

6.3. IMPACTOS POTENCIAIS

O dimensionamento e a avaliação da viabilidade ambiental de atividades de produção de óleo e gás, independente da região onde serão implantadas, devem levar em consideração, além de seu desenvolvimento normal, os riscos inerentes ao processo de produção como um todo.

Dessa forma, são apresentados, neste item, os impactos ambientais relacionados ao derramamento acidental de óleo no mar, a partir SS P-52, baseando-se na descrição da modelagem de dispersão da pluma de óleo, apresentada no item 5.1.4.B deste relatório e a avaliação de suas repercussões no ambiente marinho.

6.3.1. Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada para a avaliação das repercussões ambientais dos eventos acidentais de derramamento de óleo na Fase 2 do Módulo 1A do campo de Roncador, assemelha-se à adotada para a avaliação de impactos ambientais das atividades normais de operação apresentadas no item 6.2, porém, com adequações associadas essencialmente à natureza das fontes geradoras dos impactos.

Analogamente aos impactos reais, são necessários os seguintes subsídios para a identificação dos impactos potenciais: (i) resultados das simulações de derramamento de óleo a partir da SS P-52, apresentados no item 5.1.4.B; (ii) esclarecimentos a respeito das características físico-químicas do óleo e seu comportamento no ambiente marinho, descritas no item 6.3.2 a seguir e (iii) caracterização ambiental da área possivelmente afetada por um acidente desta natureza, apresentada no capítulo 5 deste documento e consolidada na Análise Integrada (item 5.4), conforme pode ser observado no esquema a seguir.

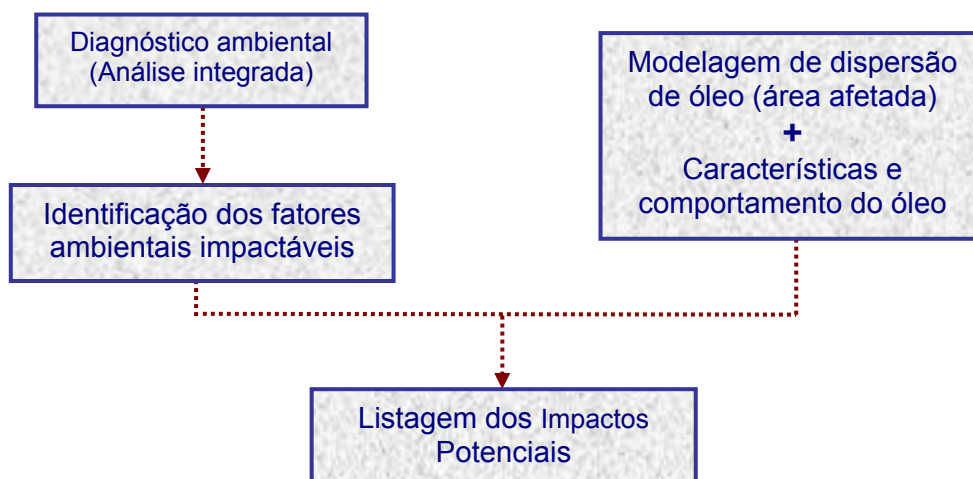


Figura 6.3.1-1. Representação esquemática dos procedimentos metodológicos da etapa de identificação dos impactos potenciais.

Ressalta-se que, nesta análise, considera-se apenas um aspecto singular: o derramamento de óleo a partir das atividades da SS P-52, como o gerador de todos os impactos potenciais associados.

6.3.2. Identificação dos Impactos

Para a identificação dos impactos ambientais decorrentes do derramamento de óleo, foram avaliados todos os fatores do ambiente natural e antrópico diagnosticados para a área possivelmente afetada. Utilizando a mesma metodologia *ad hoc* dos impactos reais, reuniões multidisciplinares levaram à elaboração da listagem de impactos potenciais deste Empreendimento.

- **Fatores Ambientais**

1. Meio Físico
 - 1.1. Atmosfera
 - 1.2. Coluna d'água
 - 1.3. Sedimento
2. Meio Biótico
 - 2.1. Biota marinha (plâncton, bentos e nécton)
 - 2.2. Aves Marinhas
3. Meio Socioeconômico
 - 3.1. Atividades pesqueiras
 - 3.2. Atividades turísticas
 - 3.3. Tráfego marítimo
 - 3.4. Tráfego aéreo
 - 3.5. Nível de tráfego
 - 3.6. Infra-estrutura portuária
 - 3.7. Infra-estrutura de disposição final de resíduos
 - 3.8. Infra-estrutura de serviços
 - 3.9. Aglomerações humanas

- **Lista dos impactos potenciais**

1. Alterações na qualidade da água
2. Alterações na qualidade do ar
3. Alterações na qualidade do sedimento
4. Alterações nas comunidades planctônicas
5. Alterações nas comunidades bentônicas

6. Alterações nas comunidades nectônicas
7. Alterações nas comunidades de aves marinhas
8. Interferências com as atividades pesqueiras
9. Interferências com as atividades turísticas
10. Intensificação do tráfego marítimo
11. Intensificação do tráfego aéreo
12. Pressão sobre a infra-estrutura portuária
13. Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos
14. Pressão sobre a infra-estrutura de serviços
15. Interferências com as plataformas de produção situadas na trajetória da dispersão do óleo

6.3.3. Descrição dos Impactos

A avaliação dos impactos reais, apresentada no item 6.2 deste documento, trata essencialmente de ações planejadas, em sua maioria implementadas em um horizonte temporal relativamente longo (associado à duração do Projeto) e com um propósito definido. São ainda ações inerentes e absolutamente necessárias ao desenvolvimento da atividade de produção. Assim, critérios como natureza ou qualificação (positivo ou negativo) e reversibilidade se aplicam neste caso, na medida em que as fontes geradoras (aspectos) e as suas repercussões no ambiente (impactos) são bastante diversificadas.

No caso de um derramamento de óleo, praticamente todos os impactos ambientais decorrentes podem ser considerados negativos e reversíveis, embora em escala temporal variável. Além disso, quanto à sua frequência, um evento acidental de derramamento muitas vezes corresponde a uma representativa alteração ambiental em um curto intervalo de tempo. Assim, para a avaliação dos impactos ambientais do derramamento acidental de óleo, foram adotados os mesmos critérios apresentados no item 6.2.3., a saber: **qualificação, incidência, frequência, duração, reversibilidade e cumulatividade**. Quanto a **abrangência espacial**, o critério foi definido conforme descrito a seguir.

Os impactos ambientais do derramamento foram considerados **regionais** quando se referem ao espaço geográfico em torno da mancha de dispersão do óleo, uma vez que a abrangência espacial da própria mancha já pode ser considerada regional. Adotou-se ainda a classificação de impactos **extra-regionais** ou **estratégicos**, nos casos em que seu rebatimento espacial não pode ser previsto ou precisamente delimitado, especialmente em relação àqueles que incidem sobre o meio socioeconômico.

Esses critérios subsidiam a avaliação da magnitude dos impactos ambientais, independente das características do ambiente em que incidem. Assim, impactos que reúnem características que indicam alto potencial de alteração do meio foram avaliados como de **alta** magnitude. Impactos de **média** ou **baixa** magnitude representam potencial de alteração gradativamente menor.

A avaliação da importância dos impactos, por sua vez, tem por objetivo dimensionar a alteração efetivamente provocada no meio ambiente, analisada em relação à sensibilidade do fator ambiental alterado. Para a mensuração da importância dos impactos ambientais, foi determinada uma escala qualitativa, em que o grau de comprometimento do fator, ou fatores, ambientais afetados podem ser considerados pequenos, médios ou grandes.

A avaliação global dos impactos ambientais de situações de derramamento acidental de óleo, por sua vez, torna-se mais complexa, na medida em que cria a necessidade de se conjugar critérios de probabilidade e severidade às alterações ambientais decorrentes.

Observa-se que o cenário crítico simulado considerou uma situação catastrófica extrema, onde um volume de 90.000 m³, correspondente ao vazamento de todo o conteúdo dos tanques de carga de óleo da P-52, somado a 30 dias de descontrole do poço de maior vazão, seria derramado no mar, sem nenhuma ação de contenção, recuperação ou dispersão mecânica deste óleo, conforme previsto no Plano de Emergência Individual (PEI), apresentado no item 8.9.

Na avaliação apresentada a seguir, optou-se por descrever apenas os impactos ambientais do derramamento da descarga de pior caso, pelo simples fato de que, para esta situação, o próprio RAA contempla dados objetivos, tanto em relação à sua probabilidade de ocorrência durante o desenvolvimento das atividades de produção, quanto em relação à trajetória da pluma do óleo acidentalmente derramado. Os impactos ambientais advindos de descargas diferentes deste volume, de modo geral, são, obviamente, proporcionais à sua severidade. Portanto, considerações a respeito das descargas pequena, média e grande foram tecidas apenas quando pertinente, tendo sido contempladas com maior ênfase na síntese conclusiva dos impactos potenciais, ao final deste item.

Tendo em vista todos esses fatores, descrevem-se a seguir os impactos ambientais decorrentes dos acidentes envolvendo derramamento de óleo considerado relevantes, referente à descarga de pior caso, os quais se encontram sintetizados no item Síntese Conclusiva (6.3.5) e na Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais do Derramamento Acidental de Óleo (Quadro 6.3.5-1), apresentados em seguida.

6.3.4. Características e comportamento do óleo no ambiente

Para a avaliação ambiental dos incidentes de derramamento, tornam-se necessários alguns esclarecimentos iniciais a respeito das características físico-químicas do óleo e seu comportamento no ambiente marinho, bem como da região possivelmente atingida, indicada pela modelagem, apresentada no item 5.4.

Segundo Thomas *et al.* (2001), o petróleo no estado líquido é uma substância oleosa, inflamável, menos densa que a água, com odor característico e cor variando entre o negro e o castanho claro. É constituído basicamente por uma mistura de compostos químicos orgânicos (hidrocarbonetos), e pode ser normalmente separado em frações de acordo com a faixa de ebulição dos compostos.

Além dos hidrocarbonetos, outros constituintes também podem ocorrer, sob a forma de compostos orgânicos que contêm outros elementos, sendo os mais comuns o nitrogênio, o enxofre e o oxigênio. Metais também podem ocorrer, como sais de ácidos orgânicos.

Os hidrocarbonetos, de acordo com sua estrutura, são classificados em saturados (alcanos ou parafinas), insaturados (olefinas) e aromáticos (arenos) conforme caracterização apresentada a seguir (Thomas *et al* 2001):

Os saturados (alcanos ou parafinas) são compostos alifáticos que, em geral, respondem por uma grande fração dos componentes do óleo cru. Podem ser lineares (alcanos) ou cíclicos (ciclo-alcanos), porém caracterizam-se como compostos de ligações simples entre os carbonos. Esta propriedade proporciona a este grupo uma maior degradabilidade em relação aos demais tipos de hidrocarbonetos.

Os compostos aromáticos (arenos) possuem em sua composição ao menos um anel de benzeno. Em geral, são mais tóxicos que os compostos alifáticos com o mesmo número de carbonos e possuem maior mobilidade na água. Ressalta-se entretanto, que sua menor degradabilidade, em função de uma maior complexidade de suas moléculas, o torna menos disponível para o ambiente.

Quanto aos compostos insaturados, estes constituem um grupo extremamente reativo que, embora sejam biologicamente metabolizados em grande quantidade, dificilmente são preservados na natureza. Ressalta-se, entretanto que este grupo de hidrocarbonetos não está normalmente presente no óleo cru, sendo normalmente derivado do refino.

O grau e a taxa de biodegradação dos hidrocarbonetos dependem, em primeira instância, da estrutura de suas moléculas. Os compostos parafínicos (alcanos) são biodegradados mais rápido do que as substâncias aromáticas. Quanto maior a complexidade molecular da estrutura (maior número de átomos de carbono e grau de ramificação da cadeia), assim como maior peso molecular, menor a taxa de decomposição microbiana.

Além disso, esta taxa depende do estado físico do óleo, incluindo o grau de dispersão. Os fatores ambientais que mais influenciam na taxa de biodegradação dos hidrocarbonetos incluem: temperatura, concentração de nutrientes e de oxigênio, composição de espécies e abundância de microorganismos capazes de degradar óleo. Esta complexidade entre fatores que influenciam o processo de biodegradação e a variabilidade de composições de óleo faz com que interpretar e comparar dados acerca da taxa e da escala da biodegradação do óleo no ambiente marinho seja extremamente difícil.

O derramamento de óleo no ambiente pode afetar os organismos direta (contato físico e ingestão) ou indiretamente (alteração do habitat e ingestão de alimento contaminado). Ao ser derramado na água, o óleo é diluído, mas se concentra na camada superficial, sendo lentamente dispersado. Assim, o efeito do óleo é maior em organismos que vivem na superfície do mar. Porém, seu efeito pode se estender aos organismos bentônicos quando grandes quantidades de óleo são incorporadas a partículas sedimentares (Leighton, 2000).

Derramamentos de óleo têm sido normalmente contidos por bóias, e são, às vezes, dispersos por emulsificadores.

6.3.5. Avaliação dos Impactos Potenciais

São descritas e avaliadas a seguir as principais repercussões ambientais decorrentes do derramamento acidental de óleo no mar a partir das atividades de produção da plataforma P-52, considerando apenas a descarga de pior caso (90.000 m³). Esta escolha baseou-se no fato de que, conforme os resultados das simulações de derramamento (apresentadas no item 5.1.4.B), a área afetada pelo pior cenário engloba a região atingida pelos demais cenários (8m³ e 200m³ e pior caso - verão e inverno), podendo assim ser considerada como a avaliação mais conservativa para este estudo.

Pode-se afirmar que os impactos descritos a seguir, de modo geral, podem ser considerados mais críticos quando se referem à região costeira, cujos ambientes apresentam maior sensibilidade do que na região oceânica. Assim, na descrição de cada impacto, são tecidas considerações que visam diferenciar, na medida do possível, as alterações nos ambientes costeiros e oceânicos. Como forma de consolidar esta análise, na síntese conclusiva (item 6.3.6), procede-se uma análise mais abrangente destes dois compartimentos, considerando todos os impactos descritos.

1. *Alterações na qualidade da água*

Os principais processos de remoção do óleo no ambiente, como a evaporação, a diluição e até mesmo a degradação biológica, dependem de características inerentes a cada tipo de hidrocarbonetos. Deste modo, deve-se levar em consideração a composição química do óleo derramado para avaliar potenciais danos ao ambiente.

A evaporação de hidrocarbonetos depende da pressão de vapor do composto e do balanço de massa (GESAMP, 1993), sendo inversamente proporcional ao peso molecular. Isto é, hidrocarbonetos com baixo peso molecular, como aromáticos e alcanos leves têm maior taxa de evaporação (Laws, 1993), enquanto que os asfaltenos¹, com peso molecular em torno de 10.000, são praticamente não sensíveis à evaporação (Bishop 1983).

A diluição, tal qual a evaporação, está relacionada inversamente ao peso molecular, sendo os compostos mais leves os mais solúveis em água. 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 dos hidrocarbonetos, os derramamentos de óleo também introduzem compostos orgânicos e metais de componentes e concentrações variáveis em função das características do próprio óleo. Normalmente, a maioria dos compostos contendo enxofre,

¹ Partículas coloidais dispersas no meio oleoso, constituindo-se que grupos condensados de anéis aromáticos e naftênicos, ligados por cadeias parafínicas.

nitrogênio, oxigênio e dos complexos orgânicos com níquel e vanádio estão associados aos asfaltenos (Bishop, 1983).

A tendência à formação de emulsões e as condições meteorológicas e oceanográficas no momento do incidente são fatores que influenciam decisivamente na abrangência espacial do derramamento, dificultando a previsão precisa da região potencialmente afetada pelas alterações da qualidade da água. Isto quer dizer que, dependendo da época do ano, os impactos podem ser mais ou menos abrangentes.

O óleo a ser produzido em Roncador possui 28°API e é classificado como mediano de acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP) brasileira. Dos hidrocarbonetos existentes, 54,7% são saturados ou alifáticos (alcanos); 29,6% são aromáticos; 13,9% de resinas² e 1,8% de asfaltenos. O teor de enxofre no óleo é de 0,54 % m/m, com concentração de vanádio e níquel na ordem de 14 e 7 ppm, respectivamente, conforme apresentado no item 2.4.G.2.

A modelagem matemática realizada simulou diversos cenários, considerando as condições sazonais de inverno e verão. No caso de um derrame acidental na P-52, registra-se que a área de abrangência da pluma de dispersão do óleo é consideravelmente maior nas condições de inverno (pior caso), atingindo, inclusive, regiões costeiras, embora esta probabilidade seja pequena (até 5%).

Neste caso, a modelagem de dispersão do óleo mostrou que após 30 dias, 38% do volume total de 90.000 m³ terá evaporado e 8% diluído na coluna d'água, considerando a modelagem do pior caso.

A partir da introdução de grandes volumes de óleo na água do mar, observa-se que a qualidade da água superficial é a mais afetada da coluna d'água, tendo sua coloração, odor e transparência afetadas e impedindo sua utilização até mesmo para a navegação. É nessa área (superfície) que podem ser detectadas a maior concentração do óleo derramado, conforme pode ser observado no balanço de massa, apresentado nas Figuras 5.1.4.14, referente ao pior caso de derramamento de óleo para a SS P-52.

As características ambientais do campo de Roncador, localizado em águas ultra-profundas, tropicais e oligotróficas, e a composição do óleo, com grande representatividade de alcanos e aromáticos, permite inferir que os principais processos que deverão influenciar na dinâmica do óleo seriam, além da circulação oceânica, evaporação e diluição. A degradação do óleo pela biota seria dificultada pela pouca disponibilidade de nutrientes, que é característica da costa brasileira.

As concentrações de hidrocarbonetos na água provavelmente sofreriam um aumento, entretanto, esses hidrocarbonetos seriam removidos devido à evaporação e diluição, sendo a evaporação responsável pela maior parte da remoção (Mielke, 1990 *apud* Laws, 1993).

A análise da qualidade da água seguindo o derrame de óleo do *Exxon Valdez* (mar/1989) constatou que as maiores concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais

² Variam de substâncias viscosas a sólidos amorfos. As resinas tem estrutura similar a dos asfaltenos, porém com menor teor aromático e com maior grau de saturação (teor de H).

(HPA), considerados os melhores indicadores de toxicidade do óleo para organismos da coluna d'água, foram encontradas dois meses após o derrame. Entretanto as concentrações de HPA diminuíram rapidamente, atingindo níveis de background (0,01 a 0,1 ppb) em meados de junho de 1989 (Neff & Stubblefield, 1995).

Considerando essas informações, o impacto pode ser considerado direto, já que é decorrente da atividade do empreendimento e regional, uma vez que sua interferência não extrapola a área de alcance da mancha. Os impactos sobre a qualidade da água podem ser considerados reversíveis, já que segundo a literatura, as concentrações devem retornar ao nível de base do local e temporário, sendo considerado de médio prazo, pois o aumento de concentrações dos hidrocarbonetos, que possuem certa toxicidade, pode interferir com as comunidades planctônicas e nectônicas.

Além disso, considerando as características do óleo de Roncador e a dinâmica do ambiente, que provavelmente contribuirá para sua dispersão, este impacto foi avaliado como de média magnitude. Entretanto, por existir a probabilidade, mesmo baixa, da mancha de óleo atingir a região de Arraial do Cabo, Cabo Frio e Armação de Búzios (RJ), áreas costeiras que, no geral, são consideradas ambientes de maior sensibilidade, este impacto foi classificado como de grande importância. Ressalta-se este impacto como indutor dos impactos sobre a biota marinha, descritos a seguir (4, 5, 6 e 7).

2. Alterações na qualidade do ar

Segundo os resultados da modelagem de dispersão do óleo realizada do cenário de inverno, decorridos cerca de 26 dias e 4 horas após o derramamento, a mancha teria atingido a região entre Arraial do Cabo e Armação de Búzios, de acordo com o transporte originado pela ação dos ventos e correntes. Neste estágio, teriam evaporado cerca de 34.200 m³.

Pode-se prever que, desde o primeiro instante do derramamento, começa a se formar uma pluma de vapor de hidrocarbonetos. Todavia, a concentração máxima da pluma ocorreria depois do final do incidente, quando todo o óleo estaria exposto ao tempo.

Dependendo das concentrações de hidrocarbonetos dessa pluma, poderia ser formada uma pluma de *smog* fotoquímico com a presença de altas concentrações daqueles poluentes indicativos (SO₂, NO_x, CO, O₃ e material particulado fino). O *smog* é o resultado da interação da luz com os constituintes da atmosfera. Há inúmeras espécies de oxidantes no *smog*. Os impactos característicos da pluma de *smog* sobre os seres humanos são a irritação da garganta e dos olhos, a sensação de odores e a redução da visibilidade, podendo causar ainda danos aos vegetais e animais (Wark *et al.*, 1998).

A degradação dos hidrocarbonetos conduz, além da formação de NO, NO₂ e O₃, à formação de compostos carbonílicos (aldeídos), de cetonas, hidrocarbonílicas e dicarbonílicas, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos (incluindo nitrato peroxiacila), ácidos inorgânicos e, na presença de SO₂, de ácido sulfúrico (H₂SO₄) (Wark *et al.*, 1998).

Essa primeira geração de produtos passa por reações adicionais que levam à formação de um amplo espectro de novos produtos de reação. Muitos dos VOCs criados no ar são também ativos fotoquimicamente. Entre eles, estão os aldeídos, as acetonas, os

peróxidos e os nitratos acila. A absorção de luz solar por esses compostos contribui para a formação de radicais livres, que por sua vez levam à formação de uma segunda geração de compostos (Wark *et al.*, 1998).

Os impactos da pluma de *smog* sobre a saúde humana são amplos, visto que há formação de partículas finas inaláveis, de ácidos, como o ácido sulfúrico e o ácido nítrico, e de ozônio, assim como de dióxido de nitrogênio, que, ao sofrer fotodissociação, cria condições para a geração de uma grande variedade de poluentes em combinação com os VOCs e o ozônio. Alguns deles podem causar mutações biológicas, tais como o radical nitrato, os nitroarenos e nitrosaminos (Arya, 1999).

Com base nas características meteorológicas da região das bacias de Campos e de Santos, pode-se supor que existe a possibilidade da pluma de *smog* fotoquímico atingir o continente ainda que a mancha de óleo não alcance a costa, especialmente nas horas finais da passagem da frente fria, quando os ventos de sul e sudeste podem soprar de modo significativo. Neste caso, poderão ser detectadas concentrações muito baixas desses compostos na atmosfera. Esta situação seria agravada, porém, no caso da mancha atingir a região costeira.

Este último fator reveste-se de especial importância na avaliação do impacto do derramamento sobre a qualidade do ar, uma vez que os limites estabelecidos para as emissões de diversos poluentes atmosféricos estão intimamente relacionados à questão da saúde humana. Assim, observa-se que, embora os hidrocarbonetos lançados na atmosfera pela evaporação do óleo derramado possam sofrer transformações quimicamente importantes, a magnitude de seus impactos pode ser considerada média, tendo em vista principalmente sua dispersão na atmosfera. Já com relação à presença de populações humanas na região costeira mais diretamente atingida pelo derramamento, pode-se caracterizar este efeito como sendo de média importância. É importante ainda considerar que também as aves da região poderão sofrer os impactos das alterações na qualidade do ar. Este impacto foi ainda considerado de incidência direta, de médio prazo e de abrangência regional, sendo entretanto temporário e reversível.

3. *Alterações na qualidade do sedimento*

O óleo bruto é uma mistura complexa de hidrocarbonetos de peso molecular variando de 16 a 100.000, que também contém oxigênio, enxofre, nitrogênio e alguns metais pesados, em menor escala. Uma das principais características do óleo é a relativa menor densidade quando comparada a densidade marinha, o que implica na sua flutuação e espalhamento por sobre a superfície da coluna d'água (Bishop, 1983).

Complexos processos de transformação no ambiente marinho começam a se desenvolver assim que o óleo é derramado. A progressão, duração e o resultado dessas transformações dependem das propriedades e composição do óleo e da interação de mecanismos físicos, químicos e biológicos (Patin, 1999).

A atuação dos ventos e correntes no transporte físico do óleo derramado, a conseqüente evaporação da fração volátil, seguida da dissolução e emulsificação das frações com baixo peso molecular, são responsáveis pela redução de aproximadamente 50% do volume inicial de óleo derramado em poucos dias. Todos estes processos contribuem

para a densificação do óleo, tornando-o passível de deposição, uma vez que se mantém no ambiente os compostos mais pesados. É importante ressaltar que a estimativa média da porcentagem de hidrocarbonetos residuais (cadeias maiores que C₂₅ e ponto de ebulição maior que 400°C) varia de 20-25% entre os diferentes tipos de óleo (Bishop, 1983).

Um importante processo de sedimentação do óleo é a adsorção ao material em suspensão na coluna d'água. Este processo ocorre principalmente na zona costeira, onde há maior disponibilidade de partículas e misturas verticais mais intensas, sendo menos importante em áreas profundas, afastadas da costa. Outros processos também são atuantes como a biosedimentação, nos quais organismos filtradores absorvem o óleo emulsificado, depositando-o no fundo juntamente com seus metabólitos ou restos biológicos (Bishop, 1983; Clark, 1992).

Com base nas características descritas acima, conclui-se que a sedimentação do óleo em oceano aberto é um processo extremamente lento e pouco expressivo, que atinge basicamente suas frações mais pesadas. Este processo pode adquirir especial importância no contexto desta análise ao considerarmos as características do óleo produzido em Roncador, sendo que a fração residual corresponde a um percentual expressivo do volume derramado.

Entretanto, cabe ressaltar que a área estudada trata-se de oceano aberto, ou seja, de relativas baixas concentração de material particulado em suspensão e taxa de sedimentação. Apenas em extremo caso, o óleo poderá atingir regiões costeiras, onde a sedimentação é facilitada pela grande disponibilidade de partículas e mistura vertical mais intensa (Bishop, 1983 e GESAMP, 1993).

Assim, este impacto foi considerado de incidência direta, regional, de longo prazo e baixa magnitude. Sua importância pode ser considerada média, tendo em vista os ambientes possivelmente atingidos, especialmente em condições de inverno (região nerítica).

4. Alterações nas comunidades planctônicas

Os impactos de um derramamento de óleo na comunidade planctônica variam de acordo com o tipo de organismo atingido. Assim, estes efeitos são distintos entre o bacterio-, fito-, zoo- e ictioplâncton, sendo o bacterioplâncton e o fitoplâncton geralmente menos sensíveis aos efeitos do óleo do que o zoo- e o ictioplâncton (Scholz *et al.*, 2001).

No bacterioplâncton costuma ocorrer um incremento em sua densidade. Tal fato foi observado após o acidente com o *Tsesis*, ocorrido em 1977 no Mar Báltico, com derrame de 1.000 t de óleo combustível médio (Johansson *et al.*, 1980), e em experimentos de mesocosmo realizados por Lee *et al.* (1987 *apud* Scholz *et al.*, 2001). Este aumento na abundância do bacterioplâncton evidencia a ocorrência de uma rápida biodegradação de hidrocarbonetos na coluna d'água.

As algas unicelulares que constituem o fitoplâncton, em geral, podem assimilar e metabolizar tanto hidrocarbonetos saturados quanto aromáticos (Scholz *et al.*, 1980). A sensibilidade destes organismos ao óleo varia entre os grupos fitoplanctônicos, conforme documentado em estudos de mesocosmos realizados por Lee *et al.* (1987 *apud* Scholz *et*

al., 2001) durante um período de 20 dias. Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20 μm) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton (> 20 μm). Como o tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros (NAS, 1985).

Logo após o derramamento do *Tsesis* (1977, Suécia), 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.*, 1980).

A fração maior do fitoplâncton (microfitoplâncton) de regiões *offshore* do Kuwait, New England, França e Alasca, foi considerada bastante sensível ao derramamento de óleo por BGY (1999), podendo apresentar decréscimo de 2% da população em concentrações de óleo menores que 1 ppm.. O óleo também pode afetar a taxa de fotossíntese no fitoplâncton e, assim, inibir o crescimento da alga. Entretanto isso não é observado no caso de concentrações muito baixas de óleo, como verificado após o acidente com o *Tsesis* (NAS, 1985).

Segundo NAS (1985), o zooplâncton é sensível ao óleo e impactos tóxicos têm sido reportados a concentrações entre 0,05 mg/L e 9,4 mg/L. Impactos 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 do suplemento alimentar, que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (Lee *et al.*, 1987 *apud* Scholz *et al.*, 2001).

O zooplâncton pode assimilar óleo diretamente da água, do alimento (bacterio- e fitoplâncton) ou por ingestão direta das partículas de óleo. As partículas de óleo livres ou aderidas ao material particulado, que são ingeridas pelo zooplâncton, posteriormente são excretadas em *fecal pellets* e afundam. Assim, este grupo de organismo pode ser ainda responsável por parte da sedimentação do óleo ao longo da coluna d'água, redistribuindo o óleo disponível da zona pelágica para a bêntica (Conover, 1971).

A sensibilidade a compostos tóxicos é extremamente variável de acordo com os organismos e seus estágios de vida. Em geral organismos jovens são mais sensíveis que os adultos (Scholz *et al.*, 2001). Assim, no ictioplâncton, composto de ovos e larvas de peixes, os impactos tóxicos do óleo têm sido reportados para concentrações relativamente baixas de hidrocarbonetos, entre 1 ppm e 10 ppm (Kuhnhold *et al.*, 1978). Segundo Kuhnhold *et al.* (1978), as larvas de peixes são mais sensíveis que os ovos.

De acordo com IUCN (1983), perdas nas comunidades zôo- e ictioplancton foram registradas após os acidentes com o *Torrey Canyon* em 1967 e com o navio-tanque *Argo Merchant* em 1976, sendo associadas então à presença de óleo na água.

De acordo com Brown *et al.* (1996 *apud* Pearson *et al.*, 1995), diversos estudos têm mostrado que ovos e larvas de peixes são extremamente susceptíveis ao dano por hidrocarbonetos do petróleo. Entretanto, devido à grande produção de jovens, grandes perdas do ictioplâncton não necessariamente refletem num declínio do estoque da população adulta, a qual é comercialmente explorada.

Após o acidente com o *Castillo de Belver*, ocorrido em 1983, em região *offshore* na África do Sul e com derramamento de 160.000 a 190.000 t de óleo cru, foi observada ocorrência e abundância de ovos e larvas de peixes normais (IPIECA, 2000).

Os efeitos sobre os organismos zoo- e ictioplanctônicos, no entanto, pode refletir em impactos crônicos do derramamento de óleo no mar, uma vez que compreendem larvas de organismos pelágicos (p.e. peixes) e bentônicos (p.e. crustáceos, moluscos e equinodermos) e fazem parte da dieta alimentar de inúmeros organismos. Assim, esse efeito pode atingir níveis tróficos superiores, podendo ser um impacto indutor das alterações nas comunidades bentônica (impacto nº 5) e nectônica (impacto nº 6), descritos a seguir.

A avaliação do impacto de um derramamento de óleo na comunidade planctônica é extremamente difícil, pois normalmente não é possível isolar este evento da alta variabilidade temporal e sazonal destes sistemas. Além disso, tais organismos apresentam muito curto ciclo de vida. Efeitos de larga escala, como modificação da estrutura da comunidade, não tem sido encontrados para o plâncton (Scholz *et al.*, 2001). Assim este impacto pode ser caracterizado como negativo, direto, temporário, reversível e regional. Especialmente devido ao seu caráter indutor da contaminação de organismos do nécton e do bentos, deve ser classificado como de média magnitude e importância.

5. Alterações nas comunidades bentônicas

De uma maneira geral, organismos bentônicos são afetados pela contaminação por óleo, podendo afetar as estruturas respiratória e alimentar, pela ingestão de partículas ou organismos contaminados ou ainda pela ausência de alimento decorrente de desequilíbrios na rede alimentar devido ao derramamento. Filtradores e depositívoros são particularmente afetados por acumular tanto os poluentes dissolvidos quanto os poluentes sedimentados.

No derramamento do Braer, na Escócia, o óleo se dispersou na coluna d'água, para o assoalho oceânico, algumas vezes para uma profundidade de mais de 100m. O movimento do óleo dispersado por corrente abaixo e pelo movimento da maré levou o óleo para uma área muito grande e sua influência sobre a comunidade marinha bentônica foi muito maior que aquela associada à mancha de óleo na superfície. Uma grande parte do óleo dispersado se acumulou fora da costa, numa bacia sedimentar a oeste e a sudeste do local do derramamento (Femar, 2000).

Os impactos de um acidente dependem da localização geográfica da área do derrame, das condições oceanográficas e meteorológicas, da época do ano e do tipo de óleo derramado. No acidente do Braer, sobre severas condições de vento e corrente, o impacto fora da costa (entorno de 100m), onde o óleo se acumulou no sedimento (até 10.000ppm) os anfípodos estiveram ausentes dos locais mais contaminados. Como os anfípodos não produzem larvas pelágicas, os pesquisadores concluíram que muitas populações precisaram de 10 anos para se recuperar, com grandes diferenças observadas nos habitats de sedimento mais fino (Scholz *et al.* 2001).

Também se constatou a ausência dos crustáceos da família Ectinosomatidae e a baixa abundância de algumas espécies de turbelários em alguns locais. Um ano após o acidente não houve qualquer evidência de recuperação e a redução na diversidade de nematódeos tornou-se evidente (Kingston *et al.* 2000). Na área de influência do empreendimento a família Ectinosomatidae é representada por três (3) espécies.

Se o óleo persistir no sedimento, comunidades bentônicas podem ser eliminadas do sedimento contaminado durante muitos anos, principalmente devido ao efeito de alteração nos ciclos reprodutivos dos organismos. Geralmente os organismos de substrato inconsolidado são os mais atingidos, por serem muito sensíveis. O acidente do Amoco-Cadiz, na França, causou o desaparecimento de anfípodos, que demoraram a recolonizar a área afetada (Poggiale & Dauvin, 2001). Numa área localizada próxima a Santa Bárbara, na Califórnia, foi observado aumento de nematódeos em sedimentos com hidrocarbonetos, em detrimento de outros taxa maiores, como poliquetas, gamarídeos, oligoquetas e bivalves (Steichen *et al.*, 1996).

O acidente com o Florida, ao largo de Cape Cod, Massachusetts, onde os hidrocarbonetos aromáticos tóxicos constituíram 41% da concentração total de hidrocarbonetos, gerou impactos devastadores sobre o bentos. Este incidente acarretou a substituição de uma fauna diversificada de moluscos e poliquetas por uma menos diversa (Levinton, 1995). As variações na composição das espécies e na sua densidade permaneceram três anos após o derramamento (Scholz *et al.* 2001). O poliqueta *Capitella capitella* característico de regiões impactadas (Lana 1994) passou a dominar em substratos inconsolidados durante muitos anos. Substâncias tóxicas foram encontradas em mariscos mais de um ano após o derramamento, tornando seu consumo extremamente perigoso para o homem e a reprodução de mexilhões foi extremamente prejudicada (Levinton, 1995).

Invertebrados e vegetais bentônicos são especialmente sensíveis ao óleo derramado. Impactos agudos também podem ser resultantes da toxicidade de componentes do óleo e dependem de suas propriedades (combinação do tipo de óleo e das condições climatológicas), de sua concentração e da dose que os organismos recebem. O impacto de uma única dose de uma substância tóxica em elevadas concentrações pode ser o mesmo de repetidas doses em baixas concentrações. Alguns impactos tóxicos de um derramamento podem não ser evidente imediatamente ou podem não causar a morte dos organismos. Estes são chamados impactos crônicos, ou impactos sub-letais, e podem impactar os organismos nos âmbitos fisiológicos, comportamentais e reprodutivos e, ainda, afetar as taxas de sobrevivência das espécies afetadas. Esses impactos também são de mais difícil detecção que os impactos (Scholz *et al.* 2001).

Muitos impactos crônicos resultam de resposta ao stress fisiológico das espécies impactadas, como aumento nas taxas metabólicas, aumento no consumo de oxigênio e redução nas taxas respiratórias. Estas podem ser respostas de curto prazo, mas se estender por longos períodos e impactar outros organismos. Uma resposta crônica comum é redução nas taxas de crescimento, como por exemplo, dos organismos bentônicos que vivem em sedimento que cronicamente recebem óleo. Impactos na reprodução de peixes bentônicos expostos a sedimentos contaminados por óleo têm sido relatados (Kuhnhold & Busch, 1978 *Apud* Scholz *et al.* 2001).

Também mudanças comportamentais têm sido observadas em peixes e invertebrados bentônicos expostos a óleo cru. Moluscos cavam sedimentos contaminados por óleo mais lentamente, quando comparado com sedimentos sem óleo, este comportamento aumenta a vulnerabilidade dos moluscos a predação por caranguejos. Outro mecanismo de impacto, com efeito sub-letal, refere-se a distúrbios em organismos com habilidades quimiosensoriais. Esses mesmos caranguejos tiveram menor habilidade em encontrar suas presas (moluscos) quando expostos ao óleo cru (Pearson *et al.*, 1981). Reduções nas taxas de alimentação têm sido também relatadas para larvas de lagostas, copepódas adultos e poliquetas (NAS, 1985).

Embora todos os organismos possam absorver hidrocarbonetos diretamente da coluna d'água e através dos alimentos, o processo de incorporação varia entre espécies. Macroinvertebrados podem incorporar hidrocarbonetos, e a maioria também é capaz de metabolizá-los, sendo os moluscos uma exceção. Entre os invertebrados, bivalves com hábito alimentar detritívoro usualmente acumulam mais hidrocarbonetos do que os suspensívoros. As taxas de depuração também variam e os níveis de hidrocarbonetos nos tecidos neurais de peixes são maiores do que nos tecidos musculares. Sedimentos afetados podem ser uma fonte de hidrocarbonetos para peixes bentônicos como os linguados, porém alguns peixes possuem um sistema enzimático capaz de processar relativamente bem hidrocarbonetos aromáticos (Armstrong *et al.*, 1995).

A maior parte da literatura científica sobre os impactos do óleo em comunidades bentônicas corresponde a estudos conduzidos próximo a plataformas de petróleo e indicam os potenciais impactos crônicos dos hidrocarbonetos (Scholz *et al.* 2001). Um estudo realizado por Gray *et al.* (1990) investigou os impactos ecológicos em comunidades bentônicas próximas a duas plataformas de petróleo no Mar do norte, uma em operação a muitos anos e a outra recentemente instalada. Mudanças na diversidade e no número de espécies (riqueza) foram observadas em uma área entre 500 e 1.000m de profundidade. Espécies oportunistas, como *Capitella capitata* e *Chaetozone setosa*, foram dominantes nessas áreas. Impactos iniciais da plataforma recentemente instalada incluem um aumento na abundância de algumas espécies e alterações na presença e ausência de espécies raras.

Um experimento realizado em fundos inconsolidados da Noruega comparando áreas exposta ao óleo com áreas controle demonstraram que nas áreas contaminadas a colonização por anfípodas diminuiu. Isto deve resultar da mortalidade de recrutas ou juvenis e, principalmente, da morte dos anfípodas adultos (Scholz *et al.* 2001).

Para o empreendimento de Roncador, no trecho possivelmente atingido pela mancha de óleo em derramamento acidental de pior caso, destaca-se uma diversificada fauna e flora bentônica composta predominantemente por macroalgas, crustáceos, moluscos, equinodermas, poliquetas e cnidários na região nerítica (plataforma continental), em profundidades que variam entre 15 e 100 m. Como importantes comunidades bentônicas da região oceânica, pode ser citada a presença de um banco de algas pardas (kelps) que se estende do norte de Cabo Frio até o sul da Bahia, com a ocorrência de espécies de grande importância econômica. Ainda, muitos organismos bentônicos são recursos pesqueiros ou ainda são recurso alimentar de peixes intensamente explorados como recurso na costa sudeste brasileira.

Tendo em vista a pequena probabilidade do óleo atingir áreas costeiras, este impacto foi considerado de média magnitude. Sua incidência pode ser direta e/ou indireta e de longo prazo, tendo em vista a possibilidade de permanência do óleo por longos períodos no sedimento, sendo de abrangência regional. Considerando principalmente as regiões costeiras possivelmente atingidas, mais sensíveis, este efeito foi avaliado como sendo de grande importância.

6. Alterações nas comunidades nectônicas

Um possível acidente envolvendo derramamento de óleo causaria alteração na biota nectônica afetando, particularmente, os recursos alimentares e o habitat, principalmente em áreas próximas à costa, estreitos e estuários. Peixes adultos são organismos que apresentam sensibilidade relativa por, geralmente, conseguirem escapar do óleo, ficando expostos apenas ao óleo eventualmente disposto na coluna d'água por adsorção a partículas. Em caso de derramamento em águas rasas, peixes adultos podem estar mais expostos ao óleo ou compostos químicos derivados (Leighton, 2000).

As alterações potenciais da ictiofauna presente na região de dispersão da pluma possuem efeito indutor sobre o impacto potencial de interferência com atividades pesqueiras (impacto potencial nº 8), quanto à distribuição e constituição das espécies que compõem a comunidade local e sua posterior dispersão para áreas não afetadas.

A análise histórica dos efeitos causados por acidentes ocorridos com derramamento de óleo (www.afsc.noaa.gov/abl) indica que o óleo pode apresentar uma maior toxicidade para os organismos nectônicos no que se refere às concentrações persistentes dos compostos em séries de longa duração e a sensibilidade relativa dos organismos nectônicos.

Na região de dispersão da pluma de derramamento de óleo (identificada a partir da modelagem de pior caso para este Empreendimento), observa-se a presença de cetáceos que utilizam a região como áreas de residência, alimentação ou migração. Baleias jubarte e franca utilizam a região como rota de migração nos deslocamentos entre as áreas de alimentação ao sul e reprodução ao norte. No entanto, a região possivelmente afetada apresenta-se somente como área de deslocamento (www6.via-rs.com.br/iwcbcr; www.baleiajubarte.com.br), não sendo registrado comportamento de alimentação e conseqüentemente, não existindo o risco de misticetos terem suas barbatanas cobertas pelo óleo. Neste contexto, um possível acidente de derramamento de óleo não teria efeito sobre a fisiologia destes grandes cetáceos, no entanto, poderá haver alteração das rotas de passagem de indivíduos destas espécies. Quatro famílias de pequenos cetáceos (IUCN, 2002, Di Benedetto & Ramos, 2001) utilizam a Bacia de Campos para repouso, alimentação ou, ainda, residência.

De acordo com estudos experimentais, cetáceos possuem a capacidade de detectar visualmente finas camadas de óleo cru, evitando concentrações do óleo, mesmo durante a noite, deslocando-se para áreas não afetadas (Evans, 1987).

Quanto à fauna de quelônios, foi registrada, para a região oceânica da Bacia de Santos, a presença de rotas migratórias de duas espécies: *Chelonia mydas* e *Lepidochelys olivacea*. Para a região da Bacia de Campos, houve registro reprodutivo somente para a

espécie *Caretta caretta*. Já na região costeira, encontra-se registrada na área de estudo a ocorrência de *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*. São observadas ainda, para a região costeira de São Paulo e Rio de Janeiro, rotas migratórias das espécies *Caretta caretta* e *Chelonia mydas*.

Dentre os grupos relacionados ao nécton, o mais dominante se refere ao grupo dos peixes, podendo-se citar, dentre outros, atuns, bonitos, serras, cavalas e agulhões, representantes de espécies de grande valor econômico. Dentro dos limites estudados, algumas áreas costeiras exibem particular relevância, destacando-se os ambientes lagunares presentes no trecho da costa entre a lagoa de Imboassica e a foz do rio Paraíba do Sul e os estuários dos rios São João (RJ), Macaé (RJ) e Paraíba do Sul (RJ).

Segundo Hazin *et al.* (1999), as espécies mais comumente encontradas na região oceânica da costa brasileira são peixe-papagaio, dourado, albacora-laje, albacora branca, bonito listrado, espadarte e agulhão branco.

Componentes do óleo, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são compostos que apresentam elevado grau de contaminação em ambientes marinho-costeiros, podendo, eventualmente causar alteração nos tecidos de peixes e mamíferos (Leighton, 2000).

O efeito do óleo nestes organismos foi considerado regional, de incidência direta e/ou indireta e de médio prazo. Sua magnitude foi avaliada como média, tendo em vista principalmente a abrangência espacial deste efeito. Considerando que os efeitos do óleo estariam relacionados principalmente à distribuição espacial dos organismos, este efeito foi considerado de média importância.

7. Interferências na comunidade de aves marinhas

Aves marinhas que passam grande parte do tempo sobrevoando a superfície do mar ou mergulhando para se alimentar são particularmente vulneráveis aos efeitos do óleo (Leighton, 2000). O derrame de óleo na água muitas vezes resulta em uma camada de óleo ou película gordurosa na superfície das águas receptoras (Braile & Cavalcanti, 1993), afetando principalmente os organismos que vivem nas camadas superficiais do mar.

Aves marinhas estão expostas ao risco em áreas de derrame de óleo, sendo as consequências do contato físico direto a principal causa de morte (Leighton, 2000).

Somente aves que entram em contato com manchas de óleo nas primeiras horas após o derrame sofrerão efeitos da inalação de compostos voláteis tóxicos como hexano e benzeno (Leighton, 2000).

A ingestão de compostos do petróleo ocorre durante a tentativa de se limpar e restabelecer a impermeabilidade das penas. Assim os efeitos do contato externo por óleo estão sempre associados aos da ingestão. A ingestão também pode se dar indiretamente através do consumo de presas (FEMAR, 2000).

Em geral, as aves marinhas apresentam baixa fecundidade e maturação sexual tardia. Por essa razão populações locais e subespécies podem ser significativamente reduzidas se ocorrer derrame de óleo na sua área de concentração e nidificação (IUCN, 1983).

Considerando-se as condições de um derrame de 90.000 m³ de óleo durante o inverno, segundo o resultado da modelagem matemática, a mancha de óleo não atingiria os sítios de nidificação localizados nas ilhas costeiras a leste de Macaé classificadas como áreas importância biológica e prioritária para conservação de aves costeiras (IBAMA, 2002).

Considerando a área potencialmente atingida pela mancha num acidente de pior caso e a grande capacidade de deslocamento de aves adultas em busca de alimento, é possível classificar a incidência deste impacto potencial sobre as aves marinhas como direta em caso de contato físico com a mancha de óleo ou indireta, quando o contato com o óleo resulta da ingestão de presas contaminadas ou através das cascas dos ovos.

Em função da baixa fecundidade e maturação sexual tardia das aves marinhas, o impacto sobre a população de aves pode ser de média a longa duração dependendo do grau de contaminação das aves durante a alimentação.

Destacam-se as espécies *Larus dominicanus* (gaivotão), *Sula leucogaster* (atobá) e os trinta-réis *Sterna hirundinacea* e *S. eurygnatha* que apresentam registros de nidificação durante meses de inverno nas ilhas costeiras do Rio de Janeiro (Sick, 2001) como as mais vulneráveis durante um acidente dessas proporções.

Um derramamento de pior caso pode ser considerado um impacto de abrangência extra-regional já que as aves realizam grandes migrações entre sítios reprodutivos e alimentares nacionais e até internacionais.

Esse impacto pode ser considerado de média magnitude em função da proximidade, de sítios de alimentação e nidificação, com a área potencialmente atingida no caso de um derramamento de pior caso.

8. Interferências com as atividades pesqueiras

No caso da ocorrência de um acidente de grandes proporções, poderão ocorrer interferências principalmente com a modalidade de pesca oceânica, já que a presença da mancha de óleo irá atuar diretamente sobre os estoques pesqueiros, influenciando, assim, indiretamente, na realização desta atividade.

Os cardumes tenderão a se deslocar para áreas afastadas do local por onde a mancha se espalhar, gerando uma readequação da atividade aos novos locais de captura. Este fato poderá significar custos adicionais de combustível, alimentação e gelo, dentre outros, caso os cardumes se desloquem para áreas mais afastadas dos locais habituais de pesca, podendo implicar numa redução no número de pescado capturado.

Mudanças nos pontos de desembarque do pescado, decorrentes de um evento de grandes proporções, podem influenciar o efetivo desembarcado na região, especialmente no porto de Macaé, considerado entre os maiores pontos de desembarque de pescado do Estado.

A perda de equipamentos por parte de pescadores que eventualmente sejam surpreendidos por uma mancha de óleo durante o desenvolvimento de suas atividades é um elemento adverso a ser destacado.

Destaca-se que, a região dos lagos, área possivelmente afetada por um derramamento de óleo, especialmente Cabo Frio, representa um dos maiores desembarques pesqueiros do estado. Esta região possui infra-estrutura consolidada tanto para a pesca costeira quanto a pesca oceânica, além da pesca artesanal de camarão realizada ao longo de toda essa região.

Tendo em vista estes fatores, este efeito foi avaliado como indireto, extra-regional, de médio prazo e de média magnitude, devido, principalmente, às características ambientais da área passível de ser afetada. Considerando ainda a possível interferência na pesca de regiões costeiras, este efeito foi considerado de grande importância.

9. Interferências com as atividades turísticas

De acordo com as simulações realizadas, no caso da ocorrência de um derramamento acidental de óleo (descarga de pior caso), a mancha apresentaria uma probabilidade inferior a 5% de alcançar áreas específicas da região costeira situada no litoral da Região dos Lagos, onde se localizam importantes centros turísticos.

Além disto, a simples divulgação da existência de acidente com vazamento de óleo deverá implicar na diminuição do fluxo de turistas para outras regiões, e conseqüente perda de receitas das cidades litorâneas afetadas, principalmente daquelas vinculadas às atividades de prestação de serviços e comércio.

Este efeito foi avaliado como direto, extra-regional, de curto prazo e de alta magnitude, devido à abrangência da área potencialmente passível de ser afetada. Tendo em vista o interesse turístico da região a ser afetada, bem como a importância das receitas oriundas das atividades de turismo, na composição do montante de arrecadação de diversas cidades litorâneas, este efeito foi considerado de grande importância.

10. Intensificação do tráfego marítimo

No caso da ocorrência de derramamento acidental, pode-se prever a ocorrência de interferências diretas sobre o tráfego de embarcações na região atingida, seja em relação aos barcos de pesca ou de turismo, seja com a navegação de cabotagem em geral, uma vez que o deslocamento da mancha poderá, eventualmente, determinar alterações nas rotas de navegação, o que, por sua vez, pode levar a eventuais aumentos de percurso.

Este efeito foi avaliado como direto, regional, de curto prazo e de baixa magnitude. Sua importância foi avaliada como pequena, devido à existência de rotas alternativas, além da possibilidade de manutenção de algumas rotas, independente da presença da mancha.

11. *Intensificação do tráfego aéreo*

No caso da ocorrência de um derramamento acidental destas proporções, deverá haver um aumento significativo no número de viagens aéreas oriundas e para a SS P-52, em função do transporte de equipamentos e pessoal especializados e para retirada de trabalhadores, além da intensa utilização de helicópteros para transporte de profissionais de comunicação (jornalistas), para noticiar o acidente.

Este efeito foi avaliado como direto, regional, de curto prazo e de baixa magnitude. Tendo em vista a boa infra-estrutura de transporte aéreo presente nas proximidades da região do campo de Roncador, com destaque para os heliportos de Macaé e Campos dos Goytacazes, no Estado do Rio de Janeiro, este efeito foi avaliado como sendo de pequena importância.

12. *Pressão sobre a infra-estrutura portuária*

De acordo com os dados obtidos na simulação, a mancha alcançaria a costa da Região dos Lagos, com uma probabilidade máxima de 5% em áreas específicas. Desta forma, a infra-estrutura portuária poderá ser afetada em decorrência das possíveis modificações de rotas de embarcações, que poderão vir a demandar outros portos, que não os usualmente utilizados. Esta alteração de itinerários poderá vir a ocasionar a sobrecarga de alguns portos.

Por outro lado, no caso de um acidente de grandes proporções, os portos mais próximos do local do acidente deverão sofrer uma pressão adicional sobre sua infra-estrutura, em decorrência do afluxo das embarcações que irão participar das operações de contenção da mancha.

Este efeito foi avaliado como indireto, regional, de curto prazo e de baixa magnitude. Devido ao número significativo de portos existentes no litoral próximo à área de abrangência deste efeito, sua importância foi avaliada como pequena.

13. *Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos*

A simulação efetuada para a ocorrência de derramamento acidental considerou que podem ser lançados ao mar, durante o vazamento, até 90.000 m³ de óleo. Assim, caso haja um derramamento destas proporções, em decorrência das atividades de contenção a serem adotadas, será gerado um volume bastante significativo de resíduos sólidos e oleosos. Estes resíduos irão demandar a seleção de locais adequados para sua disposição final.

Este efeito foi avaliado como indireto, regional, de curto prazo e de média magnitude, devido, principalmente, ao volume de óleo que pode vir a ser lançado acidentalmente no mar. Tendo em vista, por outro lado, as condições da infra-estrutura de disposição final de resíduos oleosos, a pressão exercida pode ser significativa. Portanto, este efeito foi considerado de média importância.

14. *Pressão sobre a infra-estrutura de serviços*

A ocorrência de um acidente de grandes proporções irá demandar, em um primeiro momento, a contratação de empresas especializadas ou a alocação de recursos para a contenção do óleo lançado ao mar, conforme previsto no Plano de Emergência Individual. Para tanto, a Petrobrás atualmente possui Centros de Defesa Ambiental (CDAs), que têm como objetivo assegurar proteção a suas unidades operacionais em caso de emergência. Localizados em pontos estratégicos de operação da empresa, os CDAs cumprem uma função de apoio, complementando os planos de contingência locais já existentes.

Como parte das ações já implementadas pela Petrobras, no caso da ocorrência de acidentes, são acionados contratos já instituídos com firmas e/ou universidades, para o desenvolvimento de programas de monitoramento ambiental das consequências do derramamento sobre o ecossistema marinho. Ambas as atividades irão significar o emprego de diversos profissionais altamente capacitados.

Este efeito, ao contrário de todos os demais, foi avaliado como positivo, indireto, extra-regional, de longo prazo e de média magnitude, devido ao volume de serviços a serem contratados e de informações sobre o ecossistema marinho brasileiro a serem geradas. Considerando, porém, a atual oferta de serviços nestas áreas, este feito pode ser considerado de pequena importância.

15. *Interferências com as plataformas situadas na trajetória da dispersão do óleo*

Devido às atividades de perfuração e produção de óleo e gás, concentradas principalmente na bacia de Campos, esta região apresenta hoje uma grande quantidade de unidades fixas e flutuantes e uma intensa movimentação de embarcações que prestam apoio a essas atividades.

A região da Bacia de Campos abriga atualmente 38 unidades de produção, sendo 8 FPSOs, 1 FSO, 14 plataformas semi-submersíveis, 15 plataformas fixas do tipo jaqueta. Além destas, encontram-se na região diversas plataformas móveis de perfuração e completação, 3 navios cisterna, 10 navios especiais (lançamento de linhas, manuseio de âncora etc.) e outras 15 embarcações (Portos e Navios, 2002). A Figura 6.3.4-1 a seguir, mostra a localização das UEPs em atividade na Bacia de Campos.

No caso de um vazamento destas proporções, as unidades de perfuração e produção em atividade na área atingida pela pluma poderão ter sua rotina de atividades alterada. Especial atenção deverá ser dada a essas estruturas, conforme prevê o Plano de Emergência Individual, no sentido de evitar aproximação de óleo, ameaçando a segurança de seus equipamentos e operários. Nessa situação, trabalhos que utilizem eletricidade e soldas ou gerem calor, assim como trabalhos em espaços confinados ou áreas com ventilação inadequada poderão ser temporariamente interrompidos por questões de segurança, devido à presença de gases tóxicos, inflamáveis ou explosivos na região de dispersão da pluma.

Deverá ser mobilizado também um contingente responsável pela limpeza, reparo e substituição de algum tipo de material possivelmente afetado. Tais atividades poderão

levar à necessidade de pessoal trabalhando além da borda das plataformas, acima d'água, sob mau tempo ou em outras condições que gerem um maior risco de acidentes.

Além disto, a utilização de pessoal nessas condições adversas leva a um aumento na carga de trabalho individual. Esta sobrecarga, adicionada ao estresse inerente a situações de emergência, torna todos os funcionários mais susceptíveis a acidentes, mesmo que não estejam diretamente relacionados às ações de controle.

Tendo em vista estes fatores, este efeito foi considerado direto, extra-regional, de curto prazo, de alta magnitude e grande importância.

Os resultados da avaliação dos impactos ambientais possivelmente decorrentes do derramamento acidental de óleo, referente à descarga de pior caso, encontram-se sintetizados no Quadro 6.3.6-1 e discutidos, de forma global, no item apresentado a seguir (Síntese Conclusiva).

Figura das plataformas Figura 6.3.5-1.

6.3.6. Síntese Conclusiva

Para fazer uma síntese conclusiva dos impactos potenciais identificados e avaliados para um acidente envolvendo derramamento de óleo a partir da Plataforma SS P-52, é necessário destacar que esta avaliação foi baseada nos estudos de simulação de um evento incidental de pior caso, com um vazamento de 90.000 m³ de volume, sem a aplicação de qualquer medida de contingenciamento. Neste contexto, em uma análise geral da matriz de avaliação de impactos, apresentada no Quadro 6.3.5-1, pode-se constatar que a maioria das repercussões ambientais identificadas foi considerada de média magnitude e importância média a grande.

Os impactos identificados a partir de uma ocorrência acidental são, em sua maioria, 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. Esta avaliação decorre principalmente do fato de que a mancha de óleo formada, embora sofra dispersão para regiões distantes, deverá permanecer no oceano por um período de tempo relativamente curto.

Embora haja registros de grandes catástrofes relacionadas a derramamentos de óleo, conforme mencionado em diversos itens deste RAA, o caso da Plataforma SS P-52 reveste-se de uma peculiaridade essencial no que diz respeito à magnitude dos impactos ambientais possivelmente decorrentes de tal incidente, pois as simulações e avaliações não consideraram as ações de contenção, recolhimento e dispersão previstas no Plano de Emergência Individual para acidentes envolvendo derramamentos de óleo, conforme citado anteriormente.

Segundo FEMAR (2000), em geral, uma superfície de óleo não resulta em altos níveis de óleo dissolvido ou dispersado na coluna d'água e o seu impacto na vida marinha é grandemente restrito àqueles animais que vivem nas camadas superficiais da água ou na costa; por exemplo, aves e mamíferos marinhos podem ficar cobertos com óleo, quando este alcança a costa em grandes concentrações.

Quadro 6.3.6-1. Matriz de avaliação de impactos potenciais da Plataforma SS P-52.

As principais relações entre os impactos do derramamento acidental sobre o meio físico-biótico podem ser visualizadas através da Figura 6.3.6-1, a seguir. Observa-se que a presença do óleo na água afeta todos os compartimentos dos ecossistemas costeiros e oceânicos. Neste contexto, destacam-se as comunidades planctônicas, por sustentarem todos os demais níveis tróficos nestes ambientes.

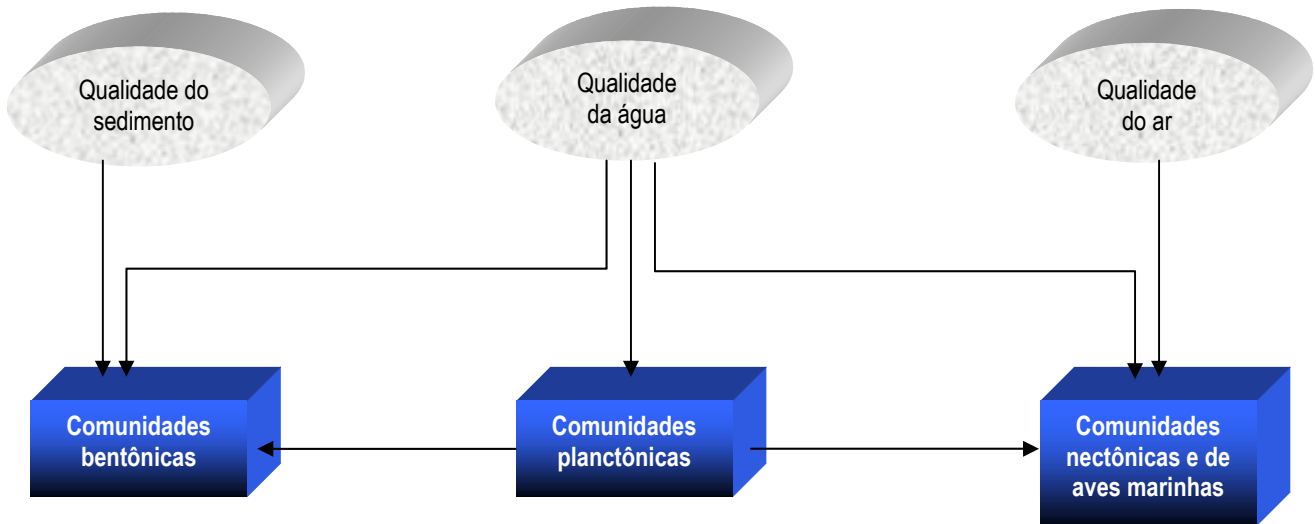


Figura 6.3.6-1. Esquema ilustrativo das inter-relações entre os impactos do derramamento acidental de óleo na Fase 2 do Módulo 1 A, do campo de Roncador, incidentes sobre o meio físico-biótico.

Cabe destacar também, ainda em relação ao meio físico-biótico, que pode ser percebida uma influência desses impactos como um todo sobre as atividades pesqueiras e turísticas. Alterações nas comunidades bentônicas e nectônicas certamente interferem nas atividades pesqueiras. As atividades turísticas, porém, podem ser afetadas pelos diversos impactos sobre o meio físico-biótico de forma diferenciada e de difícil identificação. Pode-se presumir que serviços relacionados ao setor de turismo deverão ser afetados, principalmente os de alimentação. De forma semelhante, a questão da balneabilidade das praias e alterações nos serviços ligados a atividades de mergulho também poderão contribuir para a diminuição do afluxo e permanência de turistas nas regiões afetadas.

Quanto à abrangência espacial, observa-se que a maioria dos impactos possivelmente decorrentes do derramamento foi considerada regional, especialmente no que se refere ao meio socioeconômico, com destaque para a repercussão sobre a infra-estrutura portuária e de serviços, cuja abrangência espacial é de difícil delimitação. Destaca-se ainda que a maior parte dos impactos do derramamento acidental de óleo deverá cessar em um horizonte de curto a médio prazo.

A descrição dos impactos ambientais possivelmente decorrentes do derramamento acidental no campo de Roncador, a partir das atividades da Ss P-52 (descarga de pior caso) revela que, para uma avaliação ambiental global, torna-se necessário analisar o

balanço entre a questão da probabilidade e da magnitude e importância dos impactos em conjunto. Isto é, a descrição evidencia que as regiões mais sensíveis (costeiras) deverão ser atingidas com uma probabilidade de menos de 5%. Além disso, a mancha de óleo deverá chegar à costa com uma espessura mínima. Por outro lado, a região oceânica, menos sensível e conseqüentemente menos importante³, certamente sofrerá os impactos do derramamento acidental, de forma mais intensa.

Todos esses fatores até aqui comentados são importantes, mas não suficientes para uma análise realista e equilibrada dos impactos ambientais do derramamento de tal volume de óleo no mar. Torna-se importante também, no contexto desta avaliação, considerar as questões discutidas na Análise de Risco, especialmente no que se refere à análise histórica de acidentes e a conseqüente avaliação da freqüência destes acidentes.

Estas informações permitem 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.

Por outro lado, no contexto mundial de derramamentos acidentais de óleo, pode-se constatar que a descarga de pior caso aqui considerada, representaria um grande incidente. Porém, os incidentes que resultaram em derramamento das maiores descargas já reportados ocorreram com navios transportadores, e não, com unidades de produção, como a SS P-52.

O incidente mais grave envolvendo petroleiros ocorreu em 1979, com o *Atlantic Express*, na costa de Tobago (ITOPF, 1995), onde foram lançadas no mar 280.000 toneladas de óleo, (<http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm>).

Conforme referido na Análise de Risco, de acordo com os dados apresentados no periódico *Offshore*, em setembro de 1989, constata-se que, após um pico de ocorrência de acidentes em plataformas móveis verificado no biênio 1981/1982, o número de incidentes desta natureza vem decrescendo ao longo do tempo (dados referentes ao período de 1977 a 1988).

Além disso, segundo o estudo intitulado "Impact of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environment", produzido pelo GESAMP e mencionado no "Marine Pollution Bulletin" (setembro, 1993), independentemente do volume derramado, o importante é que houve uma significativa redução da contaminação por óleo em escala global. Estimativas feitas em 1981 mostravam que 3,2 milhões de toneladas de óleo por ano entram no ambiente marinho provenientes das mais diversas fontes, enquanto que, em estimativas mais recentes, feitas em 1990, esse valor foi bem menor: 2,35 milhões de toneladas.

Embora haja um verdadeiro dissenso em relação à contribuição do volume de óleo derramado por fonte poluidora, a maioria dos autores concorda com a porcentagem relativa de cada uma delas. A Figura 6.3.6-2, a seguir, mostra essa participação média relativa de cada uma das fontes.

³ Com base nos critérios adotados para a presente avaliação, conforme apresentado no item 6.3.1 Procedimentos metodológicos.

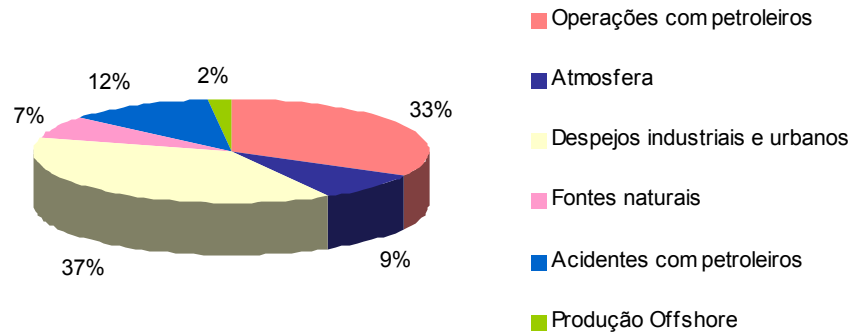


Figura 6.3.6-2 Contribuição relativa de óleo derramado no ambiente marinho, por fonte poluidora.
Fonte: <http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm> (modificado)

Nesta figura, merece destaque especial, para a presente análise, a reduzida participação relativa da poluição por óleo originada pelas atividades de produção *offshore*. Por outro lado, operações e acidentes com petroleiros, juntos, respondem por 45% do total, indicando a necessidade de atenção especial às operações de transferência a serem realizadas na Fase 2 do M[odulo 1A, no campo de Roncador.

Destaca-se ainda que entre 15 e 30% de todo o óleo despejado no Mar do Norte, em 1990 (cerca de 19.080 toneladas), foi consequência de operações *offshore*: desse total, apenas 7% foi causado por derramamentos acidentais (acidentes e explosões) (Nihoul e Ducroty, 1994 *apud* <http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm>).

Entretanto, deve-se ressaltar que a análise global dos impactos ambientais da descarga de pior caso não considera as medidas de contenção previstas no Plano de Emergência Individual (PEI), sendo apresentada a avaliação ambiental do deslocamento da mancha em um cenário forçadamente crítico.

Entretanto, a análise global permite considerar o derramamento de 90.000 m³ de óleo na região do campo de Roncador um evento altamente improvável e de impactos ambientais, em geral, de média magnitude, de médio prazo e que, com probabilidade de no mínimo 95%, não deverão atingir áreas costeiras.

Apesar disso, grande importância deve ser dada ao planejamento de ações voltadas para a prevenção e remediação de incidentes desta natureza, qualquer que seja a sua dimensão, conforme apresentado no Plano de Emergência Individual. O Plano de Emergência Individual (PEI), elaborado para emergências envolvendo derramamentos de óleo oriundas da atividade de produção da SS P-52 no Módulo 1A campo de Roncador foi elaborado sob responsabilidade da Petrobrás a partir de um modelo previamente aprovado pelo órgão ambiental competente. O documento completo é apresentado no Anexo 11 deste RAA.