

II.6.3 - Impactos Potenciais

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

Os impactos potenciais apresentados a seguir, referem-se àqueles decorrentes de uma situação acidental envolvendo o Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural e Petróleo no Bloco BC-20, Bacia de Campos, além de incluir acidentes envolvendo abalroamento de embarcações de apoio com cetáceos e quelônios.

Dentre os cenários acidentais com derramamento de óleo no mar, cabe mencionar que os aspectos aqui analisados compreendem as simulações de derrame de óleo, em dois pontos de risco, o FPSO P-63 e a TLWP P-61. Foram analisados quatro volumes de derrame (pequeno, médio e pior caso: afundamento de unidade e descontrole de poço) modelados em duas estações do ano: verão e inverno.

Contudo, a avaliação de impactos considera, conservativamente, o cenário de pior caso de derramamento acidental de óleo, conforme preconizado pela Resolução CONAMA Nº 398/2008 e apresentado no relatório da modelagem de derramamento, no Anexo II.6-1 deste documento. Acidentes de menor volume repercutirão em impactos de menor magnitude e de abrangência espacial mais restrita. O Capítulo referente à Análise de Risco fornece informações detalhadas quanto às hipóteses acidentais verificadas em atividades da mesma natureza.

II.6.3.1 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada para a avaliação dos impactos potenciais assemelha-se à adotada para a avaliação de impactos efetivos apresentada no subitem II.6.2.1, porém, com adequações associadas essencialmente à natureza das fontes geradoras (aspectos) dos impactos.

Nesse processo, foram utilizados como dados referenciais, conforme sumarizado no esquema apresentado na Figura II.6.3.1-1:

- ★ Informações inerentes à atividade - seção II.2;
- ★ Resultados das simulações de derramamento de óleo proveniente do cenário de pior caso (descontrole do poço – *blowout* - durante 30 dias e afundamento da unidade, conforme previsto na Resolução CONAMA Nº 398/2008) - subitem II.6.1;
- ★ Descrição das características físico-químicas e padrões de intemperismo do óleo - subitem II.6.3.3;
- ★ Caracterização ambiental da área possivelmente afetada pelos impactos potenciais identificados para esta atividade - seção II.5.

Vale ressaltar que a avaliação dos impactos decorrentes de derramamento de óleo não considera as ações de resposta, tais como contenção, recolhimento e dispersão, previstas no Plano de Emergência Individual, acionado em casos de derramamento de óleo, que minimizariam os impactos decorrentes de um vazamento.

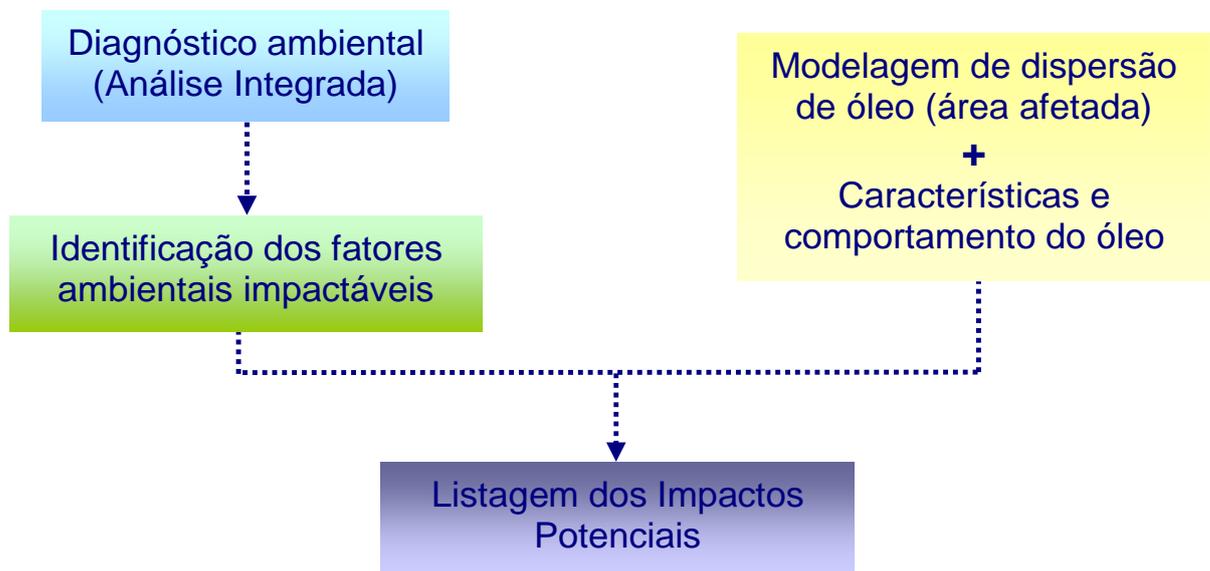


Figura II.6.3.1-1 - Representação esquemática dos procedimentos metodológicos da etapa de identificação dos impactos potenciais.

A avaliação de impactos potenciais foi realizada em etapas distintas e consecutivas, a saber:

Etapa 1 – Identificação dos Impactos

Para a identificação dos impactos potenciais optou-se por utilizar dois níveis hierárquicos distintos como indicadores de impacto, conforme proposto por Farah (1993): (i) impactos potenciais incidentes nos *componentes ambientais*; (ii) impactos potenciais incidentes nos *fatores ambientais*. Como componentes ambientais entendem-se os ecossistemas costeiros e ambientes terrestres presentes na área de influência desta atividade e como fatores ambientais entendem-se qualidade do ar, biota marinha, atividade pesqueira, dentre outros.

Esta metodologia foi utilizada com dois objetivos principais: (i) evitar um grande número de impactos para avaliar cada fator ambiental dos diversos componentes ambientais presentes na região e; (ii) permitir uma percepção holística dos impactos ambientais sobre cada ecossistema, o que favorece a indicação de propostas de gestão mais aplicáveis. Esta escolha baseou-se no fato de que cada ecossistema apresenta dinâmica singular, podendo responder, assim, de forma distinta a intervenções exógenas semelhantes.

Esta primeira etapa foi desenvolvida através, principalmente, da utilização de estudos de caso de derramamentos de petróleo e seus componentes, listagens de controle, opiniões de especialistas e revisões de literatura. Estas ferramentas ou métodos encontram-se listados e descritos no subitem II.6.2.1, tendo sido utilizados também para a identificação dos impactos efetivos.

Etapa 2 – Avaliação dos Impactos

A avaliação dos impactos efetivos, apresentada no item II.6.2 deste documento, trata essencialmente de ações planejadas, em sua maioria implementadas em um horizonte temporal associado à duração da atividade. São ainda ações inerentes e absolutamente necessárias ao desenvolvimento do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural e Petróleo no Bloco BC-20. Assim, critérios como natureza ou qualificação (positivo ou negativo) e cumulatividade se aplicam neste caso, na medida em que as fontes geradoras

(aspectos) e as suas repercussões no ambiente (impactos) são bastante diversificadas.

No caso dos impactos potenciais, todos podem ser considerados negativos. Com relação ao potencial de cumulatividade, destaca-se que, na literatura internacional (p.ex.: Anderson, 1985; Bornholdt & Lear, 1997), encontram-se avaliados efeitos cumulativos de derramamentos acidentais de petróleo em diversas regiões ao longo de vários anos, sendo estes resultantes de pequenos ou grandes eventos. No caso da presente análise, a avaliação da cumulatividade não pôde ser realizada da mesma forma que na avaliação de impactos efetivos, especialmente porque não seria razoável considerar uma sucessão de eventos acidentais. Logo, o conceito de sinergia, incluído na definição de cumulatividade adotada no presente estudo, não seria adequado para a avaliação de impactos potenciais.

Entretanto, foram considerados alguns tipos de cumulatividade na presente análise, especialmente os que se referem à indução de impactos indiretos e à interação entre impactos.

Tendo em vista esses fatores, para a avaliação dos impactos potenciais, foram adotados os seguintes critérios, definidos e caracterizados no subitem II.6.2.1, a saber: **incidência, abrangência espacial, permanência, momento, reversibilidade, magnitude, cumulatividade e importância**. Ressalta-se ainda o caráter qualitativo e subjetivo da análise da magnitude, que considera ainda a ponderação entre todos os impactos avaliados. Todos esses critérios adotados correspondem aos mesmos critérios utilizados na avaliação dos impactos efetivos. A definição destes critérios foi apresentada no item II.6.2.1 - Procedimentos Metodológicos.

A avaliação global dos impactos ambientais de situações acidentais, 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, conforme descrito no subitem II.6.3.5.

Tendo em vista todos esses fatores, apresentam-se, a seguir, a identificação e a avaliação dos impactos ambientais considerados relevantes, os quais se encontram sintetizados no subitem Síntese Conclusiva dos Impactos Potenciais

(II.6.3.5) e na Matriz de Avaliação dos Impactos Potenciais (Quadro II.6.3.5-1), apresentados ao final desta seção.

II.6.3.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS POTENCIAIS

A seguir, apresentam-se listados os aspectos e os componentes e fatores ambientais potencialmente afetados a partir das atividades de produção para o Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural e Petróleo no Bloco BC-20, Bacia de Campos.

Aspectos

- ★ Cenário 1: Derramamento de óleo por perda de controle do poço (*blowout*) e afundamento do FPSO P-63 e TLWP P-61, envolvendo o derramamento de 300.746,0 m³ (inventário do FPSO P-63) e 31.871,0 m³ (*blowout* do Poço P-10 por 30 dias somado do inventário da TLWP P-61);
- ★ Cenário 2: Eventos acidentais que acarretam em derramamentos de óleo no mar, identificados pela Análise de Risco Ambiental, apresentada no capítulo 8 deste EIA, envolvendo o derramamento de pequenos volumes entre 200 e 500 m³.
- ★ Deslocamento de embarcações

Componentes e Fatores Ambientais Potencialmente Afetados

- ★ Qualidade da água;
- ★ Qualidade do ar;
- ★ Comunidades planctônicas;
- ★ Comunidades nectônicas;
- ★ Cetáceos e quelônios;
- ★ Costões rochosos;
- ★ Manguezais e Estuários;
- ★ Lagoas costeiras e Áreas alagadas;
- ★ Restingas;

- ★ Praias arenosas;
- ★ Unidades de Conservação;
- ★ Recursos pesqueiros;
- ★ Atividades pesqueiras;
- ★ Atividades turísticas;
- ★ Tráfego marítimo;
- ★ Tráfego aéreo;
- ★ Infraestrutura portuária;
- ★ Infraestrutura de disposição final de resíduos;
- ★ Aglomerações humanas.

a) *Impactos sobre os Meios Físico e Biótico*

- ↻ Alterações na qualidade da água;
- ↻ Alterações na qualidade do ar;
- ↻ Alterações na comunidade planctônica;
- ↻ Alterações na comunidade nectônica;
- ↻ Interferências com a população de cetáceos e quelônios;
- ↻ Interferências sobre os costões rochosos;
- ↻ Interferências sobre as áreas de manguezal e estuários;
- ↻ Interferências sobre as lagoas costeiras e áreas alagadas;
- ↻ Interferências sobre as áreas de restinga;
- ↻ Interferências sobre as praias arenosas;
- ↻ Interferências sobre as Unidades de Conservação;
- ↻ Interferências sobre recursos pesqueiros.

b) *Impactos sobre o Meio Socioeconômico*

- ↻ Interferências nas atividades pesqueiras;
- ↻ Interferências nas atividades turísticas;
- ↻ Intensificação do tráfego marítimo;
- ↻ Intensificação do tráfego aéreo;
- ↻ Pressão sobre a infraestrutura portuária;

- ↪ Pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos;
- ↪ Interferências com aglomerações humanas situadas na trajetória de dispersão do óleo.

Os impactos referentes ao vazamento de óleo para o ambiente consideraram o cenário de pior caso referente a perda de controle de poço (*blowout*), durante 30 dias com afundamento das unidades de produção FPSO P-63 e TLWP P-61. Para tanto, foi estimado o volume 300.746,0 m³ (inventário do FPSO P-63) e 31.871,0 m³ (*blowout* do Poço P-10 por 30 dias, somado do inventário da TLWP P-61), conforme previsto na Resolução CONAMA Nº 398/2008. Ressalta-se, entretanto, que com a adoção de medidas de controle e de resposta a emergência, não é esperada a ocorrência de um acidente desta magnitude.

O volume de pior caso vazado a partir da TLWP P-61 foi definido como o volume resultante da perda de controle do Poço P-10 por 30 dias (1.013,0 m³/dia), totalizando um derrame de 30.390 m³. A este volume adicionou-se a somatória do inventário da TLWP P-61 (1.481,0 m³), totalizando 31.871,0 m³ (1.062,36 m³/dia).

Qualquer evento acidental de menor porte será avaliado de forma conservativa por esta análise. Esta afirmativa se confirma pelos contornos das plumas resultantes das modelagens realizadas para vazamentos de 8 m³ e de 200 m³, as quais se mantêm dentro do contorno alcançado para o cenário de pior caso (conforme pode ser observado no Relatório da Modelagem de Dispersão do Óleo, apresentado no Anexo II.6-1). Para estes cenários, foi realizada modelagem de dispersão de óleo, cujos resultados encontram-se descritos no subitem II.6.1.

Para o derramamento, foram simulados diversos cenários, considerando as condições sazonais de inverno (junho a agosto) e verão (janeiro a março), cujos municípios potencialmente tocados pela pluma são listados no Anexo II.6-1. Vale ressaltar que o cenário citado acima não considera as ações de resposta da Petrobras, tais como contenção, recolhimento e dispersão, previstas no Plano de Emergência Individual (PEI), acionado em casos de derramamento de óleo, que amenizariam de forma relevante os impactos decorrentes. Além disso, a avaliação baseia-se em uma hipótese acidental não identificada no âmbito da análise de riscos desta atividade, tendo como objetivo único apresentar de modo didático a

seqüência de alterações ambientais previsíveis para o caso de ocorrência de um acidente catastrófico.

II.6.3.3 - Características do Óleo

Para a avaliação ambiental do incidente de derramamento, tornam-se necessários alguns esclarecimentos iniciais a respeito das características físicas e químicas do óleo e seu comportamento no ambiente marinho.

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. Constitui-se em uma complexa mistura de compostos, sendo os principais: hidrocarbonetos (50 a 98 %), nitrogênio, enxofre e oxigênio.

Além destes compostos, podem ocorrer em menor quantidade, os metais como V (vanádio) e Ni (níquel) e metais-traço como o Fe (ferro), Cu (cobre), Al (alumínio), Co (cobalto), Ti (titânio), Mn (manganês), Ca (cálcio), Zn (zinco), Ba (bário).

Os hidrocarbonetos, de acordo com sua estrutura química, podem ser classificados em duas classes:

- ★ Aromáticos: compostos com um ou mais anel benzênico. Os hidrocarbonetos que possuem dois ou mais anéis aromáticos são denominados de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA). Em geral, apresentam maior toxicidade e lenta biodegradação. Ressalta-se, entretanto, que sua menor degradabilidade, em função de uma maior complexidade de suas moléculas, o torna menos disponível para o ambiente.
- ★ Alifáticos: são compostos de cadeia aberta e fechada com propriedades químicas semelhantes. Subdividem-se ainda em:
 - ↳ Alcanos (parafinas): compostos de cadeia aberta, saturada (ligações simples) e ramificadas. Compreende a maior fração na maioria dos petróleos. Possui toxicidade baixa e são facilmente biodegradados.

- ↪ Alcenos (olefinas): diferem dos alcanos por apresentar dupla ligação entre os átomos de carbono. Estão presentes em pequenas quantidades ou mesmo ausentes.
- ↪ Cicloalcanos (naftas): compostos de cadeia fechada e saturada. Toxicidade variável - de acordo com a estrutura – e resistentes a biodegradação.

O óleo representativo do Bloco BC-20 (óleo 3-RJS-618-TFR-01) é classificado como pesado, apresentando grau API de 14,2° e densidade a 20°C de 0,967 g/cm³. 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 é a taxa de decomposição por ação microbiana.

Além disso, esta taxa de degradação 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.

O derramamento de petróleo no ambiente pode afetar os organismos direta (contato físico e ingestão do óleo) ou indiretamente (alteração do habitat e ingestão de alimento contaminado). Ao ser derramado na água, o óleo sofre contínuos processos de intemperização (Figura II.6.3.3-1) que atuam, principalmente, na alteração da composição química, característica física e comportamento no ambiente. Estes processos são diretamente influenciados pelas condições locais como correntes, profundidade, regime de marés, energia de ondas, temperatura, intensidade luminosa e ventos.

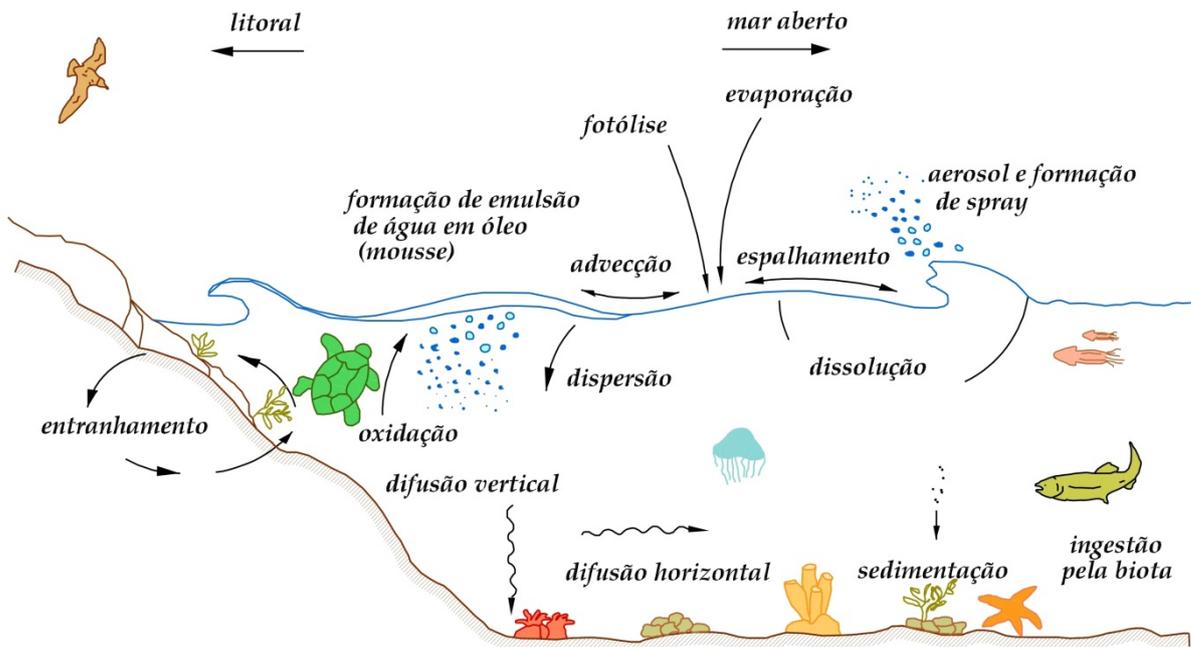


Figura II.6.3.3-1 - Esquema dos processos físicos, químicos e biológicos decorrentes da interação do óleo derramado no oceano. (Modificado de: Nunes, 1998).

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 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 menos suscetíveis 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

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

por serem extremamente voláteis e se perdem rapidamente para a atmosfera (Clark, 1992).

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 efeitos podem ser mais ou menos abrangentes.

A combinação dos processos de intemperização, a composição físico-química do óleo e as condições ambientais resultam na transferência deste para a coluna d'água (via diluição dos compostos) e para o sedimento, quando aderido ao material particulado em suspensão ou por aplicação de produtos químicos (dispersantes, emulsificadores) como forma de combate à mancha.

Destaca-se que derramamentos de óleo têm sido normalmente contidos por ação mecânica (ex.: barreiras e recolhedores) ou por ação química através do uso de dispersantes químicos, por exemplo.

II.6.3.4 - Avaliação dos Impactos Potenciais

Os impactos descritos a seguir, de modo geral, podem ser considerados mais críticos quando se referem às regiões mais rasas, da província nerítica, cujos ambientes apresentam maior sensibilidade que na província oceânica (Bishop, 1983; Nybakken, 1993; Patin, 1999). Assim, na descrição de cada impacto, são tecidas considerações que visam diferenciar, na medida do possível, as alterações nos ambientes costeiros, neríticos e oceânicos. Como forma de consolidar esta análise, na síntese conclusiva (item II.6.3.5), procede-se uma análise mais abrangente destes compartimentos, considerando todos os impactos descritos.

Impactos sobre os Meios Físico e Biótico

Impacto 1: Alterações na qualidade da água

Geralmente, quando ocorre a contaminação da água por motivos de vazamento de óleo, a camada superficial da coluna d'água é a mais afetada tendo sua coloração, odor e transparência alterados e impedindo sua utilização até mesmo para a navegação. Logo, com o aumento das concentrações de hidrocarbonetos na água dois processos passam a ter importância na dinâmica do óleo: diluição e evaporação, sendo esta a responsável pela maior parte da remoção natural (Mielke, 1990 *apud* Laws, 1992).

Deste modo, de acordo com os padrões sazonais de correntes e ventos, os efeitos podem ser mais ou menos abrangentes, dependendo da época do ano.

Tendo como base as informações expostas acima, este impacto foi considerado de incidência **direta, temporário, imediato, reversível e extrarregional**, pois caso ocorresse o vazamento de óleo, de acordo com os resultados da modelagem numérica, os mesmos extrapolariam a área da Bacia de Campos.

Após um acidente desse porte, a água do mar é um dos cenários mais afetados gerando danos nocivos tanto na biota (interferências nas comunidades nectônica e planctônica), além dos recursos pesqueiros, quanto nos meios socioeconômico (interferências nas atividades pesqueiras) e físico (alteração da qualidade do sedimento). Logo, podemos considerar este impacto de **alta magnitude e cumulativo**. Uma vez que, embora durante e depois do vazamento a água do mar apresente sinais de contaminação, após a contenção desse vazamento, até pela dinâmica da região e, conseqüentemente, do oceano, a área atingida se recupera e volta a apresentar valores aceitáveis, este impacto foi considerado de **média importância**.

Impacto 2: Alterações na qualidade do ar

Na ocorrência de um derramamento de óleo no mar, imediatamente começa a se formar uma pluma de vapor de hidrocarbonetos denominado *smog*. Este

atinge sua concentração máxima somente após o final do incidente, quando todo o óleo já se encontra exposto por um longo período de tempo e às condições climáticas. O *smog* é o resultado da interação da luz com os constituintes da atmosfera e existem inúmeras espécies de oxidantes em sua composição.

Para esta avaliação é importante considerarmos que, os resultados da modelagem consideram o derramamento de óleo pesado (API 14,2), ou seja, não haveria uma elevada taxa de evaporação. Conforme apontado pela modelagem matemática de dispersão do óleo, apresentada no item 6.1, apenas uma fração inferior a 30% do volume do óleo evapora ao longo das simulações.

A pluma de *smog* provoca alguns efeitos sobre os seres humanos, como irritação da garganta e olhos, sensação de odores e redução da visibilidade. Com relação aos vegetais e animais estes também sofrem danos similares com a pluma de *smog* (Wark *et al.*, 1998). Os efeitos da pluma de *smog* sobre a saúde humana podem ser amplos, visto que há formação de partículas finas, inaláveis, de ácidos (como o ácido sulfúrico e o ácido nítrico) e formação de ozônio, assim como de dióxido de nitrogênio, o qual, ao sofrer fotodissociação, cria condições para a geração de uma grande variedade de poluentes, em combinação com os VOCs (*Volatile organic compounds – Compostos orgânicos voláteis*) e o ozônio. Alguns deles podem causar mutações biológicas, tais como o radical nitrato, os nitroarenos e os nitrosaminos (Arya, 1999).

A avaliação do impacto do derramamento de óleo sobre a qualidade do ar reporta basicamente sua interferência sobre fatores ligados à saúde humana, uma vez que os limites estabelecidos para as emissões de diversos poluentes atmosféricos estão intimamente relacionados à questão da saúde humana. Assim, este impacto se caracteriza como de incidência **direta, temporário, imediato, reversível e extrarregional**.

É importante ainda considerar que também as aves marinhas podem sofrer os impactos das alterações na qualidade do ar, conforme descrito no impacto Nº 12, onde são pontuadas as interferências do derramamento de óleo com este componente ambiental. Assim, observa-se ainda seu potencial indutor sobre as comunidades de aves marinhas e potenciais interferências sobre as atividades de turismo e lazer e sobre aglomerações urbanas, quando considerado os cenários de derramamento que tem probabilidades de alcançar regiões costeiras, conforme

pode ser verificado no relatório da modelagem, (Anexo II.6-1). Neste caso sua **magnitude** e **importância** foram avaliadas como de **alta** e **grande**, respectivamente.

Impacto 3: Alterações na comunidade planctônica

Os efeitos 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).

Estes efeitos também variam em função das características ambientais da área onde ocorre o derramamento de óleo. Regiões próximas à linha de costa apresentam grande concentração de organismos planctônicos e alta sensibilidade ambiental (MMA, 2002). Já em regiões nerítico-oceânicas, a alta sensibilidade pode ser minimizada pela menor concentração de organismos e alta capacidade de recuperação, principalmente nas regiões externas à plataforma continental (Bishop, 1983).

Para o bacterioplâncton, costuma ocorrer um incremento em densidade. Tal fato foi observado após o acidente com o *Tsesis*, ocorrido em 1977 no Mar Báltico, com o derrame de 1.000 t de óleo combustível médio (Johansson *et al.*, 1980), e em experimentos de mesocosmos² realizados por Scholz e colaboradores (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. A sensibilidade destes organismos ao óleo varia entre os grupos fitoplanctônicos, conforme também constatado pelos estudos realizados 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

² Tipo de ensaio de ecotoxicidade que mede a tolerância de uma comunidade a um tóxico.

tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros (Scholz *et al.*, 2001).

Logo após o derramamento do *Tsesis* (ocorrido em 1977, na 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).

Segundo Clark (1992) um aumento na fotossíntese em cultivo de algas expostas a pequenas concentrações de hidrocarbonetos ($< 50 \text{ ng g}^{-1}$) está relacionado à maior disponibilidade de nutrientes originada da decomposição do óleo por fungos e bactérias sobre o óleo. Em cultivos expostos a concentrações de hidrocarbonetos superiores a 50 ng g^{-1} , observa-se uma diminuição gradativa da fotossíntese (Clark, 1992).

Segundo NAS (1985), o zooplâncton é sensível ao óleo e efeitos tóxicos têm sido reportados em concentrações entre 0,05 mg/L e 9,40 mg/L. 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 do suplemento alimentar, que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (Scholz *et al.*, 2001).

O zooplâncton pode assimilar óleo diretamente da água, do alimento (bacterioplâncton, fitoplâncton e protozooplâncton), 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 (*fecal pellets*) e afundam. Assim, este grupo de organismos 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). De acordo com IUCN (1983), perdas nas comunidades zoo- e ictioplanctônicas 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.

Segundo Gin e colaboradores (Gin *et al.* (2001), estudos têm mostrado que ovos e larvas de peixes são extremamente suscetíveis ao dano por hidrocarbonetos do petróleo. Entretanto, devido à grande produção de jovens, grandes perdas do ictioplâncton não necessariamente refletem um declínio do estoque da população adulta, a qual é comercialmente explorada. Por exemplo, após o acidente com o *Castillo de Belver*, ocorrido em 1983, em regiões oceânicas da África do Sul, com derramamento de 160.000 a 190.000 toneladas de óleo cru, foi observada ocorrência e abundância normais de ovos e larvas de peixes (IPIECA, 2000).

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

Em função das informações apresentadas acima, o impacto do vazamento de óleo sobre a comunidade planctônica, de acordo com os cenários de pior caso e volumes menores, projetados por simulação de derramamento de óleo, pode ser classificado como **direto** (pela ação direta do óleo sobre os organismos) e **indireto** (pela interferência da qualidade da água sobre os organismos), **temporário, imediato, reversível, extrarregional, cumulativo**, devido aos desdobramentos que provoca na cadeia trófica.

De acordo com as simulações de derramamento de óleo, a pluma atingiria áreas oceânicas, consideradas como de média sensibilidade ambiental para a conservação da biodiversidade do plâncton. Desta forma, o impacto sobre a comunidade planctônica foi considerado de **alta magnitude e grande importância**.

Impacto 4: Alterações na comunidade nectônica

De acordo com os cenários integrados para os volumes de pior caso, projetados por simulação de derramamento de óleo, este empreendimento

poderia causar alterações na biota nectônica de quatro maneiras biológicas potenciais, segundo NRC (2003): (i) de forma bioquímica ou celular; (ii) alterando somente determinados organismos, integrando alterações fisiológicas, bioquímicas e comportamentais; (iii) alterando uma população, com efeitos na dinâmica populacional; e (iv) impactando a comunidade, resultando em alterações na sua estrutura e dinâmica.

A análise histórica dos efeitos causados por acidentes ocorridos com derramamento de óleo (NOAA, 2008) indica que este pode apresentar uma maior toxicidade para os organismos nectônicos em relação às concentrações persistentes dos compostos em séries de longa duração e à sensibilidade relativa destes organismos. Analisando-se estes fatores em determinada população, o efeito do óleo poderia ocasionar um decréscimo da biomassa da espécie diretamente afetada.

A região de dispersão da pluma de derramamento de óleo (identificada a partir da modelagem de pior caso e volumes menores para este empreendimento) é utilizada por baleias-jubarte (*Megaptera novaengliae*) e baleias-franca (*Eubalaena australis*) como rota de migração (Projeto Baleia Franca, 2010; Instituto Baleia Jubarte, 2010), não sendo registrado comportamento de alimentação destas espécies e, conseqüentemente, não existindo o risco de estes mysticetos serem afetados. Neste contexto, um possível acidente de derramamento de óleo não teria efeito sobre a fisiologia alimentar destes grandes cetáceos. No entanto, com base em Evans (1987), a pluma poderia ocasionar alteração das rotas migratórias de indivíduos destas espécies, podendo afetar, conseqüentemente, comportamentos reprodutivos (NRC, 2003).

Pequenos cetáceos também utilizam a região potencialmente atingida pelo óleo para repouso, alimentação ou ainda residência. De acordo com estudos experimentais, os cetáceos possuem a capacidade de detectar visualmente finas camadas de óleo cru, mesmo durante a noite, deslocando-se para áreas não afetadas (Evans, 1987; Siciliano *et al.*, 2006). Entretanto, AMSA (2003) destaca a ocorrência de golfinhos sendo observados nadando e se alimentando dentro ou próximos de áreas com presença de óleo. Neste caso, os cetáceos poderiam ser afetados também indiretamente pela presença do óleo, ao se alimentarem de presas contaminadas (Geraci, 1990).

Como fator mais importante, ressalta-se a possibilidade da persistência de compostos voláteis tóxicos - como hexano e benzeno - causarem consequências danosas aos cetáceos após sua inalação (relacionados à toxicidade aguda) (Leighton, 2000), durante sua subida à superfície para respiração, apesar dos poucos registros que indiquem este tipo de evento como um fator importante na mortalidade de mamíferos marinhos (Geraci, 1990).

Na área de estudo, encontram-se registradas cinco espécies de quelônios: *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), *Chelonia mydas* (tartaruga-verde), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) e *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) (Sanchez, 1999). No caso de acidente de derramamento de óleo, as tartarugas poderiam ser atingidas no ambiente marinho, durante a migração para os sítios reprodutivos ou de alimentação, quando se aproximam da costa (Projeto Tamar, 2010), ou ainda indiretamente, se alimentando de presas afetadas pelo óleo.

Dentre os grupos relacionados ao nécton, o mais dominante se refere ao grupo dos peixes, que, apesar da sua capacidade de escapar de áreas contaminadas, podem ter suas populações afetadas em decorrência de inúmeros processos como os descritos a seguir (Sanborn, 1977; IPIECA, 2000): (i) ovos e larvas podem perecer durante a desova, após serem recobertos ou afetados diretamente pelo óleo; (ii) peixes adultos podem morrer ou não conseguir realizar a desova em águas contaminadas; (iii) populações potencialmente reprodutoras podem ser perdidas devido à contaminação de áreas de reprodução; (iv) comportamentos de fecundação ou reprodução – incluindo-se a migração – podem ser modificados; (v) peixes podem se alimentar de presas contaminadas, que podem ser intencionalmente escolhidas por se apresentarem debilitadas e, portanto, de fácil captura; (vi) espécies comerciais de peixes em seus estágios adulto, juvenil ou larval podem ser adversamente afetadas ou eliminadas.

Atualmente, não há evidências de mortandade massiva de peixes juvenis ou adultos decorrente de derramamento de óleo em ambiente oceânico, uma vez que, nestas regiões, a concentração de óleo abaixo da mancha é reduzida, decaindo diretamente em relação ao tempo e à profundidade. No entanto, em ambientes costeiros, este risco se amplifica, particularmente em função da

ocorrência de espécies com estoque relativamente baixo e áreas restritas de reprodução (IPIECA, 2000).

Considerando-se a área potencialmente atingida num acidente de derramamento de óleo e a capacidade de deslocamento dos animais nectônicos, é possível classificar a incidência e o momento deste impacto como **direta** e **imediate** (em caso de contato físico com a mancha de óleo) ou **indireta** e de **longo-prazo** (em caso de biomagnificação).

É um impacto **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 podem, inclusive, metabolizar os compostos acumulados no organismo. Sua abrangência pode alcançar uma escala **extrarregional**, uma vez que a comunidade nectônica, em grande parte, é composta por animais que ocupam grandes áreas e/ou realizam migrações entre sítios reprodutivos e alimentares. Este impacto tem ainda efeito indutor (**cumulativo**) de alterações em vários níveis da cadeia alimentar e interage com os impactos de interferência nas áreas de reprodução e sobre as atividades pesqueiras.

Portanto, este impacto é classificado como de **média magnitude** e **grande importância**, considerando que o óleo pode atingir áreas consideradas de extrema importância biológica (MMA, 2002) para a conservação de diversos fatores do nécton. Ressalta-se ainda o status de conservação (IBAMA, 2003, 2004; IUCN, 2006) de determinadas espécies de cetáceos, quelônios e peixes registradas na região, conforme diagnosticado no Capítulo 5 do presente EIA.

Fator Ambiental: Cetáceos e Quelônios

Impacto 5: Interferência com a população de cetáceos e quelônios devido ao aumento do número de embarcações em deslocamento

Na região sudeste, os municípios que pertencem à Bacia de Campos perfazem 230 km de linha de praia. Seu litoral é frequentemente visitado por quelônios e cetáceos, que utilizam a área, dentre outras maneiras, como rota de migração, deslocando-se por milhares de quilômetros entre suas áreas de reprodução e alimentação.

Com relação ao grupo dos quelônios, dados do Projeto TAMAR (que atua na região da Bacia de Campos desde 1992, principalmente durante a temporada reprodutiva entre outubro a março), no período entre 1992 e 2001, somente foi registrada a ocorrência de desova da espécie *Caretta caretta* (Gomes *et al.*, 2006). Registros não reprodutivos ocorrem para *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys olivacea* e *Eretmochelys imbricata* (IBAMA, 2006).

Sobre as ameaças e riscos para as populações de tartarugas marinhas em território brasileiro, os principais são: a ocupação irregular do litoral; abate de fêmeas e coleta de ovos; trânsito e iluminação artificial nas praias de desova; captura acidental em artes de pesca; criação de animais domésticos nas praias de desova; poluição dos mares; trânsito de embarcações rápidas e extração mineral em praias (Sanches, 1999).

Quanto ao grupo dos cetáceos, das mais de 40 espécies que ocorrem no Brasil, pelo menos 31 delas são observadas na Bacia de Campos (Siciliano *et al.*, 2006). Acredita-se que a presença de cetáceos na Bacia de Campos esteja relacionada a áreas de residência, de ocupação sazonal, ou ainda a rotas migratórias. Nessa localidade, algumas espécies são tipicamente costeiras, enquanto outras habitam tanto as águas profundas quanto realizam incursões próximas à costa (Siciliano *et al.*, 2006).

Os cetáceos sofrem inúmeras ameaças a partir da ação humana nos rios, mares e oceanos. A poluição, o tráfego de embarcações e a pesca predatória constituem as principais ameaças à sobrevivência e perpetuação destas espécies (Siciliano *et al.*, 2006).

Na atividade de produção e escoamento contemplada nesse EIA, durante as diferentes fases do empreendimento (comissionamento, operação e descomissionamento), haverá um aumento do movimento de embarcações na região, principalmente no que se refere às embarcações de apoio à atividade, o que, a princípio, aumentaria a probabilidade de colisão entre cetáceos e quelônios e essas embarcações.

Em geral, quelônios podem apresentar dificuldades para perceber a presença destas embarcações ou mesmo dificuldades para desviar das mesmas. Portanto,

durante este período, haverá um aumento do risco de atropelamento desses animais.

Segundo Goldberg *et. al* (2010), acidentes envolvendo hélices ou cascos de navios, comumente causam danos ou até a morte de tartarugas marinhas. Assim como todos os répteis, as tartarugas precisam subir a superfície periodicamente para respirar. Esse comportamento, aliado ao seu próprio deslocamento entre áreas de reprodução e alimentação, as deixam vulneráveis a possíveis colisões com embarcações.

O impacto do abalroamento de quelônios e cetáceos por embarcações foi classificado como **negativo, direto** e com alcance **regional**, pois o trajeto das embarcações envolvidas na atividade, desde a base de apoio até a área do Bloco BC-20, cortará parte da Bacia de Campos. O impacto pode ser considerado ainda como **imediate** e **temporário**, já que cessando o fator impactante (trânsito de embarcações), os efeitos sobre a população não serão mais percebidos, **simples**, pois não induz nem potencializa nenhum outro impacto. Levando em conta que o atropelamento dos animais poderá levá-los ou não à morte, considera-se o impacto como **irreversível**, em caso de morte **ou reversível**, em caso de o choque não matar o animal.

Com base nestes critérios, o impacto do abalroamento de quelônios e cetáceos devido ao aumento do tráfego marítimo foi considerado de **baixa magnitude**, tendo em vista que não ocorrerá um aumento considerável de embarcações transitando na área e de **média importância**, considerando o quantitativo de indivíduos sujeitos a sofrer um abalroamento e a baixa probabilidade de ocorrerem alterações adversas aos grupos populacionais aos quais pertencem, bem como por não constituir ameaça à sobrevivência da espécie.

Impacto 6: Interferências sobre costões rochosos

Costões rochosos são importantes ecossistemas, pois abrigam um vasto número de espécies de alta importância ecológica e econômica. Ostras, mexilhões, peixes e crustáceos habitam os costões rochosos, utilizando-os como local de alimentação, crescimento e reprodução (Coutinho, 2002).

Tais ambientes apresentam uma alta taxa de recuperação a vazamentos de óleo, devido à ação hidrodinâmica que remove o óleo rapidamente (Baker *et al.*, 1990). Da mesma maneira, as regiões entre-marés, sujeitas às ações das ondas, apresentam as maiores taxas de recuperação a esse tipo de acidente (Bishop, 1983).

Apesar dos resíduos formarem crostas “asfálticas” no costão que podem persistir por um grande período de tempo, o regime hidrodinâmico (ondas e marés), juntamente com o intemperismo (ventos), torna o óleo menos tóxico e mais viscoso, podendo deixar acúmulos da fração residual na parte superior do costão rochoso.

As principais mudanças na estrutura desses ecossistemas incluem a mortandade imediata de espécies herbívoras e o consequente aumento da flora, afetando principalmente moluscos e gastrópodes, além de estrelas do mar e caranguejos (IPIECA, 1995).

O grau de sensibilidade dos costões ao óleo varia de 1, em costões rochosos expostos, a 8, em costões abrigados (Gundlach & Hayes, 1978), sendo que ambos foram identificados para a área passível de toque por óleo em caso de derrame (ver Anexo 6-1).

Devido à presença de costões rochosos abrigados, espalhados pela extensão da área potencialmente atingida, este impacto é classificado como **direto, extrarregional, temporário, imediato e reversível**. Como os costões rochosos da área potencialmente atingida são considerados atrações turísticas e zonas de lazer, este impacto é indutor de impacto sobre o turismo, portanto considerado como **cumulativo**.

Ainda, a presença de óleo no costão rochoso implica em alteração na biota característica do local, tornando este impacto indutor do impacto sobre a biota bentônica. Deve-se pontuar, do mesmo modo, a presença de algumas Unidades de Conservação que possuem parte de sua região composta por formações de costões rochosos. Assim, para o cenário de derramamento de pior caso (cenários integrados para os volumes de pior caso) considerou-se este impacto como de **alta magnitude**, e por se tratar de uma área de extrema importância biológica (MMA, 2007) e de uso humano, este impacto foi avaliado como de **grande importância**.

Impacto 7: Interferências nas áreas de manguezal e estuários

Os manguezais e estuários são ecossistemas de grande importância devido a sua alta produtividade biológica. No caso de um acidente envolvendo derramamento de óleo, as espécies da fauna e flora que ocorrem nos manguezais são facilmente afetadas (USEPA, 1993).

Um acidente de grandes proporções poderia ocasionar altas taxas de mortalidade de espécies dos manguezais, as quais se recuperam naturalmente somente após um longo tempo, em comparação com outros ecossistemas. A retirada da camada superior do substrato durante o processo de limpeza significaria a remoção de um grande número de espécies, como poliquetas, crustáceos e espécies da flora (USEPA, 1993; Dicks, 1999), não sendo prática recomendada nas ações de limpeza desses ambientes.

Assim como os manguezais, os estuários são considerados zonas de abrigo e reprodução de espécies fundamentais para a cadeia alimentar marinha, funcionando como importantes berçários de crustáceos, peixes e moluscos. Os canais dos estuários são os principais meios de condução para o fluxo de marés e rios, controlando o transporte e a deposição de sedimentos, e a mistura da água (Kjerve, 1997).

De acordo com a escala de sensibilidade adotada por NOAA (2002), manguezais e regiões estuarinas são considerados os ambientes que apresentam maior sensibilidade a alterações decorrentes de um derramamento de óleo. Além disso, são classificados como ecossistemas de “extrema” importância biológica (MMA, 2002).

Analisando o conjunto dos fatores de sensibilidade de manguezais e estuários e a probabilidade de alcance do óleo no caso de um possível derramamento, este impacto é classificado como de incidência **direta** sobre a vegetação e sobre a fauna local. O impacto pode ser considerado também como de incidência **indireta**, uma vez que seus efeitos poderão estender-se a outros organismos, através da cadeia trófica e da ciclagem de nutrientes.

O impacto também é considerado como **permanente** e **parcialmente reversível a irreversível**, pois os efeitos deste tipo de degradação sobre a biota

apresentam um período de tempo de recuperação desconhecido. Além disso, estes ecossistemas podem tornar-se mais frágeis a cada impacto sofrido, uma vez que sua recuperação é lenta e pode ocorrer acúmulo espaço-temporal de efeitos antrópicos de origens diferenciadas. Uma vez que o ambiente é atingido por óleo, se verifica o desencadeamento **imediate** do impacto.

De acordo com a modelagem de pior caso (cenários integrados para os volumes de pior caso), alguns destes ecossistemas presentes em locais da costa dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina poderão ser atingidos, sendo o impacto classificado como de abrangência **extrarregional**. O impacto ainda é considerado como indutor de alterações na biota associada a esses ecossistemas e com isso **cumulativo**.

Impactos sobre os manguezais e estuários interagem com impactos sobre áreas de reprodução de estoques pesqueiros, por serem “áreas berçários” para diversas espécies. Sendo assim, impactos sobre estes ecossistemas consequentemente atingiriam as atividades de pesca, interferindo com a economia dessa região. Além disso, tais impactos incidem sobre ecossistemas considerados como prioritários para a conservação (MMA, 2002; 2007).

Em virtude da severidade do impacto causado por um derramamento de óleo o impacto foi considerado como de **alta magnitude**. E, considerando as características dos ambientes afetados, este impacto foi considerado como de **grande importância**.

Impacto 8: Interferências sobre as lagoas costeiras e áreas alagadas

A área potencialmente afetada em função do pior caso modelado neste EIA (cenários integrados para os volumes de pior caso) abrange municípios dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, nos quais se localizam lagoas costeiras e também algumas áreas alagadas.

Dependendo das condições oceanográficas, meteorológicas e, considerando as características do cordão litorâneo da região, o óleo poderá alcançar os ecossistemas que estão em contato direto com o mar ou separados por estreitas barreiras, alterando a qualidade da água e deixando resíduos na areia, nas pedras, na vegetação e na fauna associadas (Bishop, 1983).

O impacto de um vazamento de pior caso incidiria de maneira **direta** sobre as lagoas costeiras e áreas alagadas e, uma vez que este impacto não se restringe às zonas de desenvolvimento da atividade, sua abrangência espacial é classificada como **extrarregional** e com efeitos **temporários**. A reversibilidade deste impacto pode variar de **parcialmente reversível** a **irreversível**, de acordo com a dinâmica de troca de águas da lagoa. Os efeitos deste impacto podem ser sentidos imediatamente após o toque do óleo, sendo classificado como **imediate** e, no caso de lagoas com comunicação restrita com o mar, os efeitos podem ser observados em **curto prazo** após o toque do óleo na costa.

Este impacto também é classificado como de **alta magnitude** e **cumulativo**, uma vez que induz e potencializa os impactos sobre atividades socioeconômicas coletivas desenvolvidas na região, como a pesca, o turismo e o lazer.

Considerando a importância econômica e ecológica, além da sensibilidade das lagoas costeiras e áreas alagadas, esse impacto pode ser classificado como de **grande importância**.

Impacto 9: Interferências nas áreas de restinga

Os impactos de um derrame acidental de óleo sobre as formações de restinga se dariam quase exclusivamente sobre (i) as comunidades halófilas-psamófilas e (ii) as comunidades de matas alagadas, em decorrência do fato dessas comunidades estarem em contato com o mar ou cursos d'água, respectivamente.

O óleo que alcançar os ecossistemas que estão em contato direto com o mar poderá deixar resíduos na areia, nas pedras, na vegetação e na fauna associadas (Bishop, 1983). Dependendo das condições oceanográficas e meteorológicas, e considerando as características do cordão litorâneo da região potencialmente afetada, o óleo poderá alcançar parte da vegetação de restinga que está na área de contato com as praias. Além disso, de acordo com a intensidade do derramamento, essas considerações poderão valer também para as áreas de contato entre estuários e restingas.

Baseado nas características do impacto sobre este ecossistema, o mesmo é classificado como sendo de incidência **direta e indireta**, de **curto prazo**, **extrarregional**, **temporário**, **parcialmente reversível** e de **alta magnitude**.

As áreas de restingas são classificadas como prioritárias para a conservação, dadas as funções ecológicas que desempenham, além do elevado grau de endemismo, decorrente das trocas biológicas com a Mata Atlântica (MMA, 2007). Destaca-se ainda que toda a linha de praia desse trecho de costa também é considerada de importância “muito alta” para a conservação, sendo o ecossistema de restinga efetivamente protegido em algumas áreas por fazer parte de Unidades de Conservação, além de ser considerado Reserva Ecológica em toda a sua extensão no território brasileiro pela Resolução CONAMA 04/1985.

O impacto sobre este ecossistema pode ser considerado como indutor de outras alterações na biota, sendo assim **cumulativo**. Assim, para o cenário de derramamento acidental de óleo, por se tratar de uma área de extrema importância biológica, este impacto foi avaliado como **estratégico** e de **grande importância**.

Impacto 10: Interferências sobre as praias arenosas

Segundo Johnson (1970) e McLachlan & Harty (1981), uma parte do óleo depositado nas praias será lavado pelas ondas, enquanto grande parte será enterrada, penetrando no sedimento. Quando o óleo penetra no sedimento, além de interferir com os organismos presentes, ele também altera suas características físicas (Brown & McLachlan, 1994).

A maioria das espécies presentes em praias arenosas é afetada em caso de derramamento de óleo. À medida que a concentração de óleo diminui, novas espécies vão ocupando o ambiente sendo que a composição e a abundância da comunidade sofrem uma série de oscilações, até que a estabilidade se restabeleça. As maiores espécies e de maior longevidade geralmente apresentam recuperação mais lenta, sendo detectados hidrocarbonetos em seus tecidos até cinco anos depois do derramamento (Brown & McLachlan, 1994).

Outros animais também sofrem as consequências da contaminação das praias arenosas por óleo. Aves e peixes que se alimentam de organismos

bentônicos são os principais organismos potencialmente afetados pela persistência de hidrocarbonetos em seus tecidos (Nibakken, 1993).

Na região com probabilidade de ser atingida, destacam-se praias de elevada sensibilidade ambiental, além de praias de grande interesse turístico.

Este é um impacto de incidência **direta** e **indireta**. Devido à ampla distribuição das praias ao longo do litoral da área potencialmente atingida, esse impacto apresenta abrangência **extrarregional**. Esse impacto pode ser classificado ainda como **temporário**, **parcialmente reversível** e **imediate**. Considerando a severidade do impacto, ele é considerado como de **alta magnitude**.

Esse impacto é classificado como **cumulativo** por ser indutor do impacto sobre as atividades de turismo, pesca e lazer desenvolvidas na área. Além disso, as alterações no ambiente de praia possivelmente acarretariam alterações na biota, principalmente sobre a comunidade bentônica e de aves marinhas. Considerando estes fatores e o alto número de unidades de conservação que protegem faixas de praia da área de influência deste empreendimento reforça a importância biológica deste tipo de ecossistema (MMA, 2002; 2007) e a classificação do impacto como de **grande importância**.

Impacto 11: Interferências nas Unidades de Conservação

Dentro da área passível de ser atingida por derramamento de óleo, decorrente da presente atividade, estão localizadas Unidades de Conservação que apresentam interface com a região costeira, sendo consideradas, portanto, passíveis de serem potencialmente impactadas em caso de um derramamento acidental de óleo. As Unidades de Conservação potencialmente atingidas nesse empreendimento, bem como os tipos de ambiente nelas encontrados, são apresentadas no Quadro II.6.3.4-1.

Quadro II.6.3.4-1 - Relação das Unidades de Conservação potencialmente atingidas por um derrame de óleo catastrófico (pior caso).

UF	DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ATO DE CRIAÇÃO	ÁREA (ha)	ADMINISTRAÇÃO	AMBIENTE	PLANO DE MANEJO
RJ	APA de Cairuçu	Parati	DF 89.242 de 27/12/83	33.800	Federal	Restinga, Manguezal e Insular	Não existente
	Estação Ecológica Tamoios	Angra dos Reis	Comodato FURNAS e SEMA de 23//07/83 e DF 98.864 de 23/01/90	70	Federal	Ilhas, Ilhotas e Costão rochoso	Não Existente
	APA de Tamoios	Angra dos Reis	DE 9.452 de 05/12/86	26.200	Estadual	Restinga e Manguezal	Não Existente
	Parque Estadual da Ilha Grande	Angra dos Reis	DL 15.273 de 28/06/71 e DE 16.067 de 04/06/73	12.406	Estadual	Restinga	Não Existente
	Parque Estadual Marinho do Aventureiro	Angra dos Reis	DE 15.983 de 27/11/90	-	Estadual	Costão Rochoso, Praias e Restinga	Não Existente
	Reserva Biológica da Ilha Grande	Angra dos Reis	DE 9728 de 06/03/87	-	Estadual	Insular, Restingas, Praias, Manguezais e Costão rochoso	Não existente
	Reserva Biológica da Praia do Sul	Angra dos Reis	DE 4.972 de 02/12/81	3.600	Estadual	Restinga e manguezal	Não existente
SP	APA Cananéia-Iguape-Peruíbe	Cananéia, Iguape, Peruíbe, Itariri e Miracatu	Art. 14 da lei 9.985 de 18/07/2000	234.000	Federal	Manguezais	Em Elaboração
	ARIE Ilha do Ameixal	Iguape	Decreto nº 91.889, de 05 de novembro de 1985.	400	Federal	Ilha	Não Existente
	Estação Ecológica Tupinambás	São Sebastião e Ubatuba	Decreto nº 94.656, de 20 de julho de 1987.	27,82	Federal	Ilhas, ilhotas e parcéis litorâneos	Não existente
	Estação Ecológica dos Tupiniquins	Peruíbe e Cananéia	Decreto nº 92.964, de 21 de julho de 1986	43,25	Federal	Ilhas	Não Existente

(continua)

Quadro II.6.3.4-1 - (continuação)

UF	DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ATO DE CRIAÇÃO	ÁREA (ha)	ADMINISTRAÇÃO	AMBIENTE	PLANO DE MANEJO
SP	Reserva Extrativista do Mandira	Cananéia	Decreto de 13 de dezembro de 2002	1.175,93	Federal	Manguezal	Não Existente
	Parque Estadual Marinho da Laje de Santos	Santos	Decreto Estadual nº 37.537 de 27/09/93	5.000	Estadual	Marinho	Existente
	Parque Estadual Ilha Bela	Ilha Bela	Decreto Estadual 9.414 de 20 de janeiro de 1977	27.025	Estadual	Praias, Restingas, Manguezal e Insular	Existente
	Parque Estadual Ilha Anchieta	Ubatuba	Decreto Estadual 9.629 de 29/03/77	1.000	Estadual	Insular e Restinga	Não Existente
	Parque Estadual Ilha do Cardoso	Cananéia, Iguape e Paranaguá	Decreto nº 40.319 de 03/07/1962	15.100	Estadual	Praia, Dunas, Restinga, Manguezal e Costão Rochoso	Existente
	Estação Ecológica dos Chauás	Iguape	Estadual nº 26.719	2.699	Estadual	Restinga e Manguezal	Não Existente
	Estação Ecológica Juréia-Itatins	Peruíbe	Lei estadual 5.649/87	79.830	Estadual	Praia, Restinga e Manguezal	Não Existente
	PE da Serra do Mar	Bariri, Bertioga, Biritiba-Mirim, Caraguatatuba, Cubatão, Cunha, Iguape, Itanhaém, Juquitiba, Mogi das Cruzes, Mongaguá, Natividade da Serra, Paraibuna, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Peruíbe, Praia Grande, Rio Grande da Serra, Salesópolis, Santo André, Santos, São Bernardo do Campo, São Luiz do Paraitinga, São Paulo, São Sebastião, São Vicente, Suzano e Ubatuba	Decreto Estadual 10.251/77	315.390	Estadual	Praia, Manguezal e Costão rochoso	Existente
PE Xixová-Japuí	Praia Grande, São Vicente	Decreto Nº 37.536/93	901	Estadual	Praia, costão rochoso	Não informado	

(continua)

Quadro II.6.3.4-1 - (continuação)

UF	DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ATO DE CRIAÇÃO	ÁREA (ha)	ADMINISTRAÇÃO	AMBIENTE	PLANO DE MANEJO
SP	APA Alcatrazes	São Sebastião	Lei Municipal 848/92	-	Municipal	Marinho, costões rochosos, ilhas e restinga	Não existente
	APA Ilhas Tamanduá	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Praias, costões rochosos, ilha	Não existente
	APA Massaguaçu	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Praia	Não existente
	APA Praia Brava	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Praia	Não existente
	APA Rio Juqueriquerê	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Rio, mata ciliar, estuário e manguezal	Não existente
	APA Rio do Ouro	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Rio, mata ciliar	Não existente
	APA Santo Antônio	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Rio, mata ciliar, estuário e manguezal	Não existente
	APA Rio Guaxinduba	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Rio, mata ciliar, estuário e manguezal	Não existente
	APA Rio Cantagalo	Caraguatatuba	-	-	Municipal	Rio, mata ciliar	Não existente
	APA Mococa		-	-	Municipal	Rio, mata ciliar, estuário e manguezal	Não existente
	APA Mar de Caraguatatuba		-	-	Municipal	Praias	Não existente
APA Serra do Mar		-	-	Municipal	Mata Atlântica	Não existente	
PR	APA Guaraqueçaba	Guaraqueçaba, Antonina e Paranaguá	Decreto nº 90.883, de 31 de janeiro de 1985	313.000	Federal	Mata atlântica, baías, enseadas	Em Elaboração
	E.E. Guaraqueçaba	Guaraqueçaba e Paranaguá	Decreto nº 93.053, de 31 de julho de 1986	13.638,90	Federal	Manguezais	Não Existente

(continua)

Quadro II.6.3.4-1 - (continuação)

UF	DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ATO DE CRIAÇÃO	ÁREA (ha)	ADMINISTRAÇÃO	AMBIENTE	PLANO DE MANEJO
PR	P.N de Saint - Hilaire/Lange	Guaratuba, Matinhos, Morretes e Paranaguá	Lei nº 10.227, de 23 de maio de 2001	24.500	Federal	Mata atlântica e baías	Não Existente
	P N do Superagui	Guaraqueçaba	Decreto nº 97.688, de 25 de abril de 1989	33.988	Federal	Praia, mangue, estuários e mata atlântica	Não Existente
	Estação Ecológica de Guaraguaçu	Paranaguá	Decreto 1.230 de 27/03/92	1.150	Estadual	Restingas e Mangue	Não Existente
	Estação Ecológica Ilha do Mel	Paranaguá	Decreto 5.454 de 21/09/82	2.240	Estadual	Praia, Costão Rochoso e Restinga	Existente
	Parque Estadual Ilha do Mel	Paranaguá	Decreto 5.506 de 21/03/02	337	Estadual	Praia, Costão Rochoso e Restinga	Existente
	Parque Estadual do Boguaçu	Guaratuba	Decreto Nº 4056 - 26/02/1998	6.052	Estadual	Manguezais e Restinga	Não Existente
SC	APA do Anhatomirim	Governador Celso Ramos e Florianópolis (Baía Sul)	Decreto nº 528, de 20 de maio de 1992	1.829,00	Federal	Praia, baías, enseadas, mata atlântica.	Não Existente
	APA da Baleia Franca	Florianópolis e Balneário do Rincão	Decreto de 14 de setembro de 2000	156.100	Federal	Zona costeira	Em Elaboração
	E. E de Carijós	Florianópolis	Decreto nº 94.656, de 20 de julho de 1987.	712	Federal	Manguezais e restingas	Existente
	ReBio Marinha do Arvoredo	Ilha de Santa Catarina	Decreto nº 99.142, de 12 de março de 1990	17.800	Federal	Ilhas costeiras	Existente
	RESEX Marinha do Pirajubaé	Florianópolis	Decreto nº 533, de 20 de maio de 1992	1444	Federal	Manguezais e Rios	Em Elaboração
Parque Estadual Acaraí	São Francisco do Sul	Decreto Estadual Nº 3.517	6.667	Estadual	Restinga e Lagunar	Não Existente	

(continua)

Quadro II.6.3.4-1 - (conclusão)

UF	DENOMINAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ATO DE CRIAÇÃO	ÁREA (ha)	ADMINISTRAÇÃO	AMBIENTE	PLANO DE MANEJO
SC	Parque Estadual do Rio Vermelho	Lesta da Ilha de Santa Catarina	Decreto Estadual N° 308/2007	1297	Estadual	Praia, Restinga, Dunas	Não Existente
	Parque Municipal da Praia da Galheta	Florianópolis	Lei 3455/90	149,3	Municipal	Praia, Restinga,	Não Existente
	Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição	Florianópolis	Decreto nº 231/88	463	Municipal	Dunas e Lagunar	Não Existente

Fonte: BDT (1999), Secretarias Estaduais de Meio Ambiente / IBAMA/MMA / Secretaria de Turismo de Cabo Frio.

Foram identificadas mais de 40 Unidades de Conservação (UC's) passíveis de serem atingidas por óleo em caso de vazamento. As UC's identificadas apresentam ambientes diversos dentre aqueles possíveis para regiões litorâneas. Todos os ambientes de ocorrência no litoral (costões rochosos, manguezal e estuário, lagoas costeiras e áreas alagadas, áreas de restinga, dunas e praias arenosas) tiveram os impactos ambientais potenciais decorrentes de derrames de óleo descritos anteriormente. Assim, os impactos ambientais potenciais sobre as Unidades de Conservação dependerão do tipo de ambiente que esta apresenta, conforme descrito nos impactos 5 a 9.

As Unidades de Conservação objetivam a preservação de áreas importantes para a biodiversidade, mantendo-as livre de possíveis impactos. Portanto, um derramamento de óleo nos limites das UC's ou em suas zonas de amortecimento é considerado um impacto **direto**.

Como o efeito impactante será sentido apenas no período em que o óleo permanecer no ambiente, o qual poderia variar desde um período curto, em ambientes com áreas rochosas, ou extremamente longo, em casos de ambientes com baixo dinamismo, este impacto foi considerado **temporário/permanente**, variando com as características ambientais das UC's atingidas.

Foi considerado **parcialmente reversível** a **irreversível**, uma vez que as condições ambientais dificilmente serão totalmente restabelecidas, principalmente nas áreas de mangue e nas UC's chamadas de Proteção Integral.

A região da costa que pode apresentar óleo estendeu-se de Angra dos Reis – RJ até Balneário Gaivota – SC, sendo o impacto considerado **extrarregional**. Levando-se em consideração que todas as Unidades de Conservação diagnosticadas são costeiras, o óleo ao atingir a costa irá afetar diretamente estas Unidades, o que caracteriza este impacto como **imediate**.

A utilização das UC's para fins turísticos, de pesquisa científica e de educação ambiental torna este impacto indutor do impacto sobre as atividades turísticas. Além disso, há uma preocupação adicional em preservar as comunidades tradicionais locais, que sobrevivem principalmente da pesca artesanal, tornando este impacto indutor do impacto sobre as atividades de pesca, sendo assim classificado como **cumulativo**.

Portanto, em decorrência da severidade do impacto de derramamento de óleo, o mesmo foi classificado como de **alta magnitude**. E, devido à alta sensibilidade ambiental inerente a UC's, potencializada (i) pela presença de UC's de proteção integral (uso indireto), (ii) pela interação com os impactos de interferência em ecossistemas e comunidades biológicas abrangidos pelas UC's potencialmente afetadas e de interferência com atividades pesqueiras, turísticas e de lazer desenvolvidas na área, (iii) pelo caráter estratégico e (iv) ao seu caráter cumulativo; este impacto foi classificado como de **grande importância**.

Impacto 12: Interferências nas atividades pesqueiras

No caso da ocorrência de um acidente a partir de um derramamento de óleo, de acordo com o projetado por simulação, poderão ocorrer interferências tanto na modalidade de pesca oceânica quanto na modalidade de pesca costeira. O evento demandará uma readequação temporária da atividade pesqueira 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 da quantidade de pescado capturado.

Além de mudanças nos pontos de desembarque do pescado, 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 área potencialmente afetada por um acidente é utilizada por muitas colônias de pesca existentes nos municípios ao longo da costa sul/sudeste brasileira. Esta região possui infraestrutura consolidada tanto para a pesca costeira quanto para a pesca oceânica, englobando diferentes modalidades de pesca dentre as colônias e associações.

As alterações sobre a atividade pesqueira configuram-se em um impacto **direto**, devido às restrições que serão impostas às frotas pesqueiras da região e **indireto**, pois algumas alterações resultarão do impacto sobre os recursos pesqueiros e toda biota aquática.

É **temporário**, cessando-se com a dispersão total do óleo derramado. Ocorrerá de **imediate** e é **reversível** e de abrangência **extrarregional**, estando associado às atividades dos pescadores da área possível de ser atingida por um derramamento de óleo. O impacto potencial resultante das alterações sobre as atividades pesqueiras apresenta-se como **cumulativo**, pois se associa a outros fatores ambientais, sendo potencializado por alguns, como a comunidade biótica aquática, e potencializando outros, como a economia regional.

Foi avaliado também como de **alta magnitude** e **grande importância** devido ao fato da área de dispersão do óleo tratar-se de uma área importante para a produção pesqueira marinha nacional.

Impacto 13: Alterações na Comunidade de Aves Marinhas

As aves marinhas, assim como os demais organismos que vivem nas camadas superficiais do mar, apesar de apresentarem grande mobilidade, sendo capazes de percorrer grandes distâncias, sobrevoando o mar para atingir sítios de nidificação e alimentação (Heubeck *et al.*, 2003), são especialmente vulneráveis ao óleo proveniente de um derramamento (Leighton, 2000) em função da película de óleo que se forma na superfície da água (Braille & Cavalcanti, 1993).

Estudos referentes aos maiores derramamentos envolvendo danos às aves marinhas durante os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário concluem que pequenos volumes de óleo podem ocasionar, em alguns casos, a morte destes animais (Hampton *et al.*, 2003, Leighton, 2000).

Os efeitos da inalação de compostos voláteis tóxicos como hexano e benzeno se restringem às aves que podem entrar em contato com a mancha de óleo nas primeiras horas após o derrame (Leighton, 2000).

Os efeitos decorrentes do contato físico direto das aves com o óleo são: a ingestão e o recobrimento, o que acarreta perda da impermeabilidade das penas (Levinton, 1995). A ingestão de compostos do petróleo ocorre principalmente durante a tentativa de se limpar, sendo os efeitos do contato externo por óleo associados aos da ingestão. A contaminação também pode se dar indiretamente através da ingestão de outros organismos (FEMAR, 2000).

Os efeitos da ingestão incluem anemia, pneumonia, irritação intestinal, danos aos rins, alteração química do sangue, diminuição do crescimento, prejuízos à osmorregulação, decréscimo na produção e viabilidade dos ovos (RPI, 1988; Wood & Heaphy, 1991 *apud* Scholz *et al.*, 1992).

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

Este impacto pode ser classificado como **direto** e **imediate** - em caso de contato físico com a mancha de óleo - ou **indireto** e de **médio-prazo** - em caso de contaminação dos ovos durante o período de cuidado parental.

Em função da área potencialmente atingida pelo óleo e da grande capacidade de deslocamento de aves adultas, este impacto é considerado **extrarregional**, já que as aves realizam extensas migrações entre sítios reprodutivos e alimentares entre altas e baixas latitudes.

Como o efeito impactante será sentido apenas no período em que o óleo permanecer no ambiente que poderia variar desde um período curto, em regiões oceânicas e com alto dinamismo, como as praias arenosas, ou extremamente longo, em casos de ambientes com baixo dinamismo, como manguezais, este impacto foi considerado **temporário/permanente**, variando com as características ambientais dos sítios atingidos.

Foi considerado **parcialmente reversível**, uma vez que as condições ambientais dificilmente serão totalmente restabelecidas, principalmente nas áreas de mangue.

Esse impacto interage com os impactos potenciais sobre interferências com as atividades turísticas e de lazer, uma vez que imagens de aves imersas em manchas de óleo são amplamente utilizadas pela mídia, chamando a atenção da sociedade (Heubeck *et al.*, 2003), podendo assim ser considerado **cumulativo**.

Desse modo, esse impacto pode ser classificado como de **alta magnitude** e **grande importância**, em função da dinâmica apresentada acima e da alta sensibilidade ambiental do fator afetado.

Impactos sobre o Meio Socioeconômico

Impacto 14: Interferências nas atividades pesqueiras

No caso da ocorrência de um acidente a partir de um derramamento de óleo, de acordo com o projetado por simulação, poderão ocorrer interferências tanto na modalidade de pesca oceânica quanto na modalidade de pesca costeira. O evento demandará uma readequação temporária da atividade pesqueira 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 da quantidade de pescado capturado.

Além de mudanças nos pontos de desembarque do pescado, 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 área potencialmente afetada por um acidente é utilizada por muitas colônias de pesca existentes nos municípios ao longo da costa sul/sudeste brasileira. Esta região possui infraestrutura consolidada tanto para a pesca costeira quanto para a pesca oceânica, englobando diferentes modalidades de pesca dentre as colônias e associações.

As alterações sobre a atividade pesqueira configuram-se em um impacto **direto**, devido às restrições que serão impostas às frotas pesqueiras da região e **indireto**, pois algumas alterações resultarão do impacto sobre os recursos pesqueiros e toda biota aquática.

É **temporário**, cessando-se com a dispersão total do óleo derramado. Ocorrerá de **imediate** e é **reversível** e de abrangência **extrarregional**, estando associado às atividades dos pescadores da área possível de ser atingida por um derramamento de óleo. O impacto potencial resultante das alterações sobre as atividades pesqueiras apresenta-se como **cumulativo**, pois se associa a outros fatores ambientais, sendo potencializado por alguns, como a comunidade biótica aquática, e potencializando outros, como a economia regional.

Este impacto é **cumulativo**, devido às inter-relações com os impactos sobre o nécton e sobre os recursos pesqueiros. Foi avaliado também como de **alta magnitude** e **grande importância** devido ao fato da área de dispersão do óleo tratar-se de uma área importante para a produção pesqueira marinha nacional.

Impacto 15: Interferências nas Atividades Turísticas

No caso da ocorrência de um derramamento acidental de óleo de grandes proporções, durante a fase de operação, a mancha apresentaria possibilidade de alcançar áreas costeiras situadas em municípios do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, que incluem importantes centros turísticos litorâneos.

Destaca-se que, a simples divulgação da existência de acidente com vazamento de óleo implica uma diminuição do fluxo de turistas para a região e consequente perda de receitas das cidades litorâneas afetadas, principalmente daquelas vinculadas às atividades de prestação de serviços e comércio.

Este impacto foi avaliado como **direto**, estando associado ao evento acidental e **temporário**, em decorrência do tempo de dispersão da mancha e recomposição das condições que favoreçam o restabelecimento das atividades interrompidas. É um impacto considerado **imediate**, por se manifestar imediatamente após o evento acidental; **reversível**, visto que as condições do turismo na região devem se restabelecer tão logo se encerrem as ações de contingência; e **extrarregional**, por afetar atividades de interesse de públicos situados fora da área de influência do empreendimento, além de ser considerado de **alta magnitude**, devido ao que foi exposto. Deve-se mencionar, ainda, que a magnitude levou também em conta as incertezas sobre o horizonte temporal do restabelecimento da balneabilidade do mar, na área afetada em caso de um derramamento.

Trata-se de um impacto **cumulativo**, pois pode influenciar a dinâmica de outros setores da economia. 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 dos municípios afetados, este impacto foi considerado de **grande importância**.

Impacto 16: Intensificação do tráfego marítimo

No caso de derramamento acidental durante a fase de operação, em quaisquer dos dois campos onde ocorrerá a atividade – Papa-Terra e Maromba – são previstas interferências diretas sobre o tráfego de embarcações na região atingida, seja em relação aos barcos de pesca e turismo, seja com a navegação de cabotagem em geral, uma vez que o deslocamento de manchas poderá, eventualmente, determinar alterações nas rotas de navegação, o que pode causar eventuais aumentos de percurso.

A movimentação de embarcações de combate ao derramamento deve interferir na rota das demais embarcações que necessitarão buscar alternativas de desvio da mancha, ampliando a sensibilidade ao fator “nível de tráfego”, o que potencializa a probabilidade de acidentes de navegação.

Este impacto foi avaliado como **direto** por decorrer predominantemente da demanda de atendimento às ações de contingência, sendo **temporário**, tão logo se restabeçam as condições normais de navegabilidade na área. É **imediate**, por se manifestar associado à ocorrência do evento acidental. Considerando a infraestrutura demandada para o atendimento de um derramamento catastrófico, o impacto foi classificado como **extrarregional**. É considerado um impacto **reversível**, uma vez que as ações de contingência se encerrem, as condições de navegabilidade se restabelecem. Deste modo, este impacto é considerado de **média magnitude**.

Trata-se de um impacto **cumulativo**, por induzir ao impacto referente à pressão sobre a infraestrutura portuária. Este impacto foi avaliado como de **pequena importância**, devido à existência de rotas alternativas, além da possibilidade de manutenção de algumas rotas, independente da presença da mancha.

Impacto 17: Intensificação do tráfego aéreo

No caso da ocorrência de um derramamento acidental das proporções previstas na modelagem utilizada durante a fase de operação, deverá haver um aumento no número de viagens aéreas oriundas e para as Unidades

Estacionárias de Produção situadas nos campos de Papa-Terra e Maromba, em função do transporte de equipamentos e pessoal especializados e para retirada de trabalhadores.

Destaca-se que a ampliação do número de viagens das aeronaves de apoio local e do aumento do número de aeronaves provenientes de outras áreas para acompanhamento das autoridades ou cobertura jornalística deve interferir com as operações de voo normais que ocupam o espaço aéreo regional, ampliando os riscos a este fator ambiental.

Este impacto foi avaliado como **direto**, por decorrer predominantemente da demanda de atendimento às ações de contingência, sendo **temporário**, tão logo cesse o atendimento à demanda emergencial. É **imediate**, por se manifestar associado à ocorrência do evento acidental e **regional**, uma vez que as bases de apoio aéreo a serem utilizadas estão localizadas em Macaé e Cabo Frio, ambos municípios do Estado do Rio de Janeiro e considerados como Área de Influência desta atividade.

Trata-se de um impacto **reversível**, uma vez que as ações de contingência se encerrem, as condições de tráfego aéreo voltam ao normal. Deste modo, este impacto é considerado de **média magnitude**.

Trata de um impacto **simples**. Tendo em vista a boa infraestrutura de transporte aéreo presente nas proximidades da região onde se desenvolverá a atividade de produção das Unidades consideradas, este impacto, foi avaliado como de **pequena importância**.

Impacto 18: Pressão sobre a infraestrutura portuária

A infraestrutura portuária poderá sofrer interferências durante a fase de operação, na medida em que ocorrerem modificações de rotas de embarcações e potencial demanda de outros portos, diferentes dos usualmente utilizados. Esta alteração de itinerários poderá vir a ocasionar a sobrecarga de alguns portos.

No caso de um acidente seguido de derramamento de óleo, os portos mais próximos do local do acidente deverão sofrer uma pressão adicional sobre sua infraestrutura, em decorrência do afluxo das embarcações que participarão das operações de resposta ao derramamento.

Este impacto foi avaliado como **indireto**, sendo **temporário**, tão logo cesse o atendimento à demanda emergencial. É **imediate**, por se manifestar associado à ocorrência do evento acidental. Sua abrangência pode variar entre **regional** e **extrarregional**, uma vez que poderão ser acionados diferentes portos. Trata-se de um impacto **reversível**, pois, com o encerramento das ações de contingência as condições de uso dos portos voltam à normalidade. Deste modo, este impacto é considerado de **baixa magnitude**.

Trata-se de um impacto **cumulativo**, por interagir com o impacto intensificação do tráfego marítimo. Devido ao número de portos existentes no litoral próximo à área de abrangência, este impacto foi avaliado como de **pequena importância**.

Impacto 19: Pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos

As ações de resposta ao derramamento a serem adotadas implicarão na geração de um grande volume de resíduos oleosos que irão demandar locais adequados para sua disposição final. A transferência dos resíduos recolhidos para o local definido para destinação final ou armazenamento temporário ocorre mediante orientação dos órgãos ambientais e da Prefeitura Municipal local.

O acondicionamento de todo material impregnado com o óleo (terra, areia, EPI's, mantas absorventes etc.) será providenciado em sacos plásticos e tambores, devidamente identificados com indicação da origem e do conteúdo.

Os resíduos gerados nessas ações de resposta serão coletados e dispostos conforme procedimentos específicos do Plano de Emergência Individual da plataforma, que prevê a destinação temporária em instalações da Petrobras (Parque de Tubos, em Macaé) e final por empresas devidamente licenciadas para devida destinação dos mesmos, conforme definido no Manual de Gerenciamento de Resíduos da Petrobras.

Este impacto foi avaliado como **indireto**, **irreversível**, e **temporário**. É **imediate**, por se manifestar desde o início das ações de contingência e **extrarregional** por envolver áreas de destinação final que extrapolam a área de

influência da atividade. Desta forma este impacto foi considerado de **média magnitude**.

Trata-se de um impacto **cumulativo** uma vez que interage com o impacto relativo à intensificação do tráfego marítimo. Este impacto é considerado de **média importância** devido, principalmente, às condições da infraestrutura de disposição final de resíduos no Brasil.

Impacto 20: Interferências com aglomerações humanas situadas na trajetória da dispersão do óleo

Devido às atividades de produção de óleo, 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.

Deve-se considerar que, por conta da probabilidade de toque de óleo em áreas costeiras diante da ocorrência de um derramamento de óleo durante a fase de operação, poderá haver alteração na rotina da população ali concentrada, já que suas atividades de lazer e algumas atividades econômicas deverão ser interrompidas temporariamente. Destaca-se, ainda, que aspectos do cotidiano da população deverão sofrer interferências, em função da utilização da área para a implementação das ações de combate ao acidente.

Tendo em vista estes fatores, este impacto negativo foi considerado **direto**, por decorrer da pluma de óleo, **temporário**, por estar associado ao período do evento acidental, e **imediato**, por ocorrer tão logo o acidente se manifeste. É, ainda, **reversível** e **regional**, devido seus efeitos extrapolarem as imediações das zonas de desenvolvimento da atividade. Assim, a **magnitude** deste impacto é considerada **média**.

Trata-se de um impacto **cumulativo** por interagir com os impactos relacionados à intensificação do tráfego marítimo e do tráfego aéreo. Sua **importância** foi avaliada como **grande**, especialmente pela probabilidade de toque em pontos da costa, composta por municípios como Parati (RJ), Ubatuba (SP), Ilhabela (SP), Florianópolis (SC) e Bombinhas (SC) que possuem alta

dependência do setor turístico, impulsionado pelo caráter estético de suas paisagens costeiras.

II.6.3.5 - Síntese Conclusiva dos Impactos Potenciais

Conforme pode ser observado na matriz de avaliação de impactos potenciais, apresentada no Quadro II.6.3.5-1, foram identificados e avaliados 20 impactos, dos quais 13 são incidentes sobre os meios físico e biótico (meio natural) e 7 são incidentes sobre o meio socioeconômico. Os impactos incidentes sobre o meio natural são considerados majoritariamente como de alta magnitude, sendo a maioria de grande importância. Entretanto, a maior parte dos impactos foi avaliada como temporária e reversível ou parcialmente reversível.

No meio natural, a importância dos impactos foi avaliada como grande em sua maioria (11 de 13 impactos), principalmente em função das interferências nos ecossistemas costeiros e dos efeitos cumulativos observados entre os impactos sobre a qualidade da água → comunidades planctônica e nectônica → recursos pesqueiros. Ressalta-se a importância biológica avaliada por MMA (2002a) para todos estes fatores.

Os impactos avaliados para o meio socioeconômico se apresentam, em sua maioria (6 de 7 impactos), como temporários e reversíveis. A magnitude foi avaliada como média para a maioria (4 de 7 impactos) dos impactos. Já a importância foi identificada como pequena para o caso da intensificação do tráfego (marítimo e aéreo) e pressão sobre a infraestrutura portuária; e grande especialmente para o impacto sobre a atividade de pesca e sobre o turismo, setores relevantes para a economia dos municípios com possibilidade de toque de óleo.

Observa-se que, de modo geral, os impactos identificados apresentam-se como temporários e reversíveis, já que, uma vez cessada a fonte impactante, o ambiente tende a retornar às condições naturais, em maior ou menor período de tempo, de acordo com a resiliência do fator ou componente ambiental afetado.

Embora haja registros de grandes catástrofes relacionadas a derramamentos de óleo, esta atividade reveste-se de uma peculiaridade essencial no que diz respeito à magnitude dos impactos ambientais possivelmente decorrentes de tal

incidente: 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.

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.

A presença do óleo na água afeta os compartimentos presentes na coluna d'água, todavia, não foi identificada a possibilidade de alteração na qualidade do sedimento, tampouco na comunidade bentônica no oceano, em virtude das características peculiares do óleo que tendem a migrar para a superfície imediatamente após o derramamento e evaporar, devido à grande parcela de componentes voláteis em sua composição.

Cabe destacar também que pode ser percebida uma influência desses impactos como um todo sobre as atividades pesqueiras e turísticas. Alterações nas comunidades 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 e hotelaria. 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.

Todos esses fatores até aqui comentados são importantes, mas não suficientes para uma análise realista e equilibrada dos impactos ambientais do derramamento 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 à consequente avaliação da frequência destes acidentes.

Estas informações permitem considerar que, embora a avaliação dos impactos decorrentes de um derramamento dessas proporções revele uma

considerável interferência no meio ambiente, no contexto das hipóteses acidentais envolvendo derramamento de óleo identificadas na Análise de Riscos, tais eventos correspondem a possibilidades remotas.

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 reportadas ocorreram com navios transportadores e plataformas de perfuração, e não com as atividades de produção de Petróleo e Gás Natural.

Em abril de 2010, por exemplo, o acidente envolvendo a plataforma de perfuração *offshore* – *Deepwater Horizon*, resultou no vazamento de aproximadamente 780.000 m³ de óleo cru no mar. O acidente atualmente considerado o pior desastre ambiental na história dos Estados Unidos, segundo departamento de energia e mudanças climáticas do governo americano, ocorreu devido a uma série de falhas operacionais (Inafuku et al., 2011).

Apesar das dificuldades operacionais, durante aproximadamente três meses diversas tentativas para controlar o vazamento foram aplicadas, até que o poço fosse selado definitivamente. Adicionalmente às medidas de controle previstas no plano de resposta à emergência, foram considerados e empregados diversos outros mecanismos alternativos na tentativa de conter o vazamento (Inafuku et al., 2011).

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 vem decrescendo ao longo do tempo (dados referentes ao período de 1977 a 1988). Há tipos de acidentes que tanto podem causar danos severos, como insignificantes (ex.: *blowout*), já que a severidade dos danos sofridos por uma unidade móvel é função da intensidade do acidente ocorrido e da eficácia das medidas preventivas adotadas. *Blowouts* e incêndios respondem pelos principais problemas operacionais que causam danos significativos a perda total (capotagem e naufrágio). É importante destacar que os três principais

acidentes envolvendo vazamento de óleo para o mar ocorridos em plataformas de perfuração (Deepwater Horizon, 2010; West Atlas/Montara, 2009; Sedco 135F, 1979) foram causados por *blowouts*.

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 entravam no ambiente marinho, sendo provenientes das mais diversas fontes, enquanto que, em estimativas mais recentes, feitas em 1990, esse valor foi bem menor: 2,35 milhões de toneladas.

A análise global dos impactos potenciais não considerou medidas preventivas e/ou corretivas, elencadas para todos os impactos aqui tratados na Seção II.7 deste documento. Destaque deve ser dado ao Plano de Emergência Individual (Seção II.9), que deverá combater especificamente os aspectos relacionados aos derramamentos de óleo provenientes do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural e Petróleo no Bloco BC-20, Bacia de Campos e ao Programa de Gerenciamento de Riscos, que visa a ação planejada para o combate às eventuais situações de emergência consideradas como significativas a partir da Análise de Risco.

Quadro II.6.3.5-1 - Matriz de Avaliação dos Impactos Potenciais.

Nº	IMPACTO POTENCIAL	CENÁRIO AVALIADO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO								
			INCIDÊNCIA	ABRANGÊNCIA ESPACIAL	PERMANÊNCIA	MOMENTO	REVERSIBILIDADE	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE	IMPORTÂNCIA	
Impactos sobre os meios físico e biótico											
1	Alterações na qualidade da água	C1	D	E	T	I	R	A	C	M	
		C2						M			
2	Alterações na qualidade do ar	C1	D	E	T	I	R	A	C	G	
		C2						M			
3	Alterações na comunidade planctônica	C1	D/I	E	T	I	R	A	C	G	
		C2						M			
4	Alterações na comunidade nectônica	C1	D/I	E	T	ILp	R	M	C	G	
		C2						B			
5	Interferência com a população de cetáceos e quelônios devido ao aumento do número de embarcações em deslocamento	D	D	R	T	I	R/Ir	B	S	M	
6	Interferências sobre os costões rochosos	C1	D	E	T	I	R	A	C	G	
		C2						M			
7	Interferências sobre as áreas de manguezal e estuários	C1	D/I	E	Pe	I	Pr/Ir	A	C	G	
		C2						M			
8	Interferências sobre as lagoas costeiras e áreas alagadas	C1	D	E	T	I/Cp	Pr/Ir	A	C	G	
		C2						M			
9	Interferências sobre as áreas de restinga	C1	D/I	E	T	Cp	Pr	A	C	G	
		C2						M			
10	Interferências sobre as praias arenosas	C1	D/I	E	T	I	Pr	A	C	G	
		C2						M			
11	Interferências sobre as Unidades de Conservação	C1	D	E	T/Pe	I	Pr/Ir	A	C	G	
		C2						M			
12	Interferências sobre recursos pesqueiros	C1	D/I	E	T	I	R	A	C	G	
		C2						M			
13	Alterações na comunidade de aves marinhas	C1	D/I	E	T/Pe	I/Mp	Pr	A	C	G	
		C2						M			
Impactos sobre o meio socioeconômico											
14	Interferências nas atividades pesqueiras	C1	D/I	E	T	I	R	A	C	G	
		C2						M			
15	Interferências nas atividades turísticas	C1	D	E	T	I	R	A	C	G	
		C2						M			
16	Intensificação do tráfego marítimo	C1	D	E	T	I	R	M	C	P	
		C2						B			
17	Intensificação do tráfego aéreo	C1	D	Re	T	I	R	M	S	P	
		C2						B			
18	Pressão sobre a infraestrutura portuária	C1	I	Re/E	T	I	R	B	C	P	
		C2						B			
19	Pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos	C1	I	E	T	I	Ir	M	C	M	
		C2						B			
20	Interferências com aglomerações humanas situadas na trajetória da dispersão do óleo	C1	D	Re	T	I	R	M	C	G	
		C2						B			
LEGENDA											
Incidência D = Direto I = indireto	Abrangência Espacial L = Local Re = Regional E = Extra-regional	Permanência T = Temporário Pe = Permanente	Momento I = Imediato Cp = Curto prazo Mp = Médio prazo Lp = Longo prazo	Reversibilidade R = Reversível Pr = Parcialmente reversível Ir = Irreversível	Magnitude B = Baixa M = Média A = Alta	Cumulativo C = Cumulativo S = Simples	Importância P = Pequena M = Média G = Grande				
D: Deslocamento de embarcações											
Cenário 1: Acidente envolvendo perda de controle de poço (333.617,0 m ³ - pior caso)					Cenário 2: Acidente envolvendo embarcações de apoio (200 - 500m ³)						