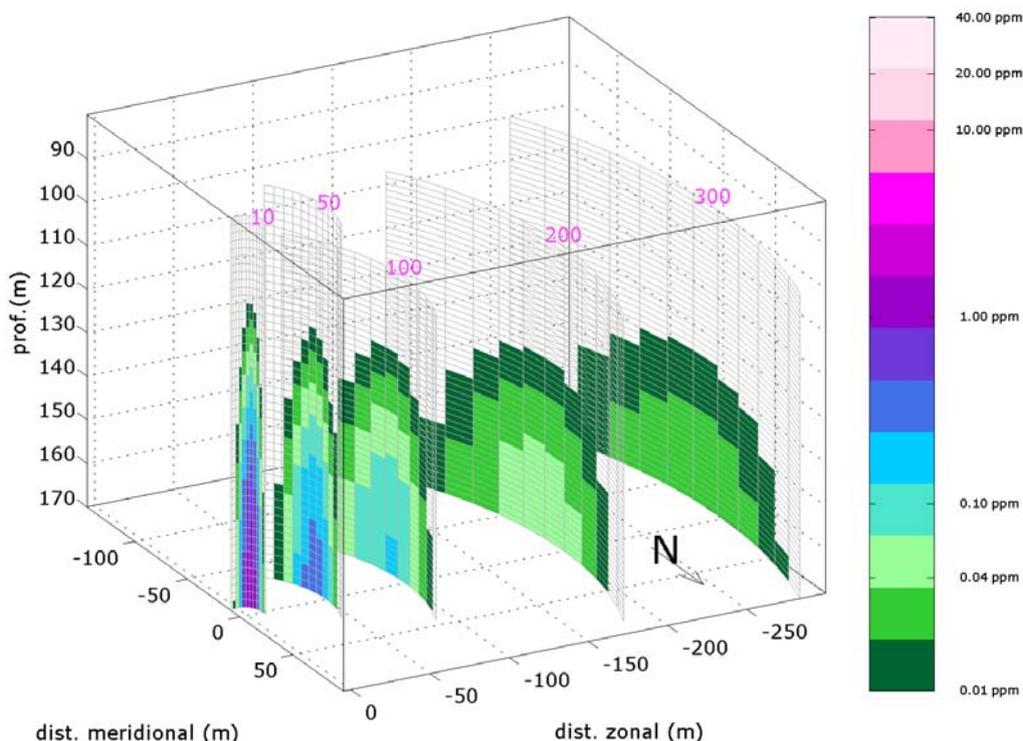
Na **Figura II.6.A.2-1** são apresentados os resultados obtidos para o cenário de verão. Nota-se uma ascensão da pluma logo após o descarte, devida, provavelmente, ao impacto com o solo. Com 10 m da fonte a pluma cobre a lâmina d'água entre 120 m e o fundo (a 170 m). Já a 10 m a concentração

máxima é de cerca de 1 ppm, atingindo 0,1 ppm a 50m da fonte. O limiar escolhido, de 0,04 ppm, é atingido entre 100 (0,05 ppm) e 300 m (0,02 ppm) de distância da fonte.



**Figura II.6.A.2-1:** Concentração de fluoresceína na coluna d'água para o cenário de VERÃO.

Os resultados obtidos para o inverno são apresentados na **Figura II.6.A.2-2**. Nota-se uma extensão maior neste cenário, com a pluma atingido o limiar de 0,04 ppm entre 200 e 300 metros da fonte. Em relação à posição na coluna d'água, a pluma mantém-se próxima do encontrado para o verão, limitando-se a uma profundidade mínima de cerca de 120 m.



**Figura II.6.A.2-2** -Concentração de fluoresceína na coluna d'água para o cenário de INVERNO.

As concentrações máximas encontradas em cada radial, para os cenários de verão e inverno, são apresentadas na **Tabela II.6.2.4-1**. Nota-se que, de forma geral, o cenário de inverno apresenta-se como mais crítico, com concentrações sempre superiores às do cenário de verão.

**Tabela II.6.2.A-1:** Concentração máxima de fluoresceína em cada radial extraída dos resultados do modelo.

<b>distância da fonte (m)</b>	<b>VERÃO (ppm)</b>	<b>INVERNO (ppm)</b>
10	0.921	1.246
50	0.122	0.316
100	0.054	0.136
200	0.022	0.053
300	-	0.029

A posição da pluma na coluna d'água é bastante semelhante em ambos os cenários, limitando-se às profundidades superiores a 110 m. No cenário de verão, a pluma atinge o limiar com aproximadamente 100 m de distância da fonte. Para o cenário de inverno a pluma estende-se até aproximadamente 300 m.

Considerando esses aspectos, ambos os impactos foram avaliados como **negativos, indiretos, de curto prazo, reversíveis, temporários, locais, de baixa frequência** e de **baixa magnitude**, já que serão utilizadas as concentrações definidas pelos testes de toxicidade. Assim sendo, no que se refere à alteração da qualidade da água classifica-se esse impacto como **indutor** do impacto alteração das comunidades planctônicas, o qual é classificado como **simples**. De acordo com esta classificação, foi considerado de **pequena importância**.

### ***Fase de Operação***

Ressalta-se que o empreendimento terá um tempo de duração médio (aproximadamente 42 meses, podendo ser prorrogado, de acordo com o sucesso da atividade para 20 anos) entre a instalação e a desmobilização do FPSO.

### **Emissões Atmosféricas**

#### ***7. Alteração da qualidade do ar***

Durante a operação do FPSO o gás produzido será utilizado para geração de energia, injeção no poço, e o excedente da produção será exportado via gasoduto até a Plataforma de Mexilhão (PMLX-1). Dessa forma as emissões gasosas serão provenientes apenas da queima de gás para a geração de energia para o FPSO.

Os principais poluentes atmosféricos a serem emitidos serão os óxidos de nitrogênio (NOx) e de enxofre (SOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), material particulado (MP), e hidrocarbonetos totais de petróleo (THP) (JWEL, 2001).

Como em todo processo de combustão, são inevitáveis emissões de alguns gases. No entanto, as emissões atmosféricas das atividades *offshore* são normalmente desconsideradas em diversos projetos como os da costa do Canadá (PATIN, 1999), visto que tais compostos são dispersos rapidamente a níveis não detectáveis.

Deverá ser considerada também a quantidade de emissões de gases de efeito estufa (*GEE*) e de poluentes regulados emitidos pelos motores, assim como para outras fontes de emissão de menor poder poluente.

A **tabela II.6.2.A-2** apresenta os principais poluentes atmosféricos previstos a serem emitidos durante a atividade do Piloto de Tupi.

**Tabela II.6.2A-2- Principais poluentes atmosféricos emitidos pelo FPSO Cidade de Angra dos Reis**

Fonte de Emissão	Combustível	Emissões - kg/h						
		NOx	CO	CH <sub>4</sub>	SOx	MP	HCT	CO <sub>2</sub>
Flare	Gás	0,21	1,19	5,19	---	0,28	6,84	341,30
Turbo Gerador Principal 1	Gás	40,15	10,30	1,07	---	0,83	1,34	15970,00
	Diesel Marítimo**	99,40	0,37	---	45,73	1,35	0,05	20900,00
Turbo Gerador Principal 2	Gás	40,15	10,30	1,07	---	0,83	1,34	15970,00
	Diesel Marítimo**	99,40	0,37	---	45,73	1,35	0,05	20900,00
Turbo Gerador Principal 3	Gás	40,15	10,30	1,07	---	0,83	1,34	15970,00
	Diesel Marítimo**	99,40	0,37	---	45,73	1,35	0,05	20900,00
Gerador Auxiliar 1*	Diesel Marítimo	2,85	0,01	---	1,31	0,04	0,001	597,70
Gerador Auxiliar 2*	Diesel Marítimo	2,85	0,01	---	1,31	0,04	0,001	597,70
Gerador de Emergência*	Diesel Marítimo	1,90	0,01	---	0,87	0,03	0,001	398,50
Caldeira Principal	Gás	9,34	3,88	0,11	---	0,35	0,51	7796,00
	Diesel Marítimo**	10,55	2,19	0,02	21,57	0,87	0,11	9831,00
Caldeira de Emergência*	Diesel Marítimo	20,37	4,23	0,04	41,66	1,69	0,21	18990,00

\* Utilizado somente em situação de emergência.

\*\* Utilizado antes do início da produção de gás.

Fonte: Sistema de Gerenciamento de Emissões Atmosféricas - (SIGEA) - PETROBRAS

Considerando que a atividade será realizada em região com boas condições de dispersão, este impacto foi considerado como **negativo, direto, de curto prazo, e local**, pois não se espera que a alteração da qualidade do ar ultrapasse a região onde será realizado o Piloto de Tupi. O impacto também foi considerado como **reversível**, uma vez que cessado o empreendimento e interrompidas as fontes de emissão, as alterações causadas também cessarão; e **temporário**, visto tratar-se de um impacto que estará ocorrendo em decorrência do período da realização do Piloto de Tupi. Estes aspectos geraram para este impacto uma avaliação de **alta magnitude e alta importância**.

### **Descarte de efluente orgânico e resíduos alimentares**

#### **8. Alteração da qualidade da água**

Durante as atividades de rotina desenvolvidas no FPSO e nas embarcações de apoio, ocorrerá o descarte de efluentes e resíduos.

O descarte dos efluentes sanitários no entorno do FPSO e das embarcações de apoio poderá acarretar um incremento temporário na concentração de alguns nutrientes na água do mar. Antes de serem descartados,

os efluentes sanitários serão tratados em sistemas de tratamento específicos, conforme limites constantes na legislação ambiental.

O FPSO Cidade de Angra dos Reis possui capacidade total para acomodar 100 pessoas, desta forma a estimativa diária de produção de efluentes sanitários é 15 m<sup>3</sup>/d e para resíduos alimentares a bordo é de 40 kg/d. O lançamento de efluentes tratados poderá causar alterações locais na qualidade da água, sem produzir sólidos flutuantes, alterações na cor da água ou na salinidade local, pois o cloreto residual do sistema será rapidamente diluído visto que o volume lançado ao mar é muito pequeno comparado à coluna d'água local.

Os restos alimentares, tratando-se de matéria orgânica, serão triturados em partes menores que 25 mm e lançados ao mar na área do FPSO e no trajeto das embarcações de apoio. Os resíduos serão gerenciados conforme os procedimentos apresentados no Projeto de Controle da Poluição.

As águas oleosas serão tratadas e lançadas com teor máximo 15 ppm de óleo, de acordo com as normas ambientais visando atender tanto aos princípios estabelecidos na Convenção MARPOL (73/78) e nas NORMAM's (Normas da Autoridade Marítima), especificamente a NORMAM 07, Capítulo 2, Seção III, que trata da poluição no mar, quanto ao preconizado na Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Assim, a partir das informações apresentadas para a geração esperada de efluentes e resíduos, durante as atividades previstas, este impacto foi considerado como um impacto **negativo, local, direto** e de **curto prazo**, e desta forma, como de **baixa magnitude** e de **pouca importância**. Esta classificação considera o funcionamento adequado dos sistemas de tratamento existentes. Trata-se também de um impacto **reversível** e **temporário**, pois o ambiente natural retornará às condições anteriores assim que cessar a atividade.

### **9. Alteração da comunidade pelágica**

O lançamento de efluentes sanitários e restos de alimentos podem acarretar em um aumento na disponibilidade de nutrientes na água no local de descarte. O aumento de nutrientes favorece o incremento da produtividade primária, gerando efeitos na cadeia pelágica local, desde os microrganismos (bactérias e protozoários), fitoplâncton, zooplâncton, ictioplâncton e necton (NIBAKKEN, 1993). De qualquer forma, o efeito do lançamento só ocasionará essas alterações

nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é o principal fator limitante para o crescimento do plâncton (LALLI & PARSONS, 1993).

O plâncton é a base da cadeia alimentar, servindo de alimento para diversos organismos, desde larvas de peixes (ictioplâncton) até organismos nectônicos adultos. Dessa forma, a disponibilização de alimento no ambiente poderá gerar um adensamento de organismos pelágicas, alterando a densidade da comunidade local, durante o período do Piloto de Tupi, além destes organismos também serem atraídos pelo efeito do sombreamento do FPSO.

Além da Área de Tupi apresentar profundidades com lâmina d'água acima de 2.000 m, ela caracteriza-se ainda por uma dinâmica considerável, onde as correntes superficiais provavelmente promoverão a dispersão e diluição dos efluentes lançados.

Portanto, o impacto do lançamento de efluentes domésticos ao mar sobre a comunidade pelágica local, foi considerado **negativo** sob o ponto de vista ecológico, **direto, local, temporário, de médio-prazo e reversível**, uma vez que com a interrupção dos lançamentos as condições originais e a biota poderão ser restabelecidas num intervalo de curto prazo, de **baixa magnitude**, e **pequena importância** em função da grande dinâmica no local do descarte e da distância em relação a costa (aproximadamente 280 km).

### **Geração de Ruídos e Luminosidade**

#### **10. Interferência sonora e de luminosidade na comunidade nectônica**

As atividades *offshore* de perfuração e produção nas fases de comissionamento, produção e desativação geram ruídos (sons de baixa frequência e altos decibéis) que podem se espalhar num raio de até centenas de quilômetros (GORDON *et al.*, 1998 *apud* SIMMONDS *et al.*, 2003).

Desta maneira os ruídos gerados pelo FPSO principalmente na fase de operação são provenientes das hélices e do próprio maquinário das atividades do Piloto de Tupi, sendo o tráfego de embarcações de apoio, uma outra fonte importante de som antropogênico (MMC, 2008).

De acordo com a literatura os mamíferos marinhos apresentam mudanças de comportamento devido a ruídos gerados por embarcações e outras fontes de som

antropogênicos, essas alterações podem afetar a capacidade dos animais para perceber o som produzido por outro mamífero e também dos pulsos para ecolocação, ou mesmo impedindo a detecção de importantes sons naturais, além da alteração do tempo de submersão e prováveis desvio de rotas migratórias (ROMANO *et al*, 2004; NEDWELL *et al*, 1003; HEATHERSHAW *et al*, 2001).

No entanto, resultados do Projeto Mamíferos e Quelônios Marinhos, realizado através de convênio entre PETROBRAS, Projeto Baleia Jubarte e Projeto TAMAR, não indicaram a exclusão de cetáceos e quelônios das áreas de produção e perfuração da região da Bacia de Campos, local onde existe a maior concentração de plataformas de petróleo na costa brasileira (CENPES/TAMAR, 2005).

A iluminação seria outro fator a afetar a comunidade nectônica no entorno do FPSO. Assim como o ruído, o efeito da luminosidade das unidades durante a noite funcionaria mais como um local de atração de organismos com fototactismo positivo, como lulas, alguns peixes e quelônios que seriam atraídos pela luz e ficariam mais susceptíveis a ataques de predadores. Embora se aceite esse efeito para lulas e algumas espécies de peixes, suas conseqüências em populações são consideradas geralmente insignificantes (RÉ, 1984, RODRIGUES, 2002).

Salienta-se que a iluminação do FPSO estará posicionada para iluminar especialmente o convés o que, conseqüentemente, resulta em uma mitigação desse efeito.

Desta forma, considerando à presença de cetáceos na região, se faz necessário destacar que a Área de Influência do Piloto de Tupi é utilizada como rota de migração de misticetos. Sendo assim, avalia-se este impacto como **negativo**, de incidência **direta**, abrangência **local**, **temporário**, **reversível**, de **curto prazo**, de **média magnitude** e de **alta importância** devido a sensibilidade ambiental do fator afetado.

### **Presença do FPSO e de instalações submarinas**

#### **11. Alteração da comunidade bentônica**

Toda e qualquer alteração na disponibilidade do substrato ocasionam alterações que podem ser sentidas em diferenciados graus na estrutura da comunidade bentônica e/ou em *taxa* específicos.

Na etapa de operação, as instalações submarinas e duto de exportação de gás já estarão presentes, não ocorrendo assim os impactos previstos para a etapa de instalação. Nesta etapa espera-se unicamente o aumento das superfícies disponibilizadas para a fixação dos organismos e o conseqüente incremento da atividade biológica local. Espera-se o mesmo em relação ao casco do FPSO, que também disponibilizará um novo substrato possibilitando o aumento da atividade biológica.

Deve-se destacar também que a colonização dos organismos bentônicos depende do ciclo de vida dos organismos incrustantes, podendo variar de alguns dias até alguns meses, o que permite classificar este impacto como de curto prazo de ocorrência. Tendo em vista o tempo de permanência do FPSO no local da realização do Piloto de Tupi (42 meses, podendo ser prorrogado para um período de 20 anos), esse período é considerado suficiente para o desenvolvimento desta comunidade, sendo uma conseqüência direta do empreendimento.

Este impacto foi considerado, portanto, como **negativo, direto, de médio prazo, e temporário**, pois quando a unidade sair da locação definida levará consigo toda a comunidade incrustada na estrutura, retornando o ecossistema às condições locais anteriores.

Levando-se em conta seu caráter **local**, este impacto foi considerado como de **baixa magnitude, reversível** e, conseqüentemente, de **pequena importância**.

## 12. *Alteração da comunidade nectônica*

A existência e a presença física de uma estrutura tridimensional artificial, como um FPSO, e as instalações submarinas, favorecem a fixação de comunidades biológicas incrustantes. Esta incrustação estimula o desenvolvimento de sucessão ecológica no entorno do empreendimento, principalmente para a alimentação. A unidade acaba funcionando, de forma análoga, a um “recife artificial temporário”, fornecendo abrigo através do sombreamento e toda uma comunidade incrustante em seu casco. Por sua vez, as instalações submarinas também promovem um incremento da sucessão ecológica local, fornecendo substrato para fixação de organismos que por sua vez atraem espécies pelágicas.

A atração é mais significativa entre as espécies pelágicas que realizam grandes deslocamentos (JABLONSKI *et al.*, 1998), sendo manifestada principalmente por várias espécies de grandes pelágicos, a exemplo as espécies *Choryphaena hippurus* (dourado), *Thunnus albacares* (albacora-laje) e *T. alalunga* (albacora branca). Outro grupo zoológico que freqüentemente é atraído por essas estruturas são os cefalópodes (lulas) que possuem fototactismo positivo, concentrando-se principalmente em períodos reprodutivos. Com relação aos cetáceos e quelônios, existem poucas informações documentadas sobre o efeito da presença de unidade de produção de óleo/gás nas rotas destes organismos (ANALYTICAL SOLUTIONS, 2005).

Assim, analisando a presença do FPSO e das instalações e dutos submarinos com relação à comunidade nectônica, este impacto qualifica-se como **negativo, local e direto** sobre esta comunidade.

Para este empreendimento, como vimos acima, espera-se alterações na comunidade nectônica local, porém estes impactos se refletirão de maneira **temporária e reversível**, já que bastará o descomissionamento/remoção do FPSO e das instalações submarinas para que ocorra o retorno do ambiente às condições originais. O impacto foi considerado ainda como de **médio prazo**, de **média magnitude e média importância**.

### **Descarte da Água de Produção**

#### **13. Alterações na qualidade da água e;**

#### **14. Alterações nas comunidades planctônicas**

Dentre os efluentes que serão descartados no mar, destacam-se o efluente do tratamento de água produzida. Toda água produzida na planta de processo será encaminhada para um sistema de hidrociclones no FPSO (com capacidade de até 14,400 m<sup>3</sup>/dia), onde será tratada.

Os efluentes do sistema de tratamento de água produzida serão monitorados antes de serem descartados, garantindo assim, uma concentração máxima de 29 ppm de óleos e graxas e a temperatura abaixo de 40°C, conforme determinado pela legislação vigente.

Em termos gerais, água produzida nada mais é que a água de formação, retirada junto com a extração de petróleo. Nela estão incluídos soluções de sais

minerais, além de óleo, gás hidrocarbonetos de baixo peso molecular, ácidos orgânicos, metais pesados e partículas em suspensão (PATIN, 1999).

O tratamento da água produzida visa essencialmente à diminuição do teor de óleos e graxas através de separadores água/óleo, sistemas de tratamento químico e flotadores.

Observações de campo (LAW, HODSON, 1986; SOMERVILLE *et al.*, 1987; DAVIES, KINGSTON, 1992) constataram a rápida diluição da água produzida lançada por plataformas *offshore*. Isto ocorre devido ao transporte advectivo e mistura turbulenta. A rápida diluição da água produzida é normalmente utilizada como evidência para o limitado e pouco significativo impacto ambiental decorrente do seu lançamento. Entretanto, locais mais rasos ou de menor dinâmica podem acarretar em uma diluição mais lenta.

Desta forma, o impacto do descarte da água de produção na atividade do Piloto de Tupi, será bastante reduzido, quando comparado com os lançamentos descritos nos monitoramentos citados, uma vez que a maioria deles foi realizado considerando a água produzida sem tratamento para retirada dos compostos oleosos.

O impacto deste descarte afetará a qualidade da água nas proximidades do local de descarte e seu efeito estará relacionado ao volume ocupado pela pluma e ao tempo que organismos planctônicos ficarem expostos a ela. Quanto mais rapidamente a diluição do efluente ocorrer, menor será seu impacto na comunidade local.

Diversos estudos (GAMBLE, *et al.* 1987 *apud* PATIN, 1999) indicam uma elevada sensibilidade de organismos zooplânctônicos (copépodos e outros) à exposição a água produzida. Estes são especialmente vulneráveis durante os estágios embrionário e larval. Segundo alguns autores (DAVES, KINGSTON, 1992) isto pode ser resultado da acumulação de hidrocarbonetos lipofílicos na fração lipídica dos tecidos dos embriões em desenvolvimento. O nível destes hidrocarbonetos aumenta radicalmente nas larvas, quando as reservas lipídicas estão sendo exauridas durante a transição para a fase de alimentação ativa. Processos similares provavelmente ocorrem nos estágios embrionário e pós-embrionário de peixes (PATIN, 1979).

Entretanto é importante frisar que o impacto do descarte da água de produção no Piloto de Tupi é minimizado quando comparado com os lançamentos

observados nos estudos supracitados, uma vez que a maioria deles foi realizado considerando a água produzida sem tratamento.

Pelo exposto acima, espera-se que haja um impacto **negativo** e **local** na comunidade pelágica, basicamente os organismos planctônicos, no entorno do ponto de descarte.

O lançamento momentâneo e agudo da água de produção pode levar a alterações **diretas** e de **curto prazo** 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 comunidades bióticas, deverá ser de **baixa magnitude**. Além disso, após o término do descarte de água de produção, as condições naturais da massa d'água serão restabelecidas devido a sua grande capacidade de suporte, o que caracteriza este impacto como **temporário** e **reversível**. Portanto podemos considerar importância deste impacto como **pequena**.

#### ***Descarte do efluente da planta de dessulfatação***

##### ***15. Alterações na qualidade da água, e;***

##### ***16. Alterações nas comunidades planctônicas***

Através da modelagem numérica, foi estudado o destino físico do efluente, a ser descartado pela unidade removedora de sulfatos a ser instalada no FPSO Cidade de Angra dos Reis. Os aditivos químicos presentes no descarte são o Vitec 3000, o Antichlor, e o biocida (RoCide DB-20), em concentrações de 3, 15, e 100 ppm, respectivamente. O Biocida, no entanto, é utilizado na operação de manutenção, sendo descartado apenas 1 vez por semana ao longo de 1 hora. Não foram consideradas no estudo, nenhuma perda de massa ou transformação química dos compostos, consistindo em uma abordagem conservadora.

Quatro simulações foram realizadas de forma a estimar o comportamento da pluma formada no descarte do efluente da unidade de dessulfatação do Piloto de Tupi. Foram considerados dois tipos de descarte, com e sem a presença do biocida ROCIDE DB, em dois cenários ambientais na região: verão e inverno.

De forma geral, a pluma mantém-se muito restrita ao entorno do ponto de descarte, alcançado uma distância máxima de 22 metros no cenário de VERÃO com o descarte de biocida. Em todas as simulações, a distância alcançada no cenário de INVERNO foi sempre inferior àquela alcançada no VERÃO.

Com relação à posição da pluma na coluna d'água, a profundidade máxima alcançada é de 20 m, a uma distância de cerca de 30 m da fonte e sempre com concentrações abaixo dos limiares considerados.

Devido a pequena área de dispersão e considerando a intensa dispersão pelas correntes no ambiente oceânico, os impactos foram avaliados como **negativos, indiretos, de curto prazo, reversíveis, temporários, locais, de baixa frequência e de baixa magnitude**, já que serão utilizadas as concentrações definidas pelos testes de toxicidade. Assim sendo, no que se refere à alteração da qualidade da água classifica-se esse impacto como **indutor** do impacto alteração das comunidades planctônicas, o qual é classificado como **simples**. De acordo com esta classificação, foi considerado de **pequena importância**.

### ***Fase de Desativação***

## **Desmobilização do FPSO**

### ***17. Remobilização do Sedimento***

Este impacto restringe-se, praticamente, ao momento de remoção do sistema de ancoragem. Essa operação gerará o revolvimento do sedimento de fundo e a formação de uma pluma que se depositará posteriormente. Tanto o revolvimento quanto a deposição da pluma ocasionará desestruturação do sedimento na área de ancoragem.

A partir destas análises, já detalhadas na etapa instalação, este impacto é considerado como de **pouca importância**, de caráter **negativo, direto, de curto prazo, de baixa magnitude, local**, além de se caracterizar por ser um impacto **reversível e temporário**, considerando o horizonte temporal envolvido nos processos de ressuspensão e deposição do sedimento revolvido durante a atividade de remoção das estruturas de ancoragem.

### ***18. Alteração da comunidade bentônica***

A avaliação do presente impacto foi baseada na política de desativação de unidades *offshore*, atualmente empregada pela ANP, segundo a qual será

procedida a retirada do FPSO e das demais instalações envolvidas na ancoragem, com o objetivo de destinar adequadamente resíduos, produtos químicos e materiais provenientes da desativação.

Ao contrário da qualificação dos impactos abordados nas etapas de instalação e operação, a desmobilização do FPSO deverá proporcionar a restauração das condições pré-existentes ao empreendimento, considerando para esta avaliação a retirada dos substratos fornecidos pelo casco do FPSO e pelo sistema de ancoragem, por sua vez, a inexistência destes substratos e destas comunidades cessará a atração de espécies marinhas que se encontravam temporariamente associadas às instalações, atraídas principalmente pelas condições favoráveis de alimentação.

Desta forma, considerando o ponto de vista ecológico, apesar da comunidade bentônica recolonizar o local afetado, a possibilidade de modificação da estrutura da comunidade local faz com que o impacto da desativação sobre esta comunidade seja **negativo, direto, permanente, reversível, local, de curto prazo, baixa magnitude e baixa importância** para a comunidade bentônica.

### ***19. Alteração da comunidade nectônica***

Com a retirada da embarcação da locação cessarão os estímulos à agregação de fauna nectônica descritos na fase de instalação (presença física da unidade) e operação (disponibilização de alimentação devido a incrustações na estrutura da unidade e o descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares). Desta forma, espera-se que a fauna nectônica agregada no entorno da unidade seja novamente dispersada, retornando o ambiente rapidamente à condição natural da área.

A partir destas análises, este impacto está sendo entendido como **pequena importância**, de caráter **positivo, direto**, de **curto prazo**, de **baixa magnitude, local**, além de se caracterizar por ser um impacto **reversível e temporário**.

## ***Impactos sobre o Meio Socioeconômico Instalação e Operação***

### **Aspecto: Demanda de Aquisição de Insumos e Serviços**

#### ***20. Aumento da demanda sobre as atividades de comércio e serviços***

Devido às atividades do Piloto de Tupi, poderá ocorrer fluxo de pessoal envolvido para a região da base de apoio no Rio de Janeiro, em virtude do tipo de atividade que será realizada. Tal afluência, ainda que reduzida, ocorrerá ao longo do desenvolvimento das atividades, de forma constante e homogênea.

Em conseqüência, é esperada a manifestação de impacto indireto sobre as atividades de comércio e serviços ofertadas nesta região, especialmente no que se refere aos setores de hotelaria, alimentação, lazer, transportes, serviços públicos e outros. Um aspecto a ser ressaltado decorre dos recursos advindos do aumento da arrecadação tributária.

Este impacto foi considerado **positivo, indireto, regional, temporário, de longo prazo e reversível**, porém de **média magnitude e média importância**, uma vez que o incremento das atividades de comércio e serviços na referida região poderá ser significativo na economia regional.

#### ***21. Geração de Tributos e Incremento das Economias Local, Estadual e Nacional***

A atividade do Piloto de Tupi, demanda a aquisição de equipamentos e insumos com valor agregado elevado, esta aquisição acarreta um aumento na arrecadação tributária, principalmente, o incremento da arrecadação de impostos vinculados à circulação de mercadorias (ICMS), à aquisição de produtos industrializados (IPI) e à prestação de serviços (ISS), resultando, assim, num aumento de receitas municipais, estaduais e federais.

Considerando esses fatores, avaliou-se o impacto referente ao acréscimo arrecadado como **positivo, indireto, extra-regional, temporário, longo prazo, reversível, de média magnitude e de média importância**, devido à quantidade estimada de materiais, equipamentos e insumos a serem adquiridos quando comparada ao volume arrecadado regionalmente, nas 3 esferas de governo.

## **22. Pressão sobre o Tráfego Marítimo**

Durante a operação da Atividade do Piloto de Tupi, a movimentação de barcos de apoio entre o porto de apoio e a unidade FPSO acarretará interferência no tráfego marítimo devido ao transporte de suprimentos e insumos entre a base de apoio no Terminal da Poliportos e o FPSO.

Conforme apresentado no Diagnóstico Socioeconômico, nenhuma das atividades relativas à pesca artesanal e o turismo que utiliza a região costeira considerada, atinge a Área de Tupi, que está localizada a 280 km de distância da costa e aproximadamente 2.200 metros de profundidade.

O impacto ambiental resultante pode ser considerado como **negativo, direto, regional, temporário, longo prazo, reversível e indutor** sobre o impacto da pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo. O impacto foi avaliado, ainda, como de **baixa magnitude e pequena importância**, devido ao fato da existência de regras de navegação que prevêem procedimentos para situações de tráfego marítimo, além de que será uma área de baixo tráfego para a atividade em questão.

## **23. Pressão sobre o Tráfego Aéreo**

Durante o período da atividade do Piloto de Tupi, deverá ocorrer viagens de helicóptero entre a base de apoio aérea e o FPSO, para transporte de embarque e desembarque do pessoal que estiver trabalhando na atividade.

Uma vez que estas viagens já ocorrem na área, não se espera, portanto, aumento significativo no tráfego aéreo.

Este impacto foi avaliado como **negativo, direto, regional, temporário, de longo prazo, reversível, de baixa magnitude e média importância**.

## **24. Pressão sobre a Infra-estrutura de Transporte Marítimo**

Devido à atividade do Piloto de Tupi, poderá ocorrer de forma reduzida uma pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo, através dos serviços de operação e de manutenção de embarcações de apoio.

O impacto resultante pode ser considerado **positivo, indireto, regional, temporário, de longo prazo, reversível e simples**. Foi avaliado, ainda, como de

**baixa magnitude e média importância**, devido à demanda de transporte marítimo prevista para a atividade em questão.

### **25. Pressão sobre a Infra-estrutura Portuária**

A atividade do Piloto de Tupi exercerá uma pressão sobre a infra-estrutura portuária existente, uma vez que será necessária a utilização desta, como ligação entre a Área de Tupi e a base de apoio em terra, cuja principal função é a de proporcionar a logística para fornecimento, transporte e armazenagem de insumos e resíduos.

O impacto resultante pode ser considerado **positivo, indireto, local, temporário, reversível, longo prazo e simples**. O impacto foi avaliado, ainda, como de **baixa magnitude e pequena importância**, devido à concentração das atividades apenas no terminal portuário da Poliportos (RJ), já utilizado como apoio a outros empreendimentos.

### **26. Recebimento de Royalties**

Conforme determina a legislação brasileira, a produção de petróleo para o Piloto de Tupi, irá gerar *royalties* a serem recolhidos e encaminhados à Agência Nacional de Petróleo – ANP, que os distribui aos estados, municípios e demais órgãos.

A aplicação preliminar dos critérios que compõem a metodologia de distribuição de *royalties* indicou como possíveis beneficiários da produção de petróleo para o Piloto de Tupi, os municípios do Rio de Janeiro e de Niterói, ambos situados no estado do Rio de Janeiro. Esses municípios já são recebedores de *royalties* por serem pertencentes a zonas de produção de outros empreendimentos.

Portanto, no contexto das atividades para este Piloto de Tupi, os municípios mencionados estarão sujeitos ao impacto positivo de terem suas receitas incrementadas pelos recursos de *royalties*.

Desta forma, avalia-se este impacto como **positivo, direto, regional, temporário, longo prazo, irreversível, de alta magnitude e de alta importância**, uma vez que a arrecadação de *royalties* implica em um potencial incremento da capacidade de investimentos do Poder Público.

## Aspecto: Demanda por mão-de-obra

### **27. Geração de Empregos**

O crescimento das atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos acarreta em uma demanda por mão-de-obra considerável, principalmente do ponto de vista de empregos indiretos.

Pelas características e particularidades técnicas da atividade do Piloto de Tupi, e o grau de especialização que esta demanda, estima-se a necessidade de 600 profissionais, que trabalharão em turnos, na unidade do FPSO Cidade de Angra dos Reis, nas embarcações para lançamento de linhas, na embarcação para lançamento do gasoduto, nas embarcações de ancoragem e nas embarcações de apoio (*supply*) a serem alocados ao longo da atividade. Sendo distribuídos entre o nível superior, nível técnico e ensino médio. As vagas de nível superior totalizam 15%, para o nível técnico 20% e para o ensino médio 65% do total.

É possível que a realização da atividade estimule a abertura de novos postos de serviços indiretos, no setor de alimentação, aluguel, hospedagem, transporte e aquisição de bens e serviços, dentre outros, sendo difícil estimar, nesta fase dos estudos, a quantidade de novos postos de serviços indiretos que podem ser gerados pela atividade, uma vez que já existem diversas empresas prestadoras deste tipo de serviço. Em caso de novas contratações a Petrobras tem como diretriz orientar as empresas contratadas a utilizar os serviços de mão-de-obra, sempre que possível, e preferencialmente, nos municípios que serão utilizados como base de apoio ao empreendimento.

Assim, o impacto ambiental foi avaliado como **positivo, direto e indireto, temporário, de longo prazo, parcialmente reversível, regional e indutor** sobre a demanda de atividades de comércio e serviços. É considerado de **média magnitude e alta importância**, devido à expressiva manutenção de postos de trabalho frente ao contexto regional e dinamização da economia local.

#### II.6.A.4 - Síntese Conclusiva dos Impactos Reais

A síntese dos impactos reais é elaborada a partir da matriz de avaliação dessa categoria de impacto (**Figura II.6.A.4-1**) apresentada ao final desta seção. Foram identificados 27 impactos reais relacionados a atividade do Piloto de Tupi. Dentre estes impactos, 19 são referentes ao ambiente natural (meios físico e biótico) e 8 são referentes ao meio socioeconômico.

A matriz possibilita analisar de forma mais direta a abrangência e as características dos impactos relacionados. Observa-se na matriz que a maioria dos impactos identificados foi considerada de **magnitude baixa e pequena importância**. Tendo em vista este resultado e o fato de que os impactos, em sua maioria, foram avaliados como **temporários e reversíveis**, pode-se supor que não deverá ocorrer comprometimento da qualidade ambiental da região em decorrência da realização do Piloto de Tupi, havendo reais possibilidades de restabelecimento das condições originais, após a desativação da operação.

As únicas interferências que podem demonstrar uma alta magnitude foram os impactos 3, 7, 10, 26 e 27.

Vale ressaltar que o impacto nº 3 resultante da introdução, se bem sucedida, de espécie exótica através da água de lastro ou ainda a incrustação de organismos no casco do FPSO durante a fase de operação, foi considerado de baixa a alta magnitude. Magnitude baixa, pois a possibilidade de ocorrência é muito baixa, pois para que haja a introdução de uma espécie exótica é necessário que todo o ciclo reprodutivo da espécie seja concluído no local, aliado ao fato de que a procedência anterior do FPSO seja uma locação na qual existam espécies diferentes das presentes na Área de Tupi. Além de forma a reduzir ainda mais a possibilidade de ocorrer esse impacto, serão implementadas medidas regidas internacionalmente pelo IMO (*International Maritime Organization*). Porém foi colocada a também magnitude alta, por este impacto, apesar de improvável ser possível.

Do ponto de vista da abrangência espacial, os impactos decorrentes da atividade sobre os meios físico e biótico, foram considerados em sua maioria como locais, enquanto aqueles sobre o meio socioeconômico foram classificados principalmente como regionais ou extra-regionais. Vale ressaltar que a introdução de espécies exóticas foi considerada um importante impacto extra-regional sobre o meio biótico.

Quanto à natureza dos impactos identificados e avaliados neste EIA, foram identificados **7** impactos estritamente positivos, dos quais **6** ocorrem sobre o meio socioeconômico e **1** sobre o meio biótico. Segundo os critérios e conceitos que nortearam a avaliação, o impacto que pode ser considerado positivo recai sobre o meio biótico em função do rápido retorno da comunidade neotônica as condições naturais após o descomissionamento/retirada do FPSO.

Apesar da baixa magnitude da maioria dos impactos, as medidas de gerenciamento ambiental são fundamentais para garantir um adequado desempenho ambiental do empreendimento. Alguns dos impactos avaliados já deverão ser mitigados através de procedimentos de controle ambiental previstos pela própria PETROBRAS. Outros se tornaram impactos irrelevantes, em decorrência dos próprios equipamentos utilizados no FPSO. As medidas mitigadoras e potencializadoras que serão adotadas para os impactos identificados nesta seção estão descritos na seção II.7 – Medidas Mitigadoras e Compensatórias deste EIA.

A geração de efluentes domésticos e de resíduos é inevitável em qualquer empreendimento, mas de forma a minimizar os seus efeitos, são utilizados mecanismos de controle destes. Para tanto será implementado um Projeto de Controle da Poluição deste EIA, conforme estabelecido na Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA N.º. 04/08, visando assim atender a normas nacionais como a Resolução CONAMA N.º 357/2005, e as internacionais como a MARPOL.

Adicionalmente, para monitoramento e mitigação dos impactos serão implantadas medidas de gerenciamento ambiental, como os Projetos de Monitoramento Ambiental, de Comunicação Social, de Educação Ambiental dos Trabalhadores e de Desativação exigidos pelo CGPEG/DILIC/IBAMA apresentados na seção II. 7 deste EIA.

A partir desta análise, entende-se que de modo geral as atividades do Piloto de Tupi, não deverão acarretar comprometimento da qualidade ambiental futura da região. Entretanto, isso não exclui a necessidade de uma gestão ambiental adequada, a implementação de projetos ambientais e o atendimento a legislação ambiental brasileira, além das normas internacionais referentes à atividade.

### **II.6.B.1 - Avaliação dos Impactos Potenciais**

A seguir são descritos os impactos que poderiam ocorrer no caso de um derramamento acidental de óleo no mar, de acordo com os resultados da modelagem de dispersão de óleo realizada para o Piloto de Tupi.

#### *Fase de Operação*

#### **Vazamento acidental de óleo no mar**

A seguir são descritos os impactos que poderiam ocorrer no caso de um derramamento acidental de óleo no mar, de acordo com os resultados da modelagem de dispersão de óleo realizada para o Piloto de Tupi.

#### **1. Alterações na Qualidade da Água**

A composição química do óleo e as suas características influenciam nos resultados dos principais processos de remoção de óleo do ambiente (biodegradação, evaporação e diluição).

O principal fator que influencia a evaporação de hidrocarbonetos é a pressão de vapor do composto, e o peso molecular. Isto é, hidrocarbonetos com baixo peso molecular, como aromáticos e alcanos leves têm maior taxa de evaporação (LAWS, 1993), enquanto que os asfaltenos, com peso molecular em torno de 10.000, são praticamente não sensíveis à evaporação (BISHOP, 1983). Na Área de Tupi será produzido, um óleo leve de 28,5° API com baixo potencial para asfaltenos, o que somado as condições meteoceanográficas da região favoreceriam a sua dispersão no caso de um vazamento.

O peso molecular também é fator preponderante na diluição do composto, visto que este é inversamente proporcional ao seu valor, portanto compostos mais leves são mais solúveis em água. Entretanto, a fração hidrossolúvel do óleo contém uma gama de compostos que são considerados tóxicos. Os hidrocarbonetos aromáticos são mais tóxicos que os alifáticos e os de peso molecular intermediário são mais tóxicos que os de alto peso molecular. Os hidrocarbonetos de peso molecular muito baixo geralmente são desconsiderados por serem extremamente voláteis e se perdem rapidamente para a atmosfera (CLARK, 1992). Além disso, os derramamentos de óleo introduzem metais e

compostos orgânicos no ambiente, a maioria dos compostos apresenta enxofre, nitrogênio e complexos orgânicos contendo níquel e vanádio.

Foram realizadas simulações hidrodinâmicas de dispersão do óleo considerando o cenário de um possível afundamento do FPSO Cidade de Angra dos Reis (apresentado no item II.6.1) por meio de duas abordagens: probabilística e determinística. De modo a contemplar as características sazonais da região de estudo, foram realizadas simulações para os cenários de inverno e verão. As condições meteorológicas e oceanográficas são responsáveis pelo comportamento e o alcance espacial da mancha de óleo, e estes aspectos são utilizados para elaboração da modelagem matemática que procura prever este comportamento.

As simulações foram realizadas utilizando-se um óleo de 28,5° API. Foi considerado o vazamento de todo o volume do FPSO (317.975 m<sup>3</sup>) em 24 horas, sendo realizado o acompanhamento da deriva do óleo por mais 30 dias, perfazendo um total de 31 dias (744 horas) de simulação (**Figuras II.6-3 e II.6-4**)

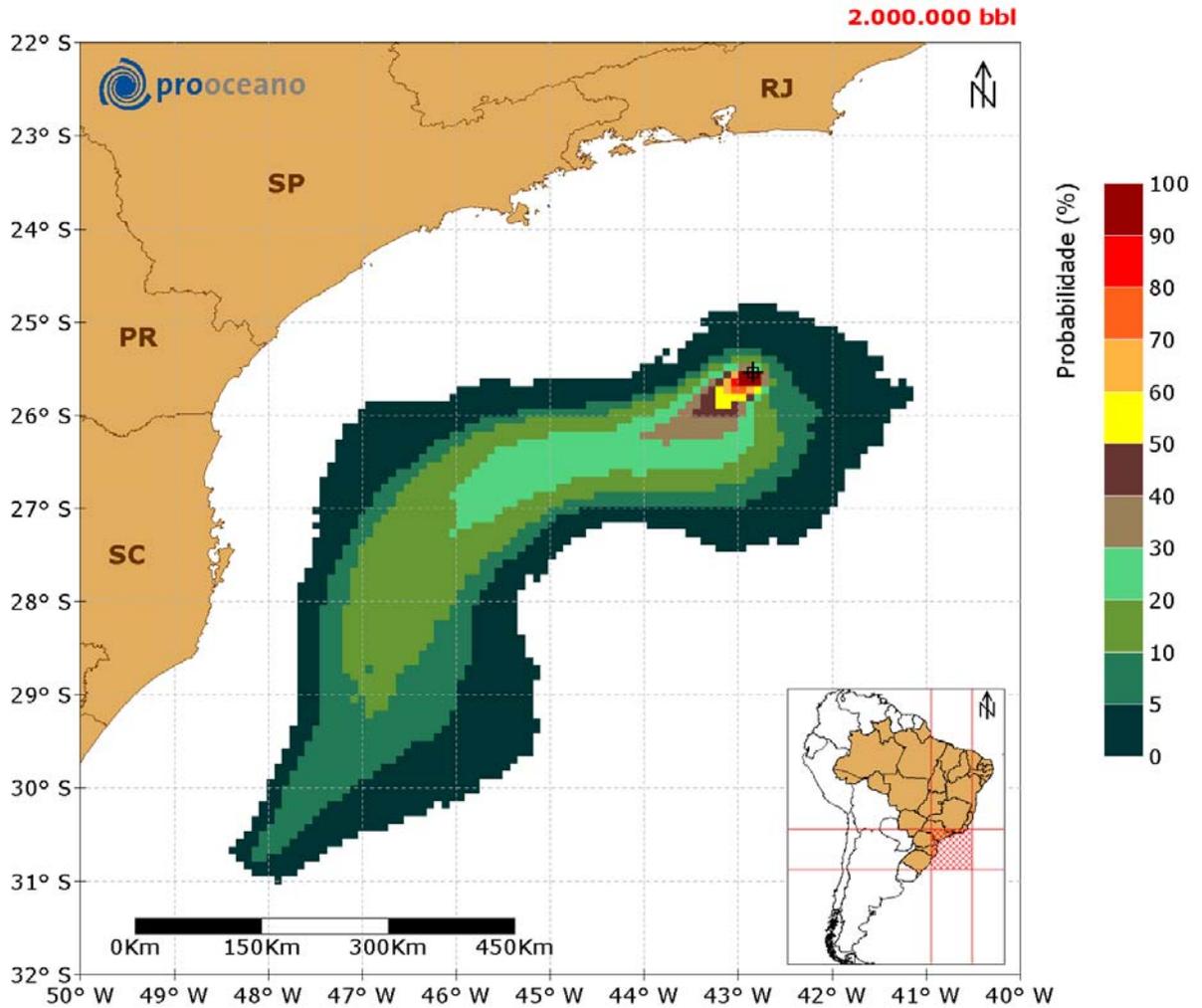
Além desta simulação foram ainda realizadas simulações para vazamentos instantâneos de pequeno e médio volume, 8 m<sup>3</sup> e 200 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Vale ressaltar a improbabilidade do cenário modelado, pois além das simulações realizadas não levarem em conta as ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Ações Emergenciais, um cenário de avaria total e afundamento do FPSO é bastante improvável.

Os resultados da modelagem probabilística de pior caso para o cenário de verão mostram que não existe probabilidade de chegada de óleo na costa.

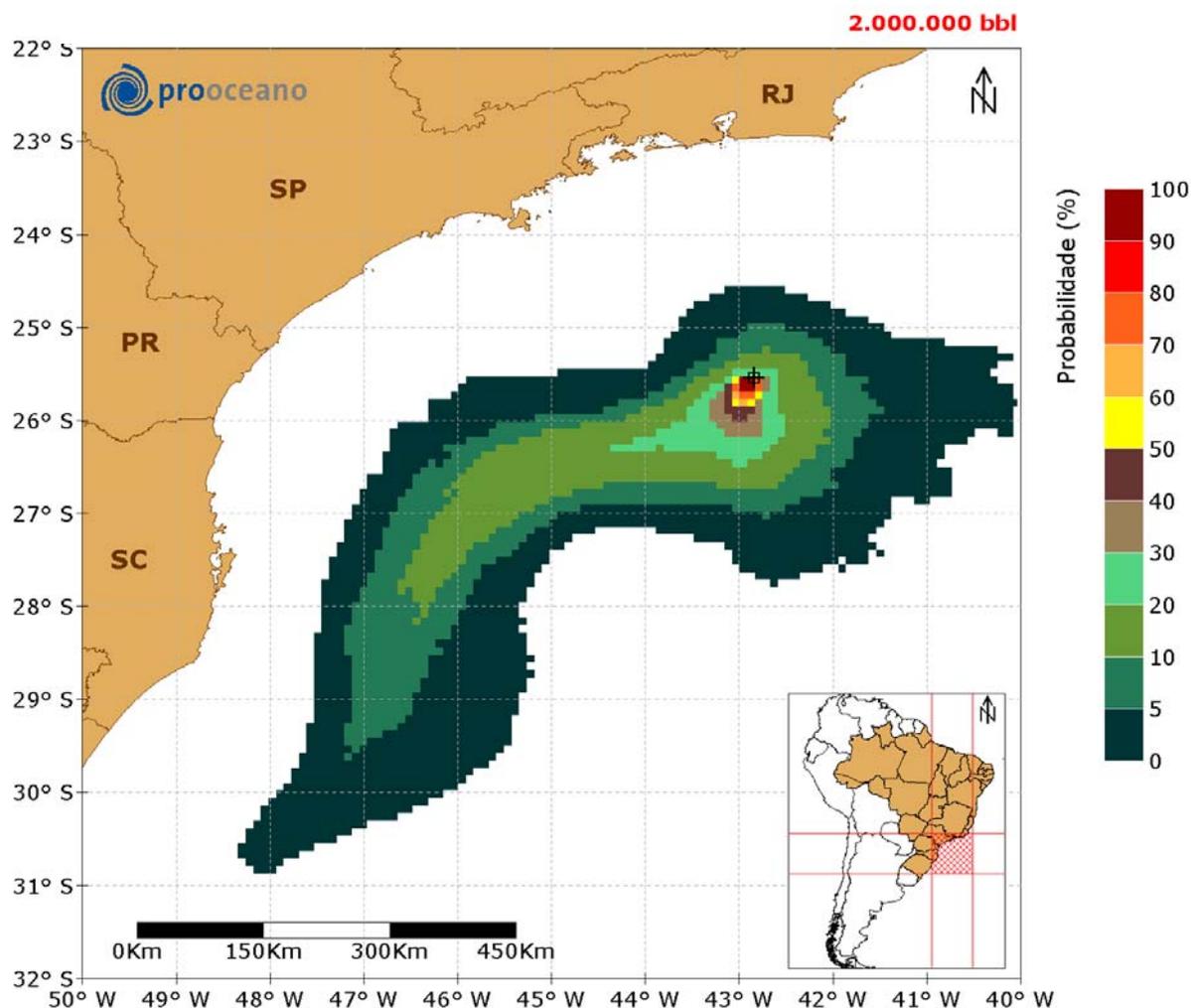
### STROLL | Modo Probabilístico

#### Mapa de Probabilidade de Presença de Óleo Cenário de Verão



**Figura II.6-3** - Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para um vazamento de 31 dias, no cenário de verão.

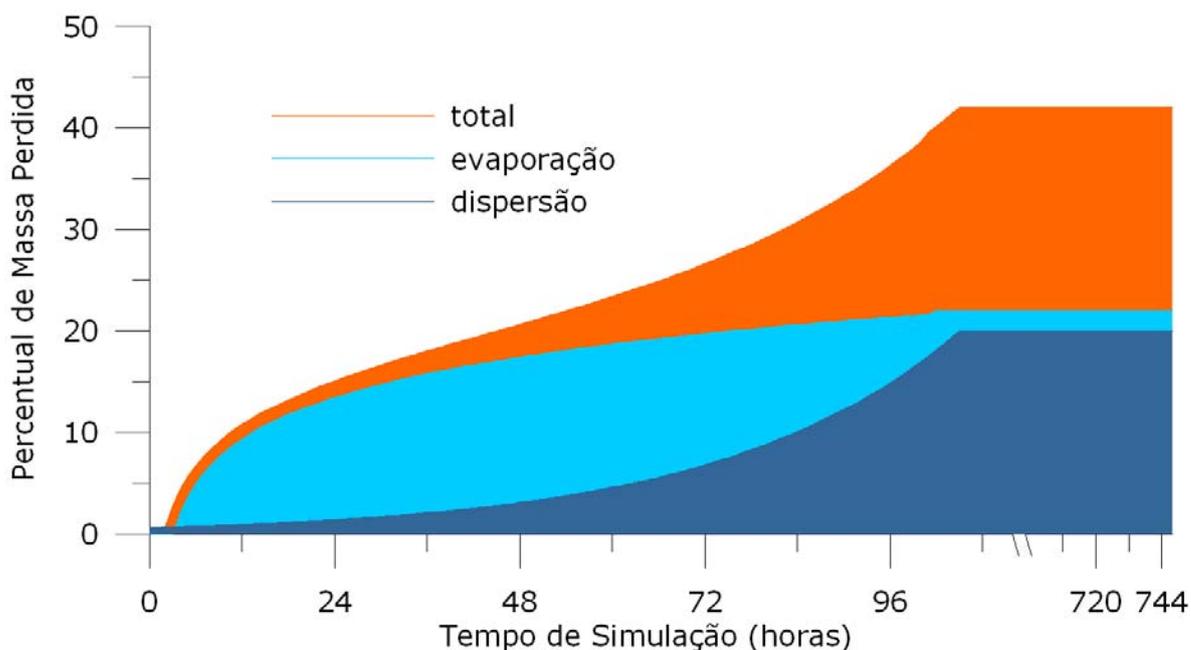
## STROLL | Modo Probabilístico

Mapa de Probabilidade de Presença de Óleo  
Cenário de Inverno

**Figura II.6.-4** - Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para um vazamento de 31 dias, no cenário de inverno.

Observa-se que em nenhuma situação a mancha de óleo sequer se aproxima da costa e apesar do tamanho da área que poderia ser atingida pela mancha de óleo no período, observa-se que a evaporação e a dispersão possuem um importante papel na redução da massa de óleo nesse período (tanto na situação de inverno quanto de verão).

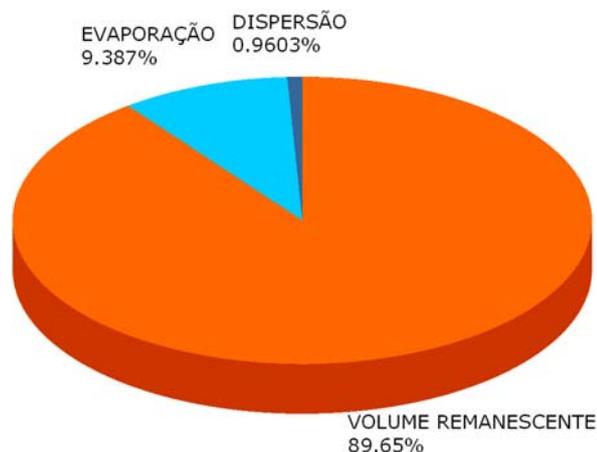
A evolução temporal do balanço de massa obtido na simulação determinística de pior caso é apresentada na **Figura II.6-5**.



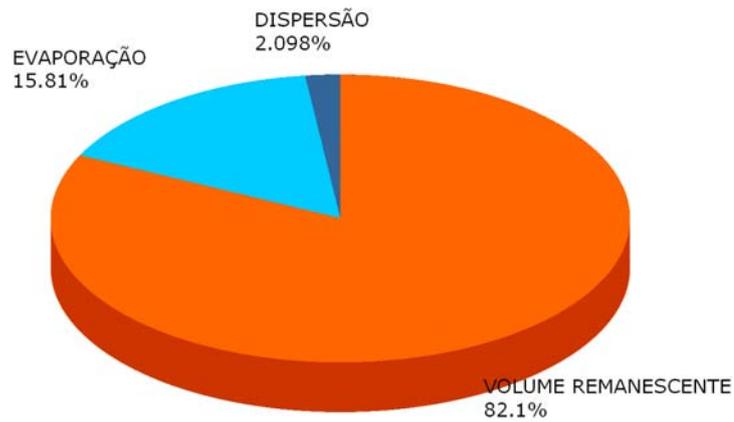
**Figura II.6-5 - Evolução Temporal do Balanço de Massa ao longo da Simulação.**

O total de massa perdida é de 42%. A evaporação é responsável por 22% dessa perda, chegando a este valor após 105 horas de vazamento. A dispersão atinge o limite de 20% desse total, também em 105 horas de simulação.

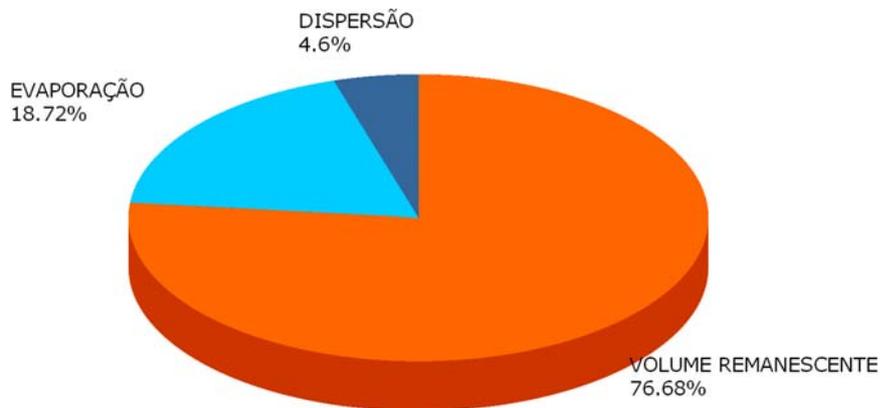
Observa-se que todo o percentual de massa perdida é atingido em sua totalidade, 105 horas após a disponibilização do óleo na água (**Figura II.6-6 a Figura II.6-10**).



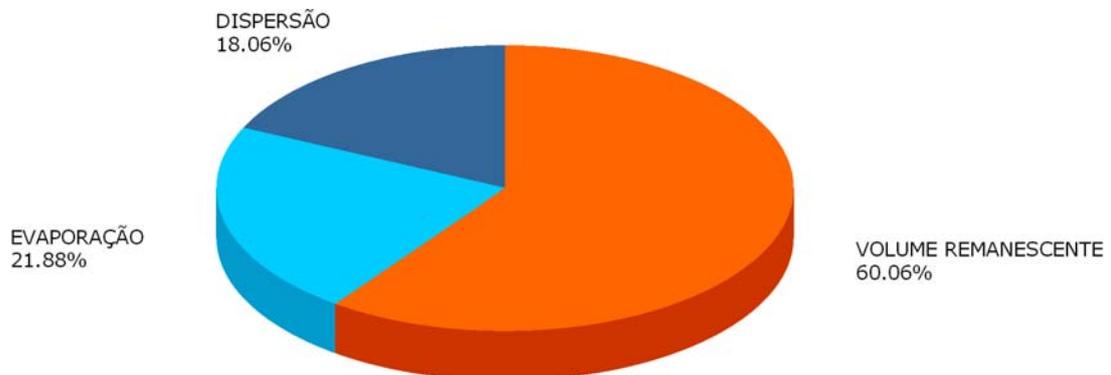
**Figura II.6-6 - Balanço de Massa, após 12 horas de simulação.**



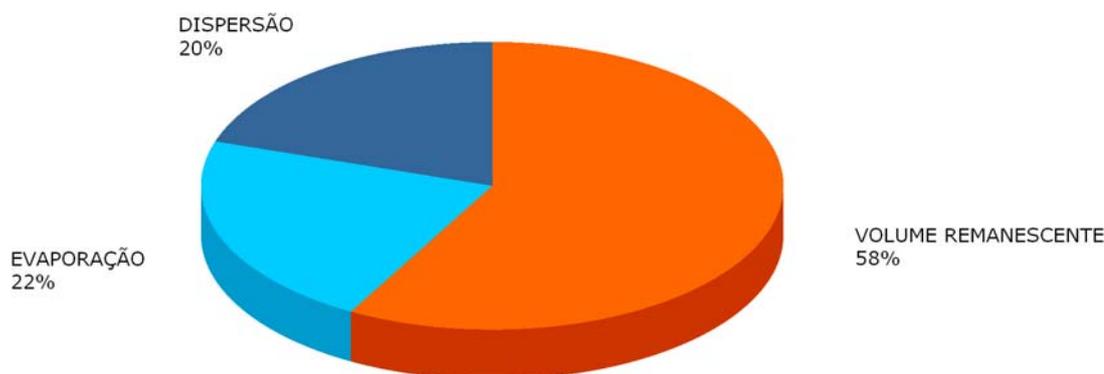
**Figura II.6-7 - Balanço de Massa, após 36 horas de simulação.**



**Figura II.6-8 - Balanço de Massa, após 60 horas de simulação.**



**Figura II.6-9 - Balanço de Massa, após 102 horas de simulação.**



**Figura II.6-10** - Balanço de Massa, após 105 horas de simulação.

Quando ocorre um vazamento de óleo no mar, a camada superficial da água é a mais afetada tendo sua coloração, odor e transparência afetadas, impedindo sua utilização até mesmo para a navegação.

Portanto, levando em consideração as informações acima, e em função da grande área atingida pela modelagem, este impacto é avaliado como **negativo**, de incidência **direta**, **temporário**, de **médio-prazo**, **parcialmente reversível**, dependendo dos potenciais volumes e área atingida, e de abrangência **extra-regional**.

Este também causaria interferências nas comunidades planctônicas, nectônicas e bentônicas presentes na área da mancha. Como a água é o meio em que a mancha se propaga, pode-se considerar a interação desse impacto com os impactos causados ao meio biótico (interferências em áreas de deslocamento de quelônios e cetáceos).

Sendo assim, o impacto sobre a qualidade da água foi classificado como de **alta magnitude e alta importância**.

## **2. Alterações nas Comunidades Planctônicas**

O impacto da presença de compostos oleosos na coluna d'água sobre o plâncton é causado, principalmente, pela formação de uma película de hidrocarbonetos na superfície da água, que reduz as trocas gasosas com a atmosfera e, por conseguinte, a fotossíntese e a produtividade primária, conseqüentemente a produção secundária do plâncton também é afetada. A

fotossíntese é reduzida em cerca de 50% pela ação dos derivados de hidrocarbonetos. No caso de derrame de petróleo, as bactérias capazes de degradá-lo, multiplicam-se ocasionando um empobrecimento local de oxigênio na água do mar, o que causa a morte do plâncton. As modificações físico-químicas da água do mar poderiam causar o desaparecimento de muitos espécimes, ficando espaços livres que seriam ocupados por espécies melhor adaptadas às novas condições, ou espécies que se encontravam latentes, e que proliferam devido a falta de concorrência.

Além disso, os efeitos também variam em função das características ambientais da área, quantidade e tipo de óleo derramado, sua biodisponibilidade, a capacidade dos organismos acumularem e metabolizarem diversos tipos de hidrocarbonetos e sua influência nos processos metabólicos.

Nas regiões costeiras, ocorre uma maior concentração de organismos planctônicos, devido a maior disponibilidade de nutrientes, entretanto em regiões oceânicas as concentrações são consideravelmente menores, portanto o impacto de um derramamento de óleo na região oceânica seria menor quando comparado com a região costeira.

Para as espécies do bacterioplâncton que degradam hidrocarbonetos, costuma ocorrer um incremento em densidade das espécies carbonoclásticas que degradam o óleo. Tal fato foi observado após o acidente com o navio *Tsesis*, ocorrido em 1977 no Mar Báltico, com derrame de 1.000 t de óleo combustível médio (JOHANSSON *et al.*, 1980). O aumento na densidade destas espécies do bacterioplâncton evidencia a ocorrência de um incremento na biodegradação de hidrocarbonetos na coluna d'água.

A sensibilidade dos organismos fitoplantônicos ao óleo varia entre os grupos (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*). Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton (> 20  $\mu\text{m}$ ). Como o tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros.

No caso do acidente envolvendo o navio *Tsesis* em 1977, foi observado um incremento na densidade fitoplanctônica, provavelmente em resposta à redução da predação pelo zooplâncton, que normalmente apresenta uma alta mortalidade pós-derrame (JOHANSSON *et al.*, *op.cit.*).

O zooplâncton apresenta sensibilidade ao óleo na água, seja pelo seu efeito tóxico ou mecânico. Efeitos de curta escala incluem decréscimo na biomassa

(geralmente temporário), bem como redução das taxas de reprodução e alimentação. Alguns grupos como os tintinídeos podem apresentar um incremento em densidade, em resposta ao aumento da disponibilidade de alimento, que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*). O zooplâncton também pode ser contaminado através da ingestão de alimento contaminado (bacterio-, fito- e protozooplâncton).

Os copépodos calanoides são organismos abundantes da comunidade planctônica, apresentam corpos translúcidos com alta razão superfície/volume e elevado teor de lipídios que podem bioacumular compostos poliaromáticos. A toxicidade desses compostos é intensificada pela ação de radiação UV causando fotooxidação dos tecidos, diminuição da capacidade de natação e morte.

Como o zooplâncton é predado pela maioria dos níveis tróficos superiores, estes representam um importante elo de transferência de compostos poliaromáticos dissolvidos na água, para níveis tróficos superiores.

Em geral, a sensibilidade do zooplâncton varia de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento, e normalmente organismos jovens são mais sensíveis que os adultos. Diversos estudos têm mostrado que ovos e larvas de peixes são extremamente susceptíveis a danos por hidrocarbonetos do petróleo (BROWN *et al.* 1996 *apud* PEARSON *et al.*, 1997). Entretanto, devido à grande produção de jovens, grandes perdas do ictioplâncton não necessariamente refletem num declínio do estoque da população adulta.

Após os acidentes com os navios *Torrey Canyon* (1967) (SMITH, 1968) ao largo da Cornualha na Grã-Bretanha e *Argo Merchant* (1976) nas proximidades da costa de Massachusetts, EUA, foram observadas uma diminuição no número de indivíduos das comunidades zooplanctônicas locais, sendo associadas então à presença de óleo na água. Portanto, os efeitos de um derramamento de óleo no zoo e ictioplâncton podem atingir níveis tróficos superiores, podendo afetar as comunidades bentônicas e nectônica, e interagir com o impacto sobre as atividades pesqueiras.

O impacto do vazamento de óleo sobre o plâncton pode ser classificado como **negativo, direto** (pela ação direta do óleo sobre os organismos) e **indireto** (pela interferência da qualidade da água sobre os organismos), **regional, temporário**, de **curto-prazo e reversível**.

De acordo com MMA (*op.cit.*), as áreas que poderiam atingidas pela mancha do óleo de pior caso, são consideradas como de média a alta importância

ambiental para a conservação da biodiversidade do plâncton, o que reflete na importância do impacto. Desta forma, este impacto foi considerado de **média magnitude** e, conseqüentemente, de **alta importância**.

### **3. Alterações nas Comunidades Nectônicas**

Durante um evento de vazamento de óleo os organismos nectônicos (peixes adultos, cetáceos e quelônios) podem ser atingidos tanto de forma direta (contato com o óleo) quanto indireta (ingestão de alimento contaminado).

Em ambiente oceânico a dinâmica local aliada ao fato da maior fração do óleo permanecer na superfície, faz com que não haja grande mortalidade entre os peixes (tanto adultos como juvenis). Entretanto, em ambientes costeiros a persistência do óleo no sedimento pode gerar a contaminação dos peixes devido à ingestão de bentos e plâncton contaminados (IPIECA, *op.cit.*).

Os peixes constituem o grupo dominante no nécton. Na região em questão, podemos destacar a presença de espécies com grande valor comercial, tais como atuns, cações, bonitos e a sardinha verdadeira. Peixes de médio e grande porte podem se afastar das áreas contaminadas por óleo. Entretanto, isso não elimina completamente as chances de contaminação, visto que estes podem ingerir alimentos contaminados (SANBORN, 1977).

De acordo com experimentos descritos na literatura, podem ser observadas alterações no comportamento de reprodução e alimentação em peixes expostos a baixas concentrações do óleo (GESAMP, 1993 *apud* IPIECA, *op.cit.*). As possíveis alterações incluem redução no período de incubação dos ovos, no tempo de sobrevivência das larvas e na exposição dos adultos durante a manutenção gonadal (GESAMP, *op.cit. apud* IPIECA, *op.cit.*). Com relação à duração dos efeitos de um derramamento de óleo nas comunidades nectônicas, observa-se um período variável de meses até poucos anos, como pode ser observado nos exemplos abaixo citados. Além disso, diversos estudos (LEMAIRE *et al.*, 1990; MCDONALD *et al.*, 1992; KRAHN *et al.*, 1993) *apud* TOPPING *et al.*, 1995] indicam ainda que os peixes possuem a capacidade de metabolizar rapidamente compostos de hidrocarbonetos, após o acúmulo do óleo nos seus tecidos (IPIECA, *op.cit.*).

A região que poderia ser atingida pela mancha de óleo modelada para o Teste de Longa Duração da Área de Tupi é utilizada por baleias jubarte (*Megaptera novaengliae*), como rota de migração entre as áreas de alimentação

ao sul (Oceano Austral) e reprodução ao norte (Abrolhos – BA). As baleias Franca (*Eubalaena australis*) também são avistadas utilizando a área da Bacia de Santos como passagem, embora normalmente desloquem-se mais próximo à costa. No entanto, tal região apresenta-se somente como área de deslocamento, não sendo registrado comportamento de alimentação e, conseqüentemente, não existindo o risco de mysticetos terem suas barbatanas cobertas pelo óleo.

A área que poderia ser atingida pela mancha segundo a modelagem, é também visitada por diversas espécies de quelônios, entre elas *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* (SANCHES, 1999). A tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*) também esta presente nesta área, sendo que esta apresenta um comportamento de migrações de grandes distâncias, se afastando consideravelmente da costa, essa espécie é considerada como a mais ameaçada do litoral brasileiro (in <http://www.tamar.org.br>). No caso de vazamento de óleo, as tartarugas podem ser atingidas de forma direta (contato com o óleo) ou indireta (ingestão de alimento contaminado).

Pesquisas realizadas após o acidente com o navio *Braer*, na costa da Escócia em 1993, foi constatado que todas as espécies de peixes examinadas continham elevadas concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPA's), observando-se que a exposição ao óleo para tais organismos ocorreu principalmente através do óleo dissolvido na água do mar (TOPPING *et al.*, 1995). No entanto, estas concentrações caíram rapidamente no período decorrente de 2 meses do acidente, após o desaparecimento do óleo da coluna d'água.

Dados dos efeitos ocorrentes após o derramamento do óleo do navio *Exxon Valdez* no Alasca, indicam que peixes bentônicos apresentaram índices de contaminação por até 2 anos seguintes ao derramamento, isso ocorreu provavelmente devido a concentração de óleo no sedimento, visto que estes peixes vivem e se alimentam junto ao fundo (PETERSON *et al.*, 2003).

Considerando a área potencialmente atingida pela mancha num acidente de pior caso e a capacidade de deslocamento dos animais nectônicos, é possível classificar a incidência deste impacto **negativo** como **direta**, em caso de contato físico com a mancha de óleo, ou **indireta**, em caso de biomagnificação. O impacto é de **curto prazo**, já que a contaminação se dá assim que ocorre o contato do animal com o óleo; **temporário** e **reversível**, uma vez que extinta a fonte de poluição esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas

populacionais ou, em alguns casos podendo, inclusive, metabolizar os compostos acumulados no organismo.

O impacto possui abrangência **extra-regional**, já que a comunidade nectônica, em grande parte, é composta por animais que ocupam grandes áreas e/ou realizam migrações entre sítios reprodutivos e alimentares. Além disso, este impacto tem efeito **indutor** de alterações em vários níveis da cadeia alimentar e interage com os impactos de interferência nas áreas de reprodução da biota.

Portanto, este impacto é classificado como de **média magnitude e alta importância**, considerando que a maior probabilidade de concentração do óleo está na região oceânica e a mancha pode atingir áreas consideradas de média e alta importância biológica (MMA, *op.cit.*) para a conservação de diversos fatores do nécton.

### **II.6.B - Síntese Conclusiva dos Impactos Potenciais**

Para a elaboração do texto relativo aos impactos potenciais identificados e avaliados na área do Piloto de Tupi, levou-se em consideração as simulações para um evento de vazamento instantâneo (24 horas) em 2 cenários sazonais, verão e inverno. Neste contexto, em uma análise geral da matriz de avaliação de impactos, apresentada na **Figura II.6.B.5-1**, pode-se constatar que todas as repercussões ambientais identificadas apresentaram alta importância.

Normalmente, a maioria dos impactos identificados a partir de uma ocorrência acidental é de natureza negativa, entretanto apresentam-se como temporários e reversíveis, já que, uma vez cessada a fonte impactante, o ambiente tende a retornar às condições originais, em maior ou menor período de tempo, de acordo com a capacidade de resiliência do fator ambiental afetado. Essa avaliação decorre principalmente do fato de que a mancha de óleo formada, embora sofra dispersão para regiões distantes, deveria permanecer no oceano por um período de tempo relativamente curto.

Deve-se também levar em consideração que o resultado da modelagem não considera a implementação do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo da Atividade de Produção na Área Geográfica da Bacia de Santos e do Plano de Emergência Individual (PEI) do FPSO Cidade de Angra dos Reis (seção II.9), os

quais entrariam em ação rapidamente com o objetivo de conter o vazamento e a mancha.

Um vazamento de óleo no mar pode afetar compartimentos dos ecossistemas costeiros e oceânicos. Neste contexto, podemos destacar as comunidades planctônicas, por sustentarem todos os demais níveis tróficos nestes ambientes, além das comunidades bentônicas e nectônicas certamente interferem nas atividades pesqueiras.

Cabe destacar, entretanto, que, de acordo com os resultados apresentados no relatório da Modelagem de Dispersão de Óleo (**Anexo II.6.1**), em caso de acidente com vazamento, não haverá toque de óleo na costa. Além disso, a área por onde a mancha modelada se deslocaria não é utilizada para outras atividades humanas, não afetando, por exemplo, as atividades de pesca artesanal e turísticas.

Com relação à abrangência espacial, os impactos possivelmente decorrentes do derramamento foram considerados regionais ou extra-regionais, especialmente no que se refere às comunidades planctônicas devido ao caráter indutor desse impacto. Destaca-se ainda os impactos do derramamento acidental de óleo devem cessar em curto a médio prazo.

Portanto, podemos considerar que embora a avaliação dos impactos decorrentes do derramamento dessas proporções revele uma considerável interferência no meio ambiente, trata-se de uma possibilidade altamente remota, no contexto das hipóteses acidentais envolvendo derramamento de óleo identificadas na Análise de Riscos.

No Mar do Norte, em 1990 de 15 a 30% de todo o óleo despejado (cerca de 19.080 t), foi conseqüência de operações *offshore*. Entretanto, apenas 7% foi causado por derramamentos acidentais (acidentes e explosões). Do ponto de vista dos grandes acidentes ocasionando vazamentos de óleo, a maioria desses foi envolvendo navios que transportavam o produto.

Com relação a incidentes originados em FPSOs, de acordo com a análise histórica não foram registrados afundamentos de FPSOs para uma exposição total de 97,3 unidades-ano em operação na plataforma continental do Reino Unido no período de 1980 a 2003. Isto significa uma probabilidade inferior a  $10^{-2}$ /ano. Vale ressaltar que esta probabilidade não deve ser utilizada para fins de comparação com a probabilidade de ocorrência de outros eventos acidentais, uma vez que o período de operação de FPSOs está restrito por cerca de 20 anos.

É possível, portanto, que haja uma contínua diminuição desta probabilidade, na medida em que não haja afundamento de FPSOs ao longo do tempo, como se tem observado desde o início de operação dos FPSOs.

Analisando o cenário global e pretérito, pode-se inferir que a probabilidade de ocorrência de um derramamento com os volumes utilizados na modelagem é um evento altamente improvável e de impactos ambientais que, em geral, apresentam magnitude média e curto prazo. Apesar dessas características, o planejamento de ações voltadas para a prevenção e remediação de acidentes envolvendo derramamento de óleo ao mar, conforme descrito no Plano de Emergência para Vazamento de Óleo da Atividade de Produção na Área Geográfica da Bacia de Santos e no PEI do FPSO Cidade de Angra dos Reis, devendo ser realizados com critério e considerados como de grande importância qualquer que seja a sua dimensão.