

II.6.3 - Impactos Potenciais

Os impactos potenciais a serem analisados no âmbito do Projeto Mexilhão se referem tanto a aspectos que possuem potencialidade de ocorrer, quanto a aspectos exclusivamente relacionados a acidentes. Dessa forma, espera-se fornecer subsídios para o correto dimensionamento das interferências ambientais das atividades de desenvolvimento e produção no campo de Mexilhão, considerando-se, neste momento, os riscos inerentes às atividades petrolíferas e de apoio inseridas no projeto em questão.

II.6.3.1 - Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada para a avaliação dos impactos potenciais assemelha-se à adotada para a avaliação de impactos reais apresentada no sub-item 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 às atividades de desenvolvimento e produção de condensado do campo de Mexilhão - sessão II.2;
- ★ Hipóteses acidentais referentes a vazamento de condensado identificadas pela Análise de Risco - sessão II-8;
- ★ Resultados das simulações de derramamento de condensado - Sub-item II.6.1;
- ★ Descrição das características físico-químicas e padrões de intemperismo do condensado - sub-item II.6.3.3;
- ★ Caracterização ambiental da área possivelmente afetada pelos impactos potenciais identificados para o Projeto Mexilhão - sessão II.5.

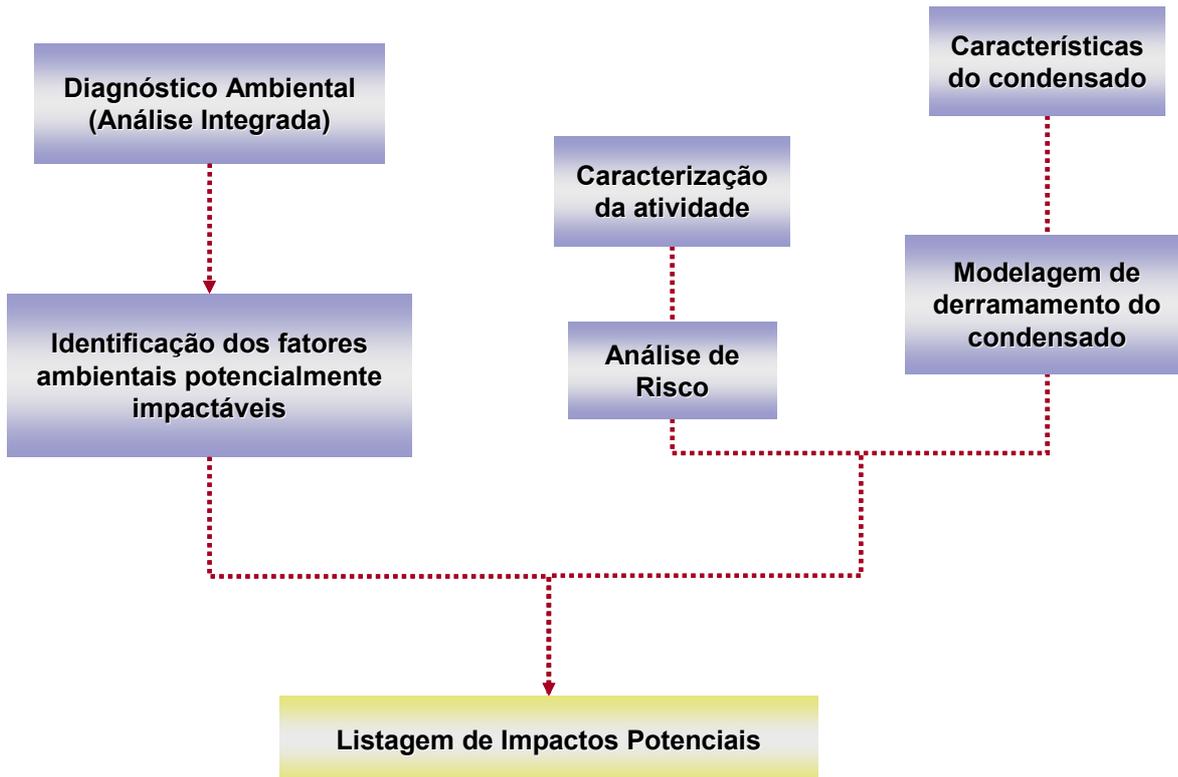


Figura II.6.3.1-1 - Representação esquemática dos procedimentos metodológicos da etapa de identificação dos impactos potenciais.

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). Neste contexto, os impactos potenciais foram avaliados ora incidentes nos *componentes ambientais*, ora incidentes nos *fatores ambientais*, sendo o primeiro aqui representado pelos ecossistemas costeiros e ambiente terrestre, presentes na área de influência desta atividade, e o segundo pelos recursos ambientais utilizados para a avaliação dos impactos reais (qualidade do ar, biota marinha, atividade pesqueira etc).

Esta metodologia foi utilizada com dois objetivos principais: (i) evitar um grande número de impactos para avaliar cada fator ambiental dos diversos

componentes ambientais (ecossistemas costeiros e ambiente terrestre) 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 impactos exógenos.

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 sub-item II.6.2.1, tendo sido utilizados também para a identificação dos impactos reais.

Etapa 2 – Avaliação dos impactos

A avaliação dos impactos reais, apresentada no item II.6.2 deste documento, trata essencialmente de ações planejadas, em sua maioria implementadas em um horizonte temporal associado à duração do Projeto. São ainda ações inerentes e absolutamente necessárias ao desenvolvimento das atividades de desenvolvimento e produção do campo de Mexilhão. 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. Além disso, quanto à sua frequência, um evento acidental muitas vezes corresponde a uma representativa alteração ambiental em um curto intervalo de tempo. Ainda que esta afirmativa não se aplique à totalidade dos impactos potenciais aqui avaliados, tais como o impacto de introdução de espécies exóticas invasoras, devido ao transporte da unidade e atividades de instalação e o impacto da interferência com o patrimônio histórico e arqueológico devido à instalação do duto terrestre.

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 reais, 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 da magnitude dos impactos ambientais do derramamento acidental de óleo, foram adotados os seguintes critérios, também definidos e caracterizados no sub-item II.6.2.1, a saber: **incidência, abrangência espacial, permanência, momento e reversibilidade**. Ressalta-se ainda o caráter qualitativo e subjetivo da análise da magnitude, que considera ainda a ponderação entre todos os impactos avaliados.

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

As características do ambiente receptor, ou do fator ambiental afetado, que correspondem a sua **importância (pequena, média ou grande)**, avaliada através de critérios gerais – caráter estratégico e cumulatividade – e específicos, indicados na descrição de cada impacto.

A avaliação global dos impactos ambientais de situações de derramamento acidental de óleo, por sua vez, torna-se mais complexa, na medida em que cria a necessidade de se conjugar critérios de probabilidade e severidade às alterações ambientais decorrentes, conforme descrito no sub-item II.6.3.5.

Tendo em vista todos esses fatores, apresentam-se a seguir a identificação e avaliação dos impactos ambientais considerados relevantes, os quais se encontram sintetizados no sub-item 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 do desenvolvimento e produção do campo de Mexilhão.

Aspectos

- ★ Deslocamento / transporte da unidade e trânsito das embarcações de apoio
- ★ Acomodação do leito da estrada durante a instalação do duto terrestre
- ★ Abertura de valas para a instalação do duto terrestre
- ★ Vazamento de condensado em trecho terrestre
- ★ Vazamento de condensado em trecho marinho enterrado
- ★ Derramamento de condensado no ponto de enterramento do duto de escoamento de condensado e decorrentes de um *blowout*

Componentes e Fatores Ambientais Potencialmente Afetados

- ★ marinha
- ★ Meio ambiente terrestre e biota associada
- ★ Sedimento e biota associada de águas rasas
- ★ Costões rochosos
- ★ Unidades de Conservação
- ★ Qualidade da água
- ★ Qualidade do ar
- ★ Comunidades planctônicas
- ★ Comunidades nectônicas
- ★ Patrimônio histórico e arqueológico
- ★ Tráfego rodoviário

- ★ Recursos pesqueiros
- ★ Atividades pesqueiras
- ★ Atividades turísticas
- ★ Tráfego marítimo
- ★ Tráfego aéreo
- ★ Infra-estrutura portuária
- ★ Infra-estrutura de disposição final de resíduos
- ★ Aglomerações humanas

a) Impactos sobre os Meios Físico e Biótico

Introdução de espécies exóticas invasoras
Alteração da qualidade do ambiente terrestre e biota associada
Alteração da qualidade do sedimento e biota associada de águas rasas
Interferências sobre costões rochosos
Interferências sobre Unidades de Conservação
Alterações na qualidade da água
Alterações na qualidade do ar
Alterações na comunidade planctônica
Alterações na comunidade nectônica
Interferências sobre recursos pesqueiros

b) Impactos sobre o meio Socioeconômico

Interrupção do tráfego em rodovia estadual de alto fluxo
Interferências no patrimônio histórico e arqueológico
Interferências nas atividades pesqueiras
Interferências nas atividades turísticas
Intensificação do tráfego marítimo
Intensificação do tráfego aéreo
Pressão sobre a infra-estrutura portuária
Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos
Interferências em aglomerações humanas situadas na trajetória da dispersão do condensado

Os impactos referentes ao vazamento / derramamento de condensado para o ambiente consideraram quatro cenários. Primeiramente, foram avaliados os impactos potenciais decorrentes de vazamentos nos trechos de duto enterrados, considerando: (i) o trecho entre o ponto de enterramento (70 m de profundidade) e a chegada entre as praias de Indaiá e Palmeiras, no município de Caraguatatuba e entre a mesma e o TEBAR e; (ii) o trecho terrestre de cerca de 8,5 km, compreendido entre a chegada do duto na praia e a UTGCA.

No terceiro cenário (P1) foi avaliado o impacto da ocorrência de um *blowout* a partir do poço de maior surgência entre os produtores do campo de Mexilhão, localizado em profundidade de 468 m. Para tanto, foi definido o volume de 12.508,9 m³, que levou em consideração a perda de controle dos poços por 30 dias, conforme previsto na Resolução CONAMA nº 293/2001. Ressalta-se, entretanto, que este volume não foi identificado pela Análise de Risco e sim, contempla uma exigência legal instituída pela Resolução supracitada. Dessa forma, não é esperado que um acidente catastrófico desta magnitude ocorra em decorrência de um acidente proveniente das atividades do Projeto Mexilhão.

Por outro lado, sua avaliação permite inferir que qualquer evento acidental de menor porte estará sendo 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 Condensado, apresentado no Anexo II.6-2).

O quarto cenário (P2) avaliado considerou a dispersão da pluma resultante de um derramamento de condensado ocorrendo no ponto de enterramento do duto, em profundidade de 70 metros. Neste caso, o volume de 3.202 m³ foi definido em função da vazão máxima do duto de exportação de condensado, a partir do momento da ruptura até sua detecção e interrupção do fluxo. Este cenário considera o vazamento do volume total, instantaneamente, tendo o modelo gerado informações até que a concentração do condensado alcançar 20 ppm, o que se deu em 60 horas após a ruptura.

Para os dois últimos cenários apresentados acima, foram realizadas modelagens de dispersão da pluma de condensado, cujos resultados encontram-se descritos no sub-item II.6.1.

Para os derramamentos considerados a partir dos pontos P1 (*Blowout*) e P2 (ponto de enterramento do duto de exportação do condensado) citados acima, foram simulados diversos cenários, considerando as condições sazonais de inverno (junho a agosto) e verão (janeiro a março). Os piores cenários observados para o P1 indicaram que as curvas de probabilidade de alcance da pluma de condensado permanecem concentradas em áreas adjacentes ao ponto de *blowout*, sem gerar interferências em áreas rasas e costeiras.

Já para P2, observou-se que o cenário de pior caso (verão e inverno - 60 hs após a ruptura do duto), indica uma curva de probabilidade entre 10 a 20 % de toque nas Ilhas dos Pescadores, das Cabras, da Vitória, dos Búzios e Somítica, todas próximas à face oceânica da Ilhabela (SP).

Vale ressaltar que os quatro cenários citados acima não consideram as ações de resposta da Petrobras, tais como, contenção, recolhimento e dispersão, previstas no Plano de Emergência Individual, 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 um acidente catastrófico que possa vir a ocorrer durante as atividades de desenvolvimento e produção do campo de Mexilhão.

II.6.3.3 - Características do Condensado

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 vanádio e níquel e metais-traço como o Fe, Cu, Al, Co, Ti, Mg, Ca, Zn, Ba.

Os hidrocarbonetos, de acordo com sua estrutura química, podem ser classificados em 2 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. Se subdividem 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 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.

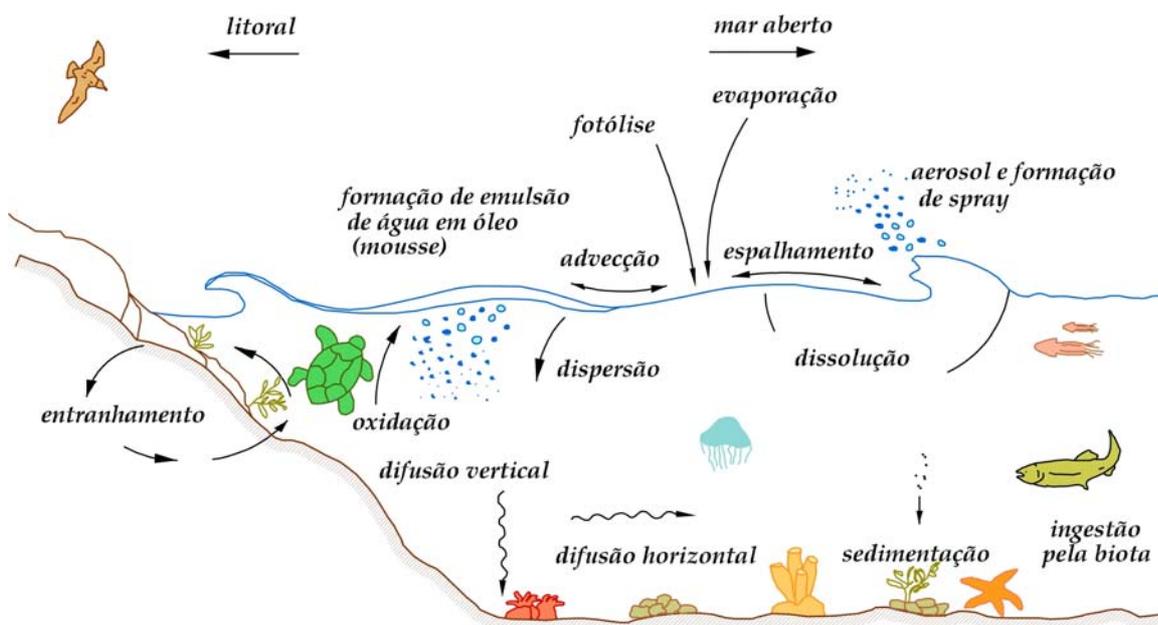


Figura II.6.3.3-1 - Esquema dos processos físicos, químicos e biológicos decorrentes da interação do óleo derramado no oceano. (Modificado de: Nunes, 1998).

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 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 resulta 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 (p. e. barreiras e recolhedores) ou por ação química através do uso de dispersantes químicos, por exemplo.

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

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 neríticos e oceânicos. Como forma de consolidar esta análise, na síntese conclusiva (item II.6.3.5), procede-se uma análise mais abrangente destes dois compartimentos, considerando todos os impactos descritos.

Impactos sobre os Meios Físico e Biótico

1. Introdução de espécies exóticas invasoras devido ao transporte da unidade de produção e ao deslocamento dos navios de instalação

São consideradas espécies exóticas todas aquelas que se encontram fora de sua área de distribuição natural, o que incorpora também as chamadas *alien* ou não-nativas (Occhipinti-Ambrogi e Galil, 2004). Observando as orientações do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), consideram-se espécies exóticas invasoras todas as que, após introdução intencional ou não, se instalaram e expandiram ou estão expandindo suas áreas de domínio. As espécies exóticas invasoras são consideradas ameaças aos ecossistemas e às espécies nativas (Sala, 2000; Pimentel *et al.*, 2001; Bush *et al.*, 2004).

Considerando o ambiente e o contexto em que o projeto se insere, os impactos associados à introdução de espécies exóticas invasoras podem ocorrer através de dois processos, a incrustação nas superfícies sólidas e o transporte por lastro (água, rochas ou areia) (Fofonoff *et al.*, 2003). Foram considerados como vetores de potencial introdução de espécies exóticas a Unidade de Produção e as embarcações de instalação dos dutos. Esta potencial introdução de espécies exóticas pode ocorrer através de trocas de lastro e de bioincrustação, sendo as diferenças entre os processos descritas a seguir:

Para que uma espécie exótica possa se estabelecer, todo o ciclo de introdução, desde a sua saída da região exportadora até a região importadora, deve ser concluído. Este ciclo inclui as fases (i) em que o organismo obtém um vetor de transporte (incrustação ou lastro); (ii) sobrevivência dos organismos às condições ambientais durante a viagem; (iii) sobrevivência dos organismos às condições ambientais da região importadora; (iv) capacidade de reprodução destes organismos no novo ambiente; (v) número mínimo de indivíduos que possibilite estabelecimento e manutenção de uma nova população (estoque gênico) e; (vi) capacidade para sobreviver às interações bióticas com as populações nativas do novo ambiente, principalmente competição e predação (Miller *et al.*, 2002). Com base na análise do ciclo de introdução de espécies exóticas e a análise do sucesso de instalação em ambientes marinhos, Mooney *et al.* (2005) concluiu que apenas 25 – 30% das invasões são bem sucedidas, no entanto, a maioria delas resulta sérios danos.

No Brasil, segundo De Paula (2002), diversas espécies exóticas já se estabeleceram no ecossistema marinho, como resultado de introduções antrópicas, tais como os moluscos bivalves *Corbicula fluminea*, *C. largillierti*, *Limnoperna fortunei* e *Isognomon bicolor*, o siri *Charybdis hellerii*, os corais escleractínios *Tubastraea* spp. e o cirripédio *Megabalanus coccopoma*, sendo os dois últimos comumente encontrados em plataformas e navios (Apolinário, 2000; Cairns, 2000; Fenner, 2001; De Paula & Creed, 2004).

Estruturas submersas (ex. âncoras e equipamentos submarinos) fornecem substrato consolidado (rígido) para a incrustação de algas e invertebrados sésseis e potencial transporte dos mesmos (Eldredge & Carlton, 2002; Gollasch, 2002 e 2003). Estudos de monitoramento em cascos de navios e plataformas de petróleo em diversas regiões do mundo têm demonstrado que as comunidades que se desenvolvem nessas estruturas possuem elevada riqueza (ex. Roberts, 2003; PASC, 2004; Kolian & Sammarco, 2005; Xie *et al.*, 2005), podendo os organismos ser oriundos não só do plâncton local como também de outros oceanos ou de regiões costeiras (Stackowitsch *et al.*, 2002).

De acordo com PASC (2004) e Xie *et al.* (2005), embarcações são vetores de dispersão de espécies aquáticas exóticas. Desta forma, existe a possibilidade de introdução de espécies exóticas em decorrência de bioincrustação nas estruturas

submersas das embarcações envolvidas na atividade. A mobilização da unidade de produção entre o local de origem para o Campo de Mexilhão e, posteriormente, deste para outra região da costa brasileira, poderá submeter o ambiente marinho costeiro e/ou oceânico a uma possível introdução de espécies exóticas.

A introdução de espécies exóticas em decorrência da água de lastro e seus impactos às comunidades nativas são amplamente reconhecida na literatura (Bax, 2001; Pimentel *et al.*, 2001; Silva & Souza, 2004) demandando, inclusive, programas internacionais para seu gerenciamento (*ex. Global Ballast Water Management Programme - GLOBALLAST*).

Como a maioria das espécies marinhas tem, pelo menos, uma fase do seu ciclo de vida no plâncton (Brandini *et al.*, 1997), a água utilizada como lastro dos navios muitas vezes traz consigo ovos, larvas, cistos de microorganismos marinhos meroplânctônicos, além dos holoplânctônicos (Tamburri *et al.*, 2002).

O maior problema ambiental da utilização de lastro (água, areia ou rocha) é o seu descarte no mar. Acredita-se que a maioria das espécies carregadas não suporta o processo de lastreamento e deslastreamento utilizado pelos navios atuais. Porém, algumas das espécies que são capazes de sobreviver podem ser introduzidas em um novo local e chegar a extinguir populações naturais, seja por predação, alelopatia ou simplesmente competindo por espaço (Carlton, 2000; Bax, 2001), resultando na alteração das comunidades marinhas nativas (Lafferty & Kuris, 1996; Huxel, 1999; Bax, 2001; Stokes, 2001; Grosholz, 2002).

Os barcos de instalação poderão atuar, durante o período de instalação da atividade, como vetor de introdução de espécies de sua área de origem (Baía de Guanabara, Rio de Janeiro) para a área de destino (Campo de Mexilhão), assim como deste ponto para o seu destino seguinte.

Com base nas informações acima apresentadas, é possível inferir que a potencial fonte de introdução de espécies exóticas invasoras, a partir da atividade de produção no Campo de Mexilhão é relativamente pequena. Mas deve-se observar que, em caso de introdução de espécies exóticas invasoras bem sucedida e detectada somente quando já avançada, o impacto resultante pode chegar a apresentar um cenário regional ou extra-regional em decorrência da presença de vetores de dispersão na região. O impacto foi considerado ainda

como permanente e de médio prazo, resultando em alta magnitude e grande importância, em função da alteração ambiental decorrente, em casos de eventos de introdução bem sucedidos.

Neste contexto, a possibilidade de introdução de espécies exóticas invasoras, a partir das atividades no Campo de Mexilhão caracteriza-se como um impacto negativo, irreversível e de incidência direta. Este impacto também foi classificado como cumulativo, por ter potencial de alterar o ambiente receptor como um todo, e por representar sinergia com outras atividades petrolíferas desenvolvidas na Bacia de Santos. O impacto também foi considerado estratégico em decorrência da possibilidade de algumas das espécies poderem ocupar nichos que atualmente são ocupados por espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção (Creed & Oliveira, 2005).

2. Alteração da qualidade do ambiente terrestre e biota associada devido ao vazamento de condensado nos trechos terrestres

No caso de um vazamento de condensado nos trechos terrestres (que pode variar de pequeno a grande segundo identificado pela Análise de Risco (II.8), a alteração da qualidade ambiental se iniciará a partir do solo, podendo em seu trajeto de percolação, atingir recursos hídricos (i.e. rios, áreas de drenagens, lençol freático) e biotas associadas. Neste contexto, conforme apresentado no item II.5.1 deste documento, é importante resgatar que o solo na região é composto tanto de trechos argilosos, sob influência de áreas de depósito de sedimentos provenientes da Serra do Mar, quanto de trechos arenosos, regidos sob a influência do litoral. Ressalta-se, portanto, a prevalência de “solos moles” como principal componente das primeiras camadas do substrato, ou seja um solo argiloso, rico em material orgânico.

Outro aspecto a ser destacado é a intensa presença de canais de drenagem, naturais ou antrópicos, em toda a área da planície que deverá ser percorrida para a instalação do duto de escoamento e implantação da UTGCA. Estes cursos d'água são utilizados, principalmente, para atividades agropastoris, formando uma paisagem peculiar de áreas alagadiças e de brejos. Ressalta-se a interligação de

muitos destes canais com outras drenagens ou cursos d'água, formando uma ampla rede de comunicação entre as sub-bacias (segundo item II.5.1).

Segundo CETESB (2006 *in* <http://www.cetesb.sp.gov.br>, acessado em abril de 2006), os efeitos do vazamento do condensado podem variar de acordo com o tipo de substrato encontrado no ponto de ocorrência da ruptura. Ainda que nesta avaliação se aplique somente os efeitos de um vazamento de óleo em substratos não consolidados, é importante considerar as diferenças de propriedades entre solos arenosos e argilosos, como por exemplo, o tempo de percolação e suas distintas taxas de penetração no solo e potencialidade de atingir áreas mais distantes do ponto do acidente. Dessa forma, observa-se que esta avaliação deve considerar toda esta gama de possibilidades, em virtude da diversidade de solos presentes e da intensa drenagem na região diretamente afetada pela instalação do duto.

Uma vez que um solo argiloso se caracteriza como compactado, com baixa taxa de percolação e baixos níveis de oxigênio, o condensado ali vazado tenderá a ter mais dificuldade de alcançar maiores extensões e, portanto, será mais localizado. Por outro lado, este tipo de solo também dificulta a intemperização do condensado, uma vez que não apresenta condições para sua degradação (Neto *et al.*, 2000). Ao contrário de um vazamento ocorrido em trechos arenosos, que deverão alcançar extensões maiores, porém, a sua disponibilização para o ambiente também permitirá uma maior taxa de degradação do condensado. Destaca-se o fato do condensado ser um produto leve, com alta taxa de espalhamento, devido a pouca resistência do fluxo, dada pela densidade e viscosidade dinâmica. Dessa forma, o produto vazado tenderá a infiltrar no ambiente, com maior ou menor velocidade (em função do tipo de solo). Uma vez exposto ao ar, a tendência é que ele seja rapidamente evaporado, já que é pouco persistente e possui meia-vida pequena (em relação à produtos de petróleo que possuem grau API menores, ou seja, produtos mais pesados) (CETESB, *op cit.*).

É importante, no entanto, destacar que durante o tempo de persistência deste produto no ambiente terrestre, em função da alta toxicidade inerente ao mesmo, seu efeito químico será representativo (Bishop, 1983). Assim, poderão ser observados efeitos negativos afetando diretamente a biota associada tanto ao solo quanto aos recursos hídricos atingidos, quanto no que diz respeito à

alteração química na qualidade do solo e da água. Os efeitos na qualidade da água superficial deverão desaparecer rapidamente. Já os efeitos sobre solo e água sub-superficiais se manterão no ambiente até que sejam tomadas medidas de remediação na área afetada.

Segundo Colombo *et al.* (2005a e 2005b), os efeitos de derramamentos de derivados de petróleo em ambientes terrestres, bem como sua remediação, ainda possuem conhecimentos incipientes, especialmente quando comparados aos efeitos já observados e estudados no ambiente marinho. Em um acidente ocorrido no estuário do rio de la Plata, na Argentina, com um vazamento de aproximadamente 1.000 toneladas de óleo, os autores observaram que as áreas afetadas de modo mais prolongado foram as interiores, as quais tendem a reter o produto derramado e dessa forma, indisponibilizá-lo à atmosfera.

Uma pesquisa realizada por Blakely *et al.* (2002), com o intuito de identificar os melhores bioindicadores para avaliar alterações ambientais provocadas por contaminação por hidrocarbonetos e outros produtos, observou efeitos sobre a cadeia trófica e processos de decomposição decorrentes de um vazamento de Creosoto (mistura complexa de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos). No estudo, identificou-se que estas alterações ocorreram mais fortemente em função da alteração do habitat dos microinvertebrados e suas presas (i.e. algas e fungos) do que diretamente pela toxicidade dos produtos à que ficaram expostos.

Ko e Day (2004), elaboraram uma consistente revisão dos impactos ecológicos provenientes da exploração de óleo e gás nos ecossistemas costeiros no Delta do rio Mississippi, que compreende vastas áreas alagadas, com vegetação característica, entre outros parâmetros que permitem uma analogia com a atividade ora em questão, o Projeto Mexilhão.

Segundo os autores, apenas para exemplificar o ano de 1994, registrou-se um total de 3.471 eventos de derramamento de óleo devido, principalmente, à erros humanos ou problemas mecânicos. No contexto do desenvolvimento desta indústria múltiplos impactos ambientais na região foram observados em decorrência das diversas etapas incluídas, tais como a produção, e também instalação de dutos, entre outros. Dentre os impactos, destacam-se em especial, os efeitos dos derramamentos de óleo sobre as comunidades vegetais presentes

na região e sobre a biota aquática devido ao incremento da turbidez, introdução de elementos tóxicos, entre outros.

Neste contexto, a avaliação do impacto da alteração da qualidade ambiental do ambiente terrestre e biota associada em virtude de um vazamento no trecho terrestre do duto de escoamento do Projeto Mexilhão foi avaliado como de abrangência local, de incidência direta e indireta, de curto-prazo, permanente e irreversível, cumulativo entre os diversos fatores nele inseridos (solo → água → biota associada). Sua magnitude foi avaliada como alta e também de grande importância em função da sensibilidade dos recursos potencialmente afetados na área de influência da atividade e também devido às possíveis interferências no cotidiano da população local (especialmente no que diz respeito à qualidade da água e do solo), o que define, inclusive, o caráter estratégico do fator afetado.

3. Alteração da qualidade do sedimento e biota associada devido ao vazamento de condensado nos trechos marinhos enterrados

Possíveis vazamentos de condensado ao longo do trecho enterrado do duto, entre 70 m de profundidade e a costa, trariam impactos para a comunidade bentônica do trecho afetado.

O sedimento sobre o trecho em questão é composto de lama e areia muito fina. Devido a granulometria muito fina de ambos, uma parte do condensado liberado durante o vazamento ficará aderido ao sedimento, não chegando à coluna d'água. O condensado em questão apresenta alta toxicidade [CL50-96h 7,61% da FDA (76,19 ppm óleo), CENO 1,56% da FDA (15,62 ppm de óleo), CEO 3,12% da FDA (31,25 ppm de óleo) e VC 2,21% da FDA (22,09 ppm de óleo)]. Assim, a consequência imediata do vazamento seria a morte dos organismos que entrassem em contato com ele, principalmente para os representantes da endofauna (tubículas e cavadores) (Grant & Briggs, 2002).

Mesmo em baixas concentrações de condensado, ainda haveria a possibilidade de assimilação deste por alguns dos representantes do bentos e sua consequente entrada na cadeia trófica.

Como consequência final deste processo, a comunidade bentônica dentro da área afetada tenderia a apresentar uma baixa diversidade e dominância de espécies oportunistas (Grant & Briggs, 2002).

Considerando-se que, após o vazamento do condensado, praticamente não há soluções viáveis para a sua retirada do sedimento, este impacto foi classificado como negativo, de incidência direta e indireta, permanente, curto-prazo e irreversível. Este impacto foi considerado também como de abrangência local ou regional, dependendo do tamanho ou da sensibilidade da área afetada pelo vazamento. Foi ainda considerado como não estratégico e simples (não cumulativo). Sendo assim, o impacto foi avaliado como alta magnitude e grande importância.

4. Interferências sobre costões rochosos devido ao derramamento de condensado

Em se tratando de ecossistemas com elevada diversidade de espécies de grande importância ecológica e econômica como é o caso dos costões rochosos (Loya & Rinkevich, 1980), os efeitos resultantes de um derramamento de condensado podem acarretar danos aos organismos, devido à elevada sensibilidade de animais e vegetais bentônicos (Bishop, 1983), fato agravado por estes terem nenhuma ou reduzida capacidade de locomoção.

Derramamentos contendo frações como o condensado tipo Mexilhão sofrem rápida evaporação, restando, no entanto, uma camada menos tóxica, mas muito persistente e que podem resultar no acúmulo de fração residual na parte superior do costão rochoso (IPIECA, 1995).

As características observadas na região, em que os costões rochosos são majoritariamente expostos, resulta em uma maior taxa de recuperação por serem mais rapidamente limpas pela ação hidrodinâmica (Baker *et al.*, 1990), do que regiões de costões abrigados. Deve-se considerar ainda que as regiões entre-marés são as que apresentam as maiores taxas de recuperação por estarem sujeitas às ações das ondas (Bishop, 1983).

Com base nas características do condensado a ser escoado, foram identificadas duas principais vias de impacto associadas a um possível derramamento – danos mecânicos e danos químicos.

Os danos mecânicos e de formação de película dão-se em consequência do contato físico da pluma nos organismos que compõem a comunidade. Forma-se uma película que ao encobrir as algas e gramas marinhas na região provoca distúrbio na base da rede trófica, resultando em mudanças na estrutura de comunidade dos costões rochosos. Naturalmente, este estende-se a espécies herbívoras, como os moluscos gastrópodes, além de estrelas do mar e caranguejos (IPIECA, 1995).

Dentre as espécies da fauna dependente dos recursos presentes nos costões rochosos inclui-se as aves marinhas. As aves marinhas que passam grande parte do tempo sobrevoando a superfície do mar ou mergulhando para se alimentar são particularmente vulneráveis aos efeitos do condensado (Leighton, 2000).

Aves marinhas estão expostas ao risco em áreas de derrame de condensado, sendo as consequências do contato físico direto a principal causa de morte (Leighton, 2000). A ingestão de compostos também ocorre através do consumo de presas ou durante a limpeza das penas na tentativa de restabelecer sua impermeabilidade. Assim, os impactos do contato externo por óleo estão sempre associados aos da ingestão (FEMAR, 2000).

As ilhas atingidas por um possível derramamento são áreas de nidificação e sítios de alimentação de aves (Campos *et al.*, 2004), que ao entrarem em contato com manchas de condensado sofrerão as consequências da inalação de compostos voláteis tóxicos como hexano e benzeno (Leighton, 2000).

Dentre os efeitos químicos do condensado nos organismos presentes no costão rochoso inclui-se os associados a bioacumulação. Alguns componentes do petróleo podem ser bioacumulados por organismos bentônicos, particularmente o grupo de componentes de longa duração conhecidos como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (Scholz *et al.*, 2001). Um consenso em relação à bioacumulação é que organismos afetados (como mexilhões) podem ser consumidos por organismos de níveis tróficos superiores (como lontras). Se a biomagnificação ocorrer, o maior nível trófico (consumidor de topo de cadeia,

como o homem) pode concentrar contaminantes que poderão causar efeitos tóxicos. Sendo os efeitos finais diferenciados para cada espécie.

Embora todos os organismos possam absorver hidrocarbonetos diretamente da coluna d'água e através dos alimentos, o processo de incorporação varia entre espécies. Entre os invertebrados, moluscos bivalves, com hábito alimentar filtrador usualmente acumulam mais hidrocarbonetos do que os suspensívoros (Armstrong *et al.*, 1995), como, por exemplo, os mexilhões, que podem parecer saudáveis apesar de apresentarem altos níveis de componentes de petróleo em seus tecidos.

Os efeitos do condensado sobre alguns grupos de organismos bentônicos são bem documentados na literatura, como o caso dos moluscos gastrópodes e bivalves (mexilhões) que são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos do condensado (IPIECA, 1995).

A maioria das espécies de costões rochosos tem fases larvais planctônicas, podendo ser trazidas por correntes e marés facilitando a recolonização do ambiente e acelerando a recuperação desses ecossistemas (Baker *et al.*, 1990). Entretanto, o efeito de um incidente de derramamento de condensado deste porte, pode impactar temporariamente esses sistemas. Organismos de costões, como os filtradores e detritívoros, adultos já estabelecidos, terão suas populações reduzidas e/ou comprometidas, dificultando o restabelecimento do ambiente após o impacto (Underwood & Fairweather, 1989).

De acordo com a modelagem, somente os costões rochosos das ilhas dos Pescadores, das Cabras, da Vitória, dos Búzios e Sumítica, todas próximas à face oceânica da Ilhabela (SP) havendo mais de 10% de probabilidade de toque, portanto este impacto é local.

Este impacto é direto, temporário, de curto-prazo e parcialmente reversível a irreversível (dependendo das comunidades bênticas presentes).

A presença de condensado nos costões rochosos implica em alteração na biota característica do local (e.g. nécton), tornando este impacto indutor do impacto sobre a biota marinha. Além disso, cabe considerar a importância ecológica e econômica destes ecossistemas.

Assim, para o cenário de derramamento acidental de condensado decorrente da atividade de produção e escoamento no Campo de Mexilhão, Bacia de Santos,

considerou-se este impacto como de média magnitude, em função dos critérios de impactos analisados e por se tratar de uma área de extrema importância biológica (MMA, 2002a). Este impacto foi avaliado de grande importância.

5. Interferências com Unidade de Conservação devido ao derramamento de condensado

Na área de influência da Atividade de Produção de Gás e Condensado no Campo de Mexilhão, foram identificadas 52 UC's das quais 20 pertencem ao Grupo de Proteção Integral (uso indireto) e 32 ao Grupo de Uso Sustentável (uso direto).

Conforme apresentado no item II.6.2 (Impactos Reais), as instalações do Projeto Mexilhão não interferirão diretamente com as UC's, porém haverá interferência com a zona de amortecimento de 2 UC's de Proteção Integral: o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e o Parque Estadual de Ilhabela (PEIb).

Para o cenário de pior caso de derramamento de condensado do gasoduto de exportação (rompimento do duto em seu ponto de enterramento), verificou-se que o Parque Estadual de Ilhabela (PEIb) poderia ser atingido tanto no verão quanto no inverno.

Para os resultados de ambas as estações do ano, a Ilha de São Sebastião, que é a maior ilha do Arquipélago de Ilhabela, e a Ilha da Serraria não seriam tocadas, porém há probabilidade do condensado atingir águas muito próximas da linha de costa. Somente as ilhas menores, localizadas na porção nordeste do Arquipélago de Ilhabela, é que seriam atingidas, a saber: Ilha dos Búzios, Ilhote Sumítica, Ilha da Vitória, Ilha dos Pescadores e Ilha das Cabras.

Este conjunto de ilhas é protegido pelo PEIb devido à beleza natural e importância ecológica, servindo de abrigo para espécies endêmicas da flora e fauna da Mata Atlântica. Além de preservar um patrimônio natural, no PEIb existem comunidades de pescadores que ocupam as ilhas de São Sebastião, dos Búzios, da Vitória, dos Pescadores e das Cabras (DOE, 1998; Portal do Litoral, 2006). Devido às características diferenciadas em relação à população urbana e à localização (no interior e no entorno do parque), estas comunidades são tratadas no programa interação sócio-ambiental do PEIb (DOE, 1998).

A ocupação de pescadores, tanto na ilha de São Sebastião, quanto nas ilhas dos Búzios e da Vitória, ultrapassa dois séculos de história, perdurando até hoje. A pesca artesanal é a principal fonte geradora de renda para 66% das famílias (DOE, 1998). Desta forma, um incidente envolvendo derramamento de condensado na região, além de afetar o ambiente natural, afetaria as comunidades locais abrigadas no PEIb que sobrevivem da pesca artesanal.

Como o PEIb, enquanto Unidade de Conservação de Proteção Integral, objetiva a preservação do Arquipélago de Ilhabela para mantê-lo livre de novos impactos além dos que incidiram sobre a região antes da criação do Parque, um derramamento de condensado nos limites do Parque Estadual de Ilhabela e em sua zona de amortecimento é considerado um impacto negativo, direto, permanente e irreversível.

De acordo com os resultados da modelagem de derramamento de condensado, o PEIb e sua zona de amortecimento seriam atingidos em cerca de 60 horas, o que caracteriza este impacto como imediato.

O fato desta UC ser considerada um pólo turístico, procurado por brasileiros e estrangeiros, este impacto tem alcance extra-regional. A utilização do Parque para fins turísticos, de pesquisa científica e de educação ambiental torna este impacto indutor do impacto sobre as atividades turísticas.

Como há uma preocupação adicional do PEIb em preservar as comunidades caiçaras locais, que sobrevivem principalmente da pesca artesanal, este impacto é indutor também do impacto sobre as atividades de pesca.

Pelo caráter negativo, direto, curto-prazo, permanente, irreversível, com alcance extra-regional, sendo inclusive indutor de outros impactos, este impacto de interferência com Unidade de Conservação foi classificado como de alta magnitude.

A alta sensibilidade ambiental inerente a UC's, potencializada (i) pelo caráter de proteção integral (uso indireto) do PEIb, (ii) pela interação com os impactos de interferência em ecossistemas e comunidades biológicas abrangidos pelo PEIb e de interferência com atividades pesqueiras, turísticas e de lazer desenvolvidas na área, e (iii) pelo caráter estratégico deste impacto; o torna de grande importância.

6. Alterações na qualidade do ar devido ao derramamento de condensado

Conforme apresentado no sub-item II.6.3.3, alguns processos como o espalhamento superficial, a evaporação e a diluição contribuem para a intemperização do óleo. Como a quantidade de óleo efetivamente dissolvida na água é relativamente pequena, não existe processo de perda do óleo como a evaporação (NRC, 2005).

Para a maior parte dos óleos crus, cerca de um terço do volume é perdido através da evaporação e volatilização nas primeiras 24 horas. Dependendo do tipo, a perda para a atmosfera pela evaporação e volatilização vai responder por cerca de 10% (para óleos pesados) a 80% (para leves e refinados) do volume derramado (NRC, 2005).

Deste modo, para avaliar o impacto do vazamento de pior caso sobre a qualidade do ar, adotou-se, conservadoramente, a taxa de 80% de evaporação ao longo dos 30 dias. As considerações a seguir tratam mais especificamente do derramamento ocorrido a partir do P2, uma vez que sua potencial trajetória o caracteriza como mais crítico do que P1, em função tanto da área potencialmente atingida quanto das possíveis cumulatividades com os impactos sobre a biota associada a costões rochosos e aglomerações humanas presentes nas proximidades. Dessa forma, a avaliação deste impacto representa os efeitos mais relevantes do ponto de vista da qualidade do ar.

No final do primeiro dia, a quantidade de condensado fluando sobre a superfície será igual ao total vazado nas últimas 24 horas menos 3% evaporado. Portanto, no segundo dia, a pluma de número um irá evaporar uma quantidade ligeiramente menor que nas primeiras 24 horas. A redução da quantidade evaporada por cada pluma segue uma lei de decaimento exponencial, mas o total diário evaporado por todas as plumas terá crescimento exponencial enquanto o vazamento persistir, segundo preconizado acima por NRC (2005).

Após os 30 dias de vazamento, a taxa total de evaporação entrará em decréscimo exponencial, sendo que a taxa total máxima de evaporação ocorrerá no trigésimo dia.

Conseqüências Atmosféricas

Admitindo-se que 80% do volume derramado evapora e/ou volatiliza, pode-se esperar que cerca de 10.007m^3 evaporem (equivalente à 7.833kg de condensado). Os hidrocarbonetos (HC) irão se misturar na camada limite da atmosfera até 500 m de altura (na área total calculada de 288 km^2), de forma homogênea, as concentrações estimadas no ar seriam de cerca de $0,055\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, em média. Todavia, mais próximo da origem do vazamento e na camada superficial, os valores das concentrações poderiam ser até 100 vezes maiores.

Entretanto, a evaporação é contínua e dinâmica. À medida que os HCs entram na atmosfera, são carregados pelos ventos ao longo da direção de advecção da mancha de óleo.

Deve-se levar em consideração, porém, as hipóteses simplificadas assumidas, tais como a mancha com a forma de um retângulo coberto por uma película de óleo de igual espessura, ausência de transformações dos HC's no ar, e vento constante e de direção constante por três dias. Evidentemente, se a velocidade média dos ventos for mais forte, as concentrações diminuem.

Tais concentrações de HC no ar se transformarão numa pluma de *smog* fotoquímico composta dos poluentes indicativos (SO_2 , NO_x , CO, O_3 e material particulado fino), característicos do ar encontrado nas grandes metrópoles (CETESB, 2005²). O *smog* é o resultado da interação da luz com os constituintes da atmosfera. Há inúmeras espécies de oxidantes no *smog*, que podem causar efeitos deletérios às pessoas, animais e plantas que o aspirarem.

As Transformações Químicas dos HC no Ar

Os HC reativos, naturais ou antropogênicos, criam uma cadeia de reações fotoquímicas muito complexas. Um dos mais importantes caminhos do envolvimento dos HCs na formação do *smog* fotoquímico e do ozônio está associado à produção do radical hidroxila (OH). Quanto maior a umidade do ar, maior será a produção de radicais hidroxilas.

²CETESB. <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/introducao2.asp>, acessado em abril de 2006

Os radicais OH reagem com os VOCs reativos e, no ciclo fotolítico, aumentam a formação de NO₂ e de oxidantes fotoquímicos. Isto explica a alta concentração de ozônio nas cidades. A degradação do HC conduz, além da formação de NO, NO₂ e O₃, à formação de compostos carbonilas (aldeídos), de cetonas, hidrocarbonilas e dicarbonilas, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos (incluindo nitrato peroxiaxila), ácidos inorgânicos e, na presença de SO₂, de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Essa primeira geração de produtos passa por reações adicionais que levam à formação de um amplo espectro de novos produtos de reação, levando à formação de uma segunda geração de compostos.

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

Na região afetada pelo derramamento, a qualidade do ar ficaria com características de ar urbano de grande metrópole. Como as transformações e reações dos HCs precisam de luz solar e de um certo tempo para reagir, a pluma de *smog* surgiria a uma certa distância do local do derrame, quando os vapores já estivessem bem dispersos na camada limite da atmosfera.

Tendo em vista esses fatores, o impacto do derramamento sobre a qualidade do ar foi considerado direto, regional, temporário, de curto-prazo, reversível e de baixa magnitude. Tendo em vista a presença das aglomerações humanas nas ilhas potencialmente afetadas pelo derramamento, o impacto foi considerado de média importância. Cabe destacar a interação deste com o impacto 17, referente à interferência com aglomerações humanas situadas na trajetória de dispersão do condensado.

7. Alterações na qualidade da água devido ao derramamento de condensado

Conforme descrito anteriormente, os principais processos de intemperismo do óleo no ambiente, como a evaporação, a diluição e até mesmo a degradação biológica, dependem de características inerentes do óleo (composição química), bem como as condições meteorológicas e oceanográficas no momento do incidente. Assim como qualquer óleo, o condensado está sujeito a processos de evaporação, diluição e intemperização, citados.

A Corrente do Brasil (CB) é a principal corrente que caracteriza a circulação superficial da costa SE brasileira e o seu comportamento tem grande influência na dinâmica da região. Na região da Bacia de Santos, ao balanço entre a CB e a CM (Corrente das Malvinas), são adicionadas forçantes de caráter meteorológico (ventos sazonais e insolação), astronômico (marés) e batimétrico (profundidade local).

O condensado de Mexilhão possui grau API de 48,3 e densidade de 0,7827 g/cm³. Conforme destacado na Seção II.2, o condensado possui 86% de hidrocarbonetos saturados, 14% de aromáticos e menos de 1% de fração residual (resinas e asfaltenos).

Assim, as características ambientais do Campo de Mexilhão, localizado em águas rasas (até 400 metros), tropicais e oligotróficas, conforme apontado no diagnóstico ambiental (item II.5 deste EIA), aliadas à composição do condensado, com representatividade de alcanos e em menor parte de aromáticos, permite inferir que os principais processos que deverão influenciar na dinâmica do óleo seriam, além da circulação oceânica, o espalhamento, a evaporação e a diluição. A degradação do óleo pela biota seria dificultada pela pouca disponibilidade de nutrientes, que é característica da costa brasileira.

As concentrações de hidrocarbonetos na água provavelmente sofreriam um aumento devido ao derramamento de condensado, entretanto, estes seriam reduzidos, principalmente, devido à evaporação e diluição, sendo a evaporação responsável pela maior parte da remoção natural (Mielke, 1990 *apud* Laws, 1997). No caso do condensado, a fração mais leve (menor que C₁₀) evapora rapidamente. De acordo com o National Research Council (NRC, 2003) óleos leves podem perder mais de 75% do volume devido ao processo de evaporação.

A evaporação associada à formação de aerossóis pode contribuir para formação de uma neblina (*smog*), com os compostos voláteis.

A partir do derramamento de condensado na água do mar, observa-se que a qualidade da água superficial é a porção mais afetada da coluna d'água, tendo sua coloração, odor e transparência afetadas e impedindo sua utilização até mesmo para a navegação devido à presença da pluma.

O impacto imediato no ambiente de derramamentos envolvendo óleos leves pode ser mais intenso que os envolvendo óleos mais pesados, principalmente devido à menor toxicidade destes. Entretanto, óleos mais leves tendem a ser removidos e dissipados pelos processos de intemperismo mais rapidamente que os óleos pesados (NRC, 1985).

Considerando as informações supracitadas, este impacto foi considerado regional, de incidência direta, temporário, de médio-prazo e reversível. Neste contexto, o impacto sobre a qualidade da água foi classificado como de média magnitude.

Este impacto induz interferências nas comunidades planctônicas e nectônicas presentes na área da mancha. Como a água é o meio em que a mancha se propaga, pode-se considerar a interação desse impacto com os impactos causados aos meios socioeconômico (interferências nas atividades pesqueiras, turísticas e de lazer), físico (alteração da qualidade do ar) e biótico (interferências com ecossistemas costeiros).

Além da relação indutora deste impacto com diversos outros fatores, a área passível de ser afetada foi considerada de alta sensibilidade e extrema importância ambiental, de acordo com MMA (2002a) para as comunidades que poderão ser afetadas. Assim este impacto foi classificado como de grande importância.

8. Alterações na comunidade planctônica devido ao derramamento de condensado

Os efeitos de um derramamento de hidrocarboneto 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 de hidrocarbonetos do que o zoo- e o ictioplâncton (Scholz *et al.*, 2001). Além disso, os efeitos também variam em função das características ambientais da área, quantidade e tipo de óleo derramado, sua biodisponibilidade, a capacidade dos organismos acumularem e metabolizarem diversos tipos de hidrocarbonetos e sua influência nos processos metabólicos.

As regiões próximas à linha de costa apresentam grande concentração de organismos planctônicos e alta sensibilidade ambiental. 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 as espécies do bacterioplâncton que degradam hidrocarbonetos, costuma ocorrer um incremento em densidade das espécies carbonoclásticas que degradam o óleo. Tal fato foi observado após o acidente com o *Tsesis*, ocorrido em 1977 no Mar Báltico, com derrame de 1.000 t de óleo combustível médio (Johansson *et al.*, 1980), e em experimentos de mesocosmos³ realizados por Lee *et al.* (1987 *apud* Scholz *et al.*, 2001). O aumento na densidade destas espécies do bacterioplâncton evidencia a ocorrência de um incremento na biodegradação de hidrocarbonetos na coluna d'água.

As algas unicelulares que constituem o fitoplâncton, em geral, podem assimilar e metabolizar tanto hidrocarbonetos saturados quanto aromáticos (Scholz *et al.*, 2001). A sensibilidade destes organismos a hidrocarbonetos varia entre os grupos fitoplanctônicos, conforme também constatado em estudos realizados por Lee *et al.* (1987 *apud* Scholz *et al.*, 2001) durante um período de 20 dias. Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20 µm) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton (> 20 µm). Como o tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros (NAS, 1985).

Logo após o derramamento do *Tsesis* (1977, Suécia), foi observado um incremento na densidade fitoplanctônica, provavelmente em resposta à redução da predação pelo zooplâncton, que normalmente apresenta uma alta mortalidade pós-derrame (Johansson *et al.*, 1980).

³ Tipo de ensaio de ecotoxicidade que mede a tolerância de uma comunidade a um tóxico.

Segundo NAS (1985), o zooplâncton é sensível a hidrocarbonetos e efeitos tóxicos têm sido reportados a 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 (Lee *et al.*, 1987 *apud* Scholz *et al.*, 2001).

Os copépodos calanoides (incluindo *Calanus*, *Neocalanus*, *Metridia* e *Pseudocalanus*) são organismos abundantes da comunidade planctônica, apresentam corpos translúcidos com alta razão superfície/volume e elevado teor de lipídios que podem bioacumular compostos poliaromáticos. A toxicidade desses compostos é intensificada pela ação de radiação UV causando foto-oxidação dos tecidos, diminuição da capacidade de natação e morte (Shirley, 2004). Por serem predados pela maioria dos níveis tróficos superiores, os copépodos representam um importante elo de transferência de compostos poliaromáticos dissolvidos da água, para níveis tróficos superiores (Shirley, *op cit.*).

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

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

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

Desta forma, o impacto do vazamento de condensado sobre o plâncton é direto (pela ação direta do óleo sobre os organismos) e indireto (pela interferência da qualidade da água sobre os organismos). Como para os piores casos simulados, o alcance do condensado extrapola a área de intervenção das instalações do Projeto Mexilhão, este impacto foi classificado como regional.

As características físico-químicas do condensado, aliadas à capacidade de recuperação das comunidades planctônicas caracterizam este impacto como temporário, de curto-prazo, reversível e de baixa magnitude.

Os efeitos no zoo e ictioplâncton podem atingir níveis tróficos superiores, podendo afetar a comunidade nectônica e bentônica, e interagir com o impacto sobre as atividades pesqueiras (impacto 11), uma vez que compreendem larvas de organismos pelágicos (p.e. peixes) e bentônicos (p.e. crustáceos, moluscos e equinodermos) que fazem parte da dieta alimentar de inúmeros outros. Este fato faz com que este impacto seja considerado como de média importância.

9. Alterações na comunidade nectônica devido ao derramamento de condensado

Um acidente com derramamento de condensado ocorrendo a partir de um *blowout* de poço, durante a atividade de produção executada pela PMXL-1, ou no ponto de enterramento do duto causaria alteração na biota nectônica de quatro maneiras biológicas possíveis, segundo NRC (2003): (1) de forma bioquímica ou celular; (2) alterando somente determinados organismos, integrando alterações fisiológicas, bioquímicas e comportamentais; (3) alterando uma população, com efeitos na dinâmica populacional; e (4) impactando a comunidade, resultando em alterações na sua estrutura e dinâmica.

Os efeitos tóxicos do óleo ou do *smog* (pluma de vapor de hidrocarbonetos que atinge sua concentração máxima somente após o final do incidente, quando todo o óleo já se encontra exposto ao tempo, até que ele seja totalmente evaporado) podem ser classificados como agudos – efeitos sentidos em curto prazo – ou crônicos – quando os componentes persistem no ambiente, submetendo os animais a um longo período de exposição, ou através de impactos indiretos, quando entram contato com outros fatores contaminados de maneira aguda (NRC, 2003).

Um acidente envolvendo derramamento de óleo afetaria, particularmente, os recursos alimentares e o habitat da biota nectônica. Peixes adultos, cetáceos e quelônios são organismos que apresentam sensibilidade relativa por, geralmente, conseguirem escapar do óleo, ficando expostos apenas a concentrações eventualmente dispostas na coluna (Leighton, 2000).

A análise histórica dos efeitos causados por acidentes ocorridos com derramamento de óleo (www.afsc.noaa.gov/abl) indica que o óleo pode apresentar uma maior toxicidade para os organismos nectônicos 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.

Por outro lado, efeitos subletais na biota nectônica incluem interrupção de processos energéticos, interferência com processos biosintéticos ou formação estrutural e efeitos tóxicos diretos no desenvolvimento e em estágios reprodutivos. Estes efeitos podem ocorrer sob concentrações muito inferiores do que as consideradas mínimas para induzir efeitos tóxicos agudos. No entanto, estes efeitos podem ser considerados mínimos em cetáceos [(Geraci, 1990; St. Aubin, 1990b) *apud* NRC, 2003].

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).

As regiões costeira e oceânica potencialmente atingidas pela mancha são utilizadas por baleias jubarte (*Megaptera novaengliae*) e baleias franca (*Eubalaena australis*) como rota de migração. No entanto, tais regiões apresentam-se somente como área de deslocamento (www6.via-rs.com.br/iwcbbr; www.baleiajubarte.com.br), não sendo registrado comportamento de alimentação destas espécies e, conseqüentemente, não existindo o risco destes mistacetos serem afetados. Neste contexto, um possível acidente de derramamento de

condensado não teria efeito sobre a fisiologia alimentar destes grandes cetáceos. No entanto, com base em Evans (1987), poderia ocasionar alteração das rotas de passagem de indivíduos destas espécies, podendo afetar, conseqüentemente, comportamentos reprodutivos (NRC, 2003).

Pequenos cetáceos utilizam a Bacia de Santos 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). 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.

Como fator mais importante, ressalta-se a possibilidade da persistência de compostos voláteis tóxicos - como hexano e benzeno - causarem conseqüências danosas após sua inalação (relacionados à toxicidade aguda) (Leighton, 2000) aos cetáceos, durante a sua subida à tona para respiração, apesar dos poucos registros que indiquem este tipo de evento como um fator importante na mortalidade de mamíferos marinhos [(Geraci, 1990; Geraci & Williams, 1990; St. Aubin, 1990a) *apud* NRC, 2003].

Nas regiões costeira e oceânica, encontram-se registradas, na área de estudo, os quelônios *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* (Sanches, 1999). No caso de acidente de derramamento de condensado, as tartarugas poderiam ser atingidas no ambiente marinho, durante a migração para os períodos reprodutivos ou de alimentação, quando se aproximam da costa (www.panda.org/downloads/general/karachispillfactsheet2.doc), ou ainda indiretamente, se alimentando de presas afetadas pelo condensado.

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 já descritos em literatura (p.e. Sanborn, 1977; IPIECA, 2000).

De acordo com experimentos descritos na literatura, podem ser observadas alterações no comportamento de reprodução e alimentação em peixes expostos a baixas concentrações do óleo (GESAMP, 1993 *apud* IPIECA, 2000). A redução da

contaminação varia de acordo com o grau de exposição, com a espécie afetada, com a temperatura e com os padrões de alimentação, dentre outros fatores, num período de alguns dias até meses.

Analisando-se os efeitos do derramamento do óleo do petroleiro *Braer* na comunidade nectônica nas Ilhas Shetland, foi constatado que todas as espécies de peixes examinadas após o encalhe do navio continham elevadas concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's), observando-se que a exposição ao óleo para tais organismos ocorreu principalmente através do óleo dissolvido na água do mar (Topping *et al.*, 1995). No entanto, estas concentrações caíram rapidamente no período decorrente de dois meses do acidente, após o desaparecimento do óleo da coluna d'água.

Dados dos efeitos ocorrentes após o derramamento do óleo do *Exxon Valdez* indicam que peixes demersais apresentaram índices de contaminação por até dois anos seguintes ao derramamento (Collier *et al.*, 1993 *apud* Stagg *et al.*, 1995).

Considerando-se a área potencialmente atingida pela pluma num acidente de derramamento de condensado e a capacidade de deslocamento dos animais nectônicos, é possível classificar a incidência deste impacto negativo como direta e de curto-prazo, 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 regional, 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 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 estratégico, de média magnitude e grande importância, considerando que a mancha pode atingir áreas consideradas de extrema importância biológica (MMA, 2002a) para a conservação de diversos fatores do nécton. Ressalta-se ainda o *status* de conservação (IBAMA, 2003, 2004; IUCN, 2004) de determinadas espécies de cetáceos, quelônios e

peixes registradas na região, conforme diagnosticado na Comunidade Nectônica (Seção II.5 deste EIA).

10. Interferências com recursos pesqueiros devido ao derramamento de condensado

Nas regiões de plataforma continental, os recursos pesqueiros apresentam altas taxas de abundância em fundos de areia e/ou lama, em virtude de suas características alimentares, reprodutivas e migratórias. Sua importância revela-se principalmente nas costas tropicais e subtropicais, sendo que suas características biológicas estão amplamente relacionadas às condições ecológicas do ecossistema e das interações bióticas (Castro, 2001).

As principais espécies presentes na pesca artesanal nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo são o bonito, a cavalinha, a corvina, a manjuba, o peixe-porco, as pescadas, a pescadinha, o saramonete e a sardinha-verdadeira. Algumas destas espécies também são alvo da pescaria industrial, que captura atuns, bonito, bonito-de-barriga-listrada, cavalinha, corvina, pescada, saramonete e sardinha-verdadeira (Paiva, 1997).

O maior recurso pesqueiro marinho do Brasil, em volume de produção, é a sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, que ocorre entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Cabo de Santa Marta Grande (RS). No Estado do Rio de Janeiro, a pesca da sardinha-verdadeira é quase totalmente dirigida ao processamento industrial, com seus principais pontos de desembarque situados nos municípios de Cabo Frio e Angra dos Reis (Jablonski, 1998; Paiva, 1997; MMA, 2002b).

Na região sudeste-sul, o camarão-rosa representa cerca de 1% dos desembarques industriais, porém 50% do rendimento dos arrasteiros industriais. Apesar de ser comercializado em volume inferior ao de peixes pelágicos como a sardinha, o bonito e outros, o camarão representa cerca de 25% do valor total das exportações brasileiras de pescado (Pezzuto, 2001). A pesca artesanal, restrita às áreas litorâneas e estuarino-lagunares, possui um elevado poder de pesca, sustentando cadeias produtivas geralmente informais e não dimensionadas.

Armstrong *et al.* (1995) analisaram a exposição e efeitos adversos do derramamento do *Exxon Valdez* em diversas espécies de crustáceos e moluscos,

entre os anos de 1989 e 1991, em baías que foram atingidas pelo óleo e baías que não sofreram efeitos do acidente. Segundo os dados de fecundidade de uma das espécies de camarões analisadas, a taxa de reprodução no ano de 1990 se encontrava reduzida em relação ao ano anterior em ambas as baías. No entanto, a taxa de fecundidade encontrava-se 30% menor entre as fêmeas da baía que sofreu efeitos do derramamento em oposição àquela que mantinha suas condições originais.

Em decorrência dos impactos do derramamento de óleo do *Sea Empress*, em 1996, no Reino Unido (Edwards & White, 1999), os níveis de hidrocarbonetos encontravam-se particularmente elevados em moluscos, mas com concentrações inferiores em crustáceos e peixes. Soma-se, ainda, o fato de não terem sido registradas perdas de espécies de valor comercial. No entanto, a ocorrência do acidente se deu em data intermitente ao período de desova dos recursos, o que não afetou, em longo prazo, os estoques destas espécies.

Este impacto pode ser classificado como direto e de curto-prazo, em caso de contato físico com a mancha de óleo, ou indireto e de médio a longo-prazo, em caso de contato do óleo com ovos e larvas de peixe ou em caso de ingestão de alimento contaminado. (Levinton, 1995).

Ele é ainda temporário e reversível, já que o impacto se dá quando ocorre o contato do animal com o condensado, mas extinta a fonte de poluição, esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas populacionais.

Neste contexto, um derramamento de condensado a partir das atividades do campo de Mexilhão pode gerar um impacto de abrangência regional, já que os recursos pesqueiros se deslocam por grandes áreas. Este impacto interfere ainda no impacto sobre as atividades pesqueiras.

Portanto, este impacto é classificado como estratégico, de média magnitude e grande importância, em vista da área de influência ser considerada de grande relevância ambiental para os recursos pesqueiros (MMA, 2002), de determinadas espécies apresentarem níveis de sobre-exploração, do *status* de conservação de algumas espécies de peixes e crustáceos, consideradas ameaçadas de extinção pelo IBAMA (2005) e do seu caráter influente sobre o aspecto econômico relacionado à atividade pesqueira.

Impactos sobre o Meio Socioeconômico

11. Interrupção no tráfego de rodovia estadual devido à acomodação do leito da estrada durante a instalação do duto terrestre

A instalação de dutos ou a construção de bueiros e travessias sob rodovias é obra de engenharia cujas tecnologias de execução atualmente disponíveis são amplamente divulgadas e conhecidas pela maioria das empreiteiras que operam no setor de estradas.

Não obstante, durante ou depois da execução dessas obras, com certa frequência acontecem recalques inesperados que não foram considerados durante o projeto ou não foram identificados durante a execução da obra. Esses recalques acontecem ou por uma peculiaridade do substrato local que suporta a rodovia do trecho em que será atravessada pelo duto ou porque a própria intervenção (instalação do duto) pode vir a fragilizar a estrutura do leito construído, causando uma “acomodação” em uma ou mais camadas do leito que, via de regra, repercute no pavimento.

Esses recalques em estradas de tráfego intenso, como é o caso da SP-55, costumam ter um processo progressivo, função direta do tráfego de cargas sobre o pavimento. Iniciando-se quase que imperceptivelmente, podendo chegar à ruptura do pavimento ao longo de toda a seção.

Este impacto negativo foi avaliado como direto, local, reversível e temporário, dado o curto período em que ocorrerão as obras de instalação do trecho de duto sob o leito da referida rodovia. É de curto-prazo, cuja suscetibilidade de acomodação do leito da estrada se dará tão logo se iniciem as obras de travessia no referido trecho. Dados esses atributos, este impacto é avaliado como de pequena magnitude.

Trata-se de um impacto não-estratégico por estar restritamente localizado no ponto de passagem do duto sob a rodovia e simples uma vez que não interage com outros impactos relativos à instalação do duto em outros trechos. Este impacto é considerado de pequena importância devido, principalmente, aos aspectos tecnológicos de instalação de dutos em travessias de rodovias ou leitos

de cursos d'água, cujo domínio do empreendedor é observado em larga escala e em diferentes composições geomorfológicas do território nacional.

12. Interferência no patrimônio histórico e arqueológico devido à abertura de valas e instalação do duto terrestre

Ao contrário dos grandes empreendimentos de usinas hidrelétricas e de mineração, por exemplo, o impacto sobre o patrimônio arqueológico provocado pela construção de um oleoduto pode ser considerado relativamente pequeno, uma vez que consiste quase sempre num fenômeno localizado, restrito à área de influência direta ou de intervenção do empreendimento.

No caso do duto terrestre do Campo de Mexilhão, a área terrestre a ser afetada pelas atividades do empreendimento estará restrita aos seguintes pontos:

- ★ Área constituída pelo trecho do duto e faixa de servidão, correspondendo a uma área de 60 m de largura por cerca de 7,7 km de extensão, que comportará as atividades de transporte de gás e condensado.
- ★ Área da base guincho e seu entorno, que corresponde a 6.400 m², no caso do lançamento do gasoduto ser feito por arraste mar-terra. Esta área servirá de apoio às atividades de instalação do duto em seu trecho costeiro, abrangendo também pontos de apoio ao desembarque de equipamentos e materiais e áreas onde serão armazenados os tubos.
- ★ Área do canteiro de solda, que corresponde a cerca de 15.000 m², no caso do lançamento do gasoduto ser feito por arraste terra-mar.
- ★ Áreas destinadas a empréstimo, bota-fora, canteiro de obras e vias de acesso, a serem definidas em fase posterior dos estudos.

Destaca-se que somente deverá ocorrer algum impacto se nesta área for identificado material que configure a presença de sítios arqueológicos. Uma avaliação mais precisa da presença de sítios poderá ser realizada apenas a partir de um trabalho de prospecção, que tem uma sistemática específica voltada para a localização e identificação de sítios arqueológicos *in situ*. Durante a elaboração do programa de diagnóstico do potencial arqueológico local, indicado no Capítulo II.7

deste documento, nenhum sítio arqueológico foi encontrado na base de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN para o município de Caraguatatuba. Trabalhos posteriores deverão ser definidos em função do estabelecimento definitivo da área potencialmente afetada, para a efetivação do diagnóstico do potencial arqueológico local, exigidos pela legislação vigente para licenciamento de empreendimentos desta natureza.

Caso realmente existam sítios arqueológicos na área de intervenção do empreendimento, o impacto causado por sua implantação pode ser considerado direto, negativo, local, de curto-prazo, permanente e irreversível. Sua magnitude, entretanto, pode ser avaliada como baixa, tendo em vista a reduzida dimensão da área passível de ser afetada.

Este impacto foi considerado ainda simples e estratégico. Considerando ainda a ausência de testemunhos arqueológicos registrados no local e a necessidade de preservação de possíveis sítios em uma área ainda pouco conhecida pela arqueologia, foi classificado como de grande importância. Em vista disso, os trabalhos deverão ser acompanhados por projeto de prospecção e resgate arqueológico, a serem realizados previamente ao início da escavação das valas para instalação do duto, observando os aspectos legais determinados pelo IPHAN e atendendo ao exposto na Lei 3.924/61, Portaria 07/88 e Portaria 230/2002.

Caso não existam sítios arqueológicos na área de intervenção do empreendimento, este impacto não ocorrerá.

13. Interferências nas atividades pesqueiras devido ao derramamento de condensado

No caso da ocorrência de um acidente de grandes proporções, poderão ocorrer interferências tanto na modalidade de pesca oceânica (no caso do cenário envolvendo P1), quanto na modalidade de pesca costeira (considerando o cenário do ponto P2). Mesmo considerando uma área reduzida, com as possíveis alterações no recurso pesqueiro, conforme citado na descrição do impacto 10, pode ser gerada a necessidade de 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 uma redução no número de pescado capturado.

Mudanças nos pontos de desembarque do pescado e a perda de equipamentos por parte de pescadores, que eventualmente sejam surpreendidos por uma mancha de condensado durante o desenvolvimento de suas atividades, é um elemento adverso a ser destacado.

Destaca-se que a área possivelmente influenciada por um acidente é utilizada por algumas colônias de pesca existentes nos municípios que compõem a área de influência deste estudo, conforme apresentado no sub-item II.5.3.3 deste documento. Esta região possui infra-estrutura consolidada tanto para a pesca costeira quanto para a pesca oceânica, englobando diferentes modalidades de pesca dentre as colônias e associações diagnosticadas.

Tendo em vista estes fatores, este impacto foi avaliado como de incidência indireta por ser decorrente do impacto sobre os estoques pesqueiros. É temporário, cessando-se com a dispersão total do produto derramado. Ocorrerá de imediato (de curto-prazo) e é reversível. É de abrangência regional, estando associado às atividades dos pescadores da área de influência. Em consonância com esses atributos este impacto foi avaliado como de média magnitude.

Este impacto é cumulativo, devido às inter-relações com os impactos sobre o nécton e sobre os recursos pesqueiros, além de estratégico por interferir com uma atividade econômica de relevância na área. Entretanto, foi avaliado como de média importância, devido ao fato da área de dispersão do condensado, em situação de pior caso, alcançar, com probabilidade próxima a 10%, a costa de Ilhabela, em que pese, tratar-se de uma área muito pequena quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região.

14. Interferências nas atividades turísticas devido ao derramamento do condensado

De acordo com as simulações realizadas, no caso da ocorrência de um derramamento acidental de condensado (descarga de pior caso), a mancha apresentaria uma probabilidade de 10% de alcançar algumas áreas específicas

da região costeira situada no município de Ilhabela (SP), importante centro turístico do litoral norte paulista.

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

Este impacto negativo 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 de curto-prazo, reversível e extra-regional por afetar atividades de interesse de públicos situados fora da área de influência do empreendimento. Entretanto, dada a expressividade das atividades turísticas no município de Ilhabela e na região circunvizinha, este impacto foi considerado de média magnitude.

Tendo em vista o interesse turístico da região a ser afetada, bem como a importância das receitas oriundas das atividades de turismo, na composição do montante de arrecadação de Ilhabela, este impacto foi considerado simples, mas estratégico, sendo avaliado de média a alta importância, dependendo da época do ano em que ocorra.

15. Intensificação do tráfego marítimo devido ao derramamento do condensado

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

A movimentação de embarcações de apoio para a contenção da mancha deve interferir na rota das demais embarcações que deverão estar em busca de

alternativas de desvio da mancha, ampliando a sensibilidade ao fator “nível de tráfego” o que potencializa a probabilidade de acidentes de navegação.

Este impacto negativo foi avaliado como indireto por decorrer predominantemente da demanda de atendimento às ações de contingência, sendo temporário, tão logo se restabeleçam as condições normais de navegabilidade na área. É de curto-prazo, por se manifestar associado à ocorrência do evento acidental e regional, uma vez que a área é utilizada por embarcações de várias regiões do país. Trata-se de 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 baixa magnitude.

Este impacto cumulativo por induzir o impacto referente à pressão sobre a infra-estrutura portuária (impacto nº 17), é considerado não-estratégico e 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.

16. Intensificação do tráfego aéreo devido ao derramamento do condensado

No caso da ocorrência de um derramamento acidental das proporções previstas na modelagem utilizada, deverá haver um aumento significativo no número de viagens aéreas oriundas e para a unidade de produção, 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 negativo foi avaliado como indireto por decorrer predominantemente da demanda de atendimento às ações de contingência, sendo temporário, tão logo se cesse o atendimento à demanda emergencial. É de curto-prazo, por se manifestar associado à ocorrência do evento acidental e regional, uma vez que as bases de apoio aéreo a serem utilizadas estão

localizadas nos dois estados da federação componentes da área de influência do empreendimento. 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 baixa magnitude.

Tendo em vista a boa infra-estrutura de transporte aéreo presente nas proximidades da região onde se desenvolverá a atividade de produção no campo de Mexilhão, com destaque para a base aérea de apoio à atividade situada em Jacarepaguá, no Estado do Rio de Janeiro, este impacto que é simples e não-estratégico, foi avaliado como sendo de pequena importância.

17. Pressão sobre a infra-estrutura portuária devido ao derramamento do condensado

A infra-estrutura portuária poderá sofrer interferências, 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 condensado, os portos mais próximos do local do acidente deverão sofrer uma pressão adicional sobre sua infra-estrutura, em decorrência do afluxo das embarcações que irão participar das operações de resposta ao derramamento.

Este impacto negativo foi avaliado como indireto por decorrer predominantemente da demanda de atendimento às ações de contingência, sendo temporário, tão logo se cesse o atendimento à demanda emergencial. É de curto-prazo, por se manifestar associado à ocorrência do evento acidental e regional, uma vez que serão acionados diferentes portos situados na área de influência. Trata-se de um impacto reversível, uma vez que as ações de contingência se encerrem, as condições de uso dos portos voltam à normalidade. Deste modo, este impacto é considerado de baixa magnitude.

Este impacto potencial que é induzido pelo efeito cumulativo do impacto de intensificação do tráfego marítimo foi considerado não-estratégico. Devido ao número significativo de portos existentes no litoral próximo à área de abrangência, este impacto foi avaliado de pequena importância.

18. Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos devido ao derramamento do condensado

As ações de resposta ao derramamento a serem adotadas implicarão a geração de um volume significativo 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 condensado (terra, areia, EPI's, mantas absorventes etc.) será providenciado em sacos plásticos e tambores, devidamente identificados com indicação da origem e do conteúdo.

O transporte dos resíduos será realizado por empresas licenciadas pelos órgãos ambientais de ambos os estados envolvidos nas atividades da Bacia de Santos.

O procedimento completo de contenção, recolhimento, armazenamento e destinação final dos resíduos decorrentes de um derramamento de condensado implica a contratação de serviços de logística e transporte, além de material adequado de acondicionamento, provocando pressão na demanda por esses serviços e produtos.

Este impacto foi avaliado como indireto, irreversível e permanente, pelo volume de resíduos gerados que permanecerá no local de destinação final, na maioria dos casos, sem possibilidade de reciclagem. É de curto-prazo, por se manifestar desde o início das ações de contingência e extra-regional por envolver áreas de destinação final que extrapolam a área de influência do empreendimento. Entretanto, devido o pequeno volume de condensado esperado, se comparado com derramamento decorrentes de acidentes com poços produtores de óleo, este impacto é avaliado como de média magnitude.

Trata-se de um impacto não-estratégico e cumulativo uma vez que interage com o impacto relativo à intensificação do tráfego marítimo. Este impacto é considerado de média importância devido, principalmente, ao volume de condensado que pode vir a ser lançado acidentalmente no mar. Além disso,

considerando as condições da infra-estrutura de disposição final de resíduos oleosos, local e regional, a pressão exercida pode ser significativa.

19. Interferências nas aglomerações humanas situadas na trajetória da dispersão devido ao derramamento do condensado

Em que pese o início da atividade de produção de óleo e gás natural na Bacia de Santos, esta região ainda não apresenta uma grande quantidade de unidades fixas e flutuantes, tripuladas e nem uma intensa movimentação de embarcações de apoio a essas atividades.

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

Poderá ser mobilizado também um contingente responsável pela limpeza, reparo e substituição de algum tipo de material possivelmente afetado. Tais atividades poderão levar à necessidade de pessoal trabalhando além da borda das plataformas, acima d'água, sob mau tempo ou em outras condições que gerem um maior risco de acidentes.

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

Deve-se considerar que, devido à probabilidade de alcance da pluma em áreas costeiras, ainda que de pequena probabilidade, a rotina da população ali concentrada poderá ser alterada. Suas atividades de lazer e algumas atividades

econômicas deverão ser interrompidas temporariamente. Destaca-se ainda que aspectos do cotidiano da população deverão sofrer interferências, dadas as manobras de combate exigidas para a contingência que podem abrigar espaços urbanos costeiros em alguns pontos da área de influência identificada pela simulação da dispersão da pluma em caso de acidentes com derramamento de condensado.

Tendo em vista estes fatores, este impacto negativo foi considerado direto por decorrer da dispersão da pluma de condensado, temporário por estar associado ao período do evento acidental e de curto-prazo por ocorrer tão logo o acidente se manifeste. É, ainda, reversível e local, por se restringir aos aglomerados humanos situados na trajetória de dispersão da pluma de condensado que não extrapola a área de influência do empreendimento. Assim, a magnitude deste impacto é considerada baixa.

Este impacto que é cumulativo por interagir com os impactos relacionados à intensificação do tráfego marítimo e do tráfego aéreo, e é considerado não-estratégico. Sua importância foi avaliada como média devido à pequena dimensão alcançada pela mancha de condensado em dispersão e especialmente pela baixa probabilidade de toque em alguns pontos da costa de um único município da área de influência da atividade de produção do Campo Mexilhão.

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 19 impactos, dos quais 10 são incidentes sobre os meios físico e biótico (meio natural) e 9 são incidentes sobre o meio socioeconômico. No que tange os impactos do meio natural, observa-se que os efeitos incidentes sobre os ambientes costeiro e terrestre são os de maior relevância, alcançando magnitudes médias a altas, sendo todos de grande importância. A magnitude destes impactos foi incrementada na maioria das situações em função do fato destes impactos serem permanentes e irreversíveis no caso de ocorrerem nas condições em que foram avaliados.

Quanto aos impactos do meio natural, que poderão ocorrer em virtude de um acidente de derramamento de condensado, avaliado para os cenários P1 e P2 (*Blowout* no campo de Mexilhão e ponto de enterramento do duto, 70 m de profundidade), observa-se que estes foram avaliados como de baixa a média magnitude, principalmente devido ao aspecto temporário e reversível dos mesmos. Esta avaliação é corroborada pelo estudo de Colombo *et al.* (2005a e 2005b), conduzido em um acidente ocorrido no rio de la Plata, na Argentina. Nestes trabalhos, foi observado que os efeitos do derramamento no ambiente oceânico foi reduzido e persistiu por períodos menores quando comparados aos efeitos em regiões costeiras e interiores.

Ressalta-se, entretanto, que a avaliação da importância se manteve entre média e grande, principalmente em função dos efeitos cumulativos observados entre os impactos sobre a qualidade da água → comunidade neotônica → recursos pesqueiros, o caráter estratégico dos últimos dois fatores e a importância biológica avaliada por MMA (2002a) para os três fatores.

Quanto aos impactos avaliados para o meio socioeconômico, destacam-se dois aspectos distintos. O primeiro se refere basicamente a fase de instalação do duto terrestre, podendo ocasionar impactos devido ao risco de acomodação do leito estradal de uma rodovia estadual de grande fluxo, a SP-55, sendo considerado de baixa magnitude e pequena importância; e o segundo refere-se ao patrimônio histórico e arqueológico potencialmente presente na região. Dentre estes dois impactos, apenas o segundo se apresenta permanente e irreversível, sendo de média importância, embora não seja ainda conhecida a existência de patrimônio histórico e arqueológico na área de intervenção do duto.

Os demais impactos do meio socioeconômico são relacionados ao aspecto de derramamento de condensado e se apresentam como impactos temporários e reversíveis. A exceção ocorre apenas para o impacto de pressão sobre a infra-estrutura de destinação final de resíduos oleosos que, sendo permanente, não deverá ser muito expressiva, uma vez que o condensado tem um alto poder de evaporação, tendo sido, desta forma, avaliado como de média magnitude e importância.

Para estes impactos a média magnitude foi identificada ainda para os impactos sobre as atividades de pesca e turismo, tendo sido identificadas como

de média importância, podendo, no caso da atividade turística, alcançar grande importância, de acordo com a estação do ano em que um potencial acidente ocorra. Ressalta-se, ainda, o caráter estratégico de ambos fatores ambientais.

No que se refere unicamente aos impactos potenciais referentes à vazamentos e derramamentos de condensado, 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 originais, 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.

As principais relações entre os impactos do derramamento acidental de condensado sobre o meio físico-biótico podem ser visualizadas através da Figura II.6.3.5-1, a seguir. Mesmo não avaliando o potencial de cumulatividade dos impactos potenciais, foi possível identificar relações entre fatores ambientais e entre impactos. Essas relações mostraram a geração de impactos indiretos através de processos de indução e a interação entre impactos, quando foram avaliados fatores ambientais relacionados.

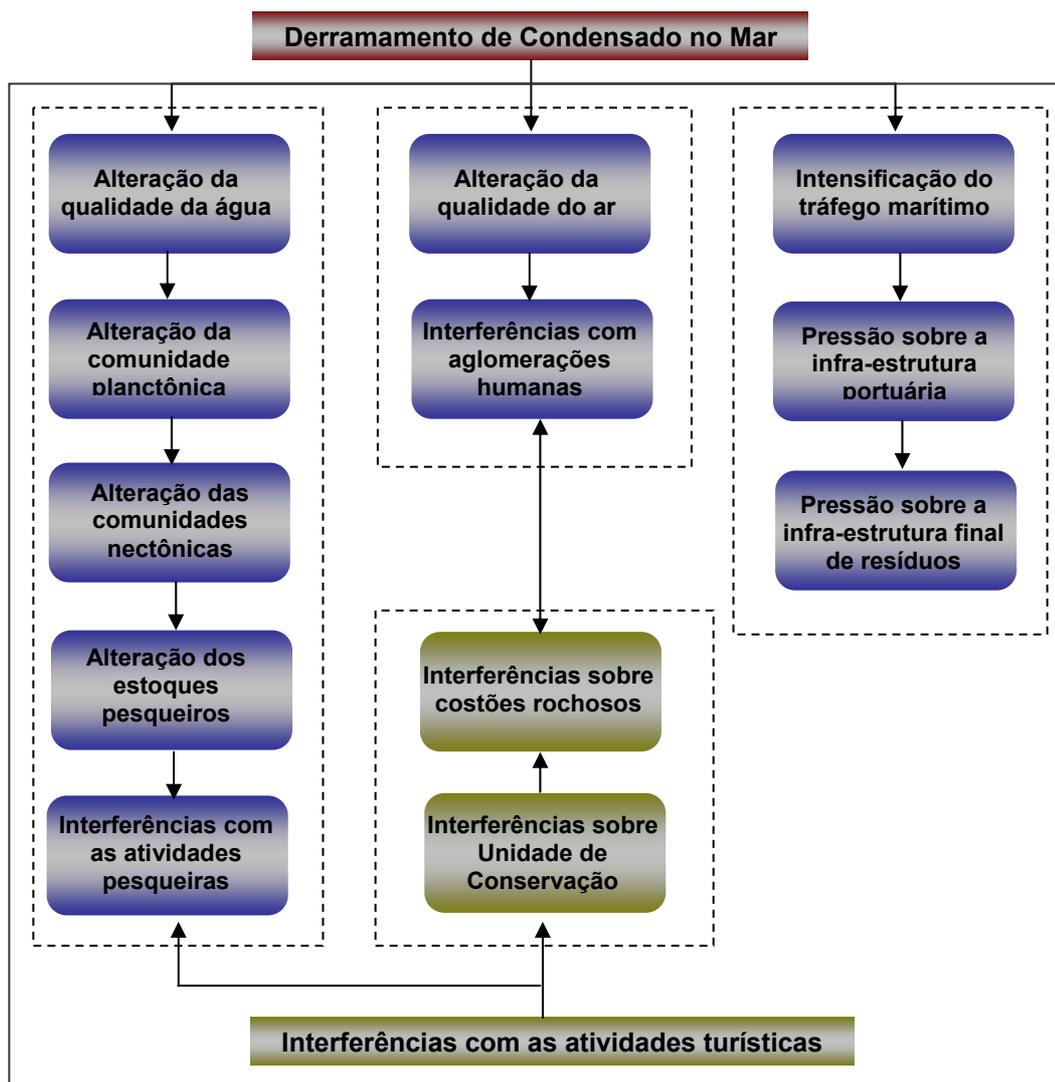


Figura II.6.3.5-1 - Diagrama esquemático das inter-relações entre os impactos potenciais decorrentes de um acidente de derramamento de condensado.

Observa-se que a presença do condensado na água afeta os compartimentos presentes na coluna d'água. Não foi identificada a possibilidade de alteração na qualidade do sedimento, tampouco na comunidade bentônica no oceano, em virtude das características peculiares do condensado 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, ainda em relação ao meio físico-biótico, que pode ser percebida uma influência desses impactos como um todo sobre as atividades

pesqueiras e turísticas. Alterações nas comunidades 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.

A descrição dos impactos ambientais possivelmente decorrentes de acidentes provenientes do Projeto Mexilhão revela que, para uma avaliação ambiental global, torna-se necessário analisar o balanço entre a questão da probabilidade e da magnitude e importância dos impactos em conjunto. Isto é, a descrição evidencia que as regiões mais sensíveis deverão ser atingidas com uma probabilidade menor do que regiões oceânicas. Por outro lado, a região oceânica, menos sensível e conseqüentemente menos importante⁴, certamente sofrerá os impactos do derramamento acidental de forma mais intensa.

Todos esses fatores até aqui comentados são importantes, mas não suficientes para uma análise realista e equilibrada dos impactos ambientais do derramamento de 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 conseqüente avaliação da freqüência 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 (volume de 12.508,9 m³) representaria um grande incidente. Porém, os incidentes que resultaram em

⁴ Com base nos critérios adotados para a presente avaliação, conforme apresentado no item II.6.2.1 Procedimentos metodológicos.

derramamento das maiores descargas já reportadas ocorreram com navios transportadores, e não, com as atividades constituintes do Projeto Mexilhão.

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

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

Além disso, segundo o estudo intitulado "Impact of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environment", produzido pelo GESAMP e mencionado no "Marine Pollution Bulletin" (setembro, 1993), independentemente do volume derramado, o importante é que houve uma significativa redução da contaminação por óleo em escala global. Estimativas feitas em 1981 mostravam que 3,2 milhões de toneladas de óleo por ano 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.

Embora haja um verdadeiro dissenso em relação à contribuição do volume de óleo derramado por fonte poluidora, a maioria dos autores concorda com a porcentagem relativa de cada uma delas. A Figura II.6.3.5-2, a seguir, mostra essa participação média relativa de cada uma das fontes.

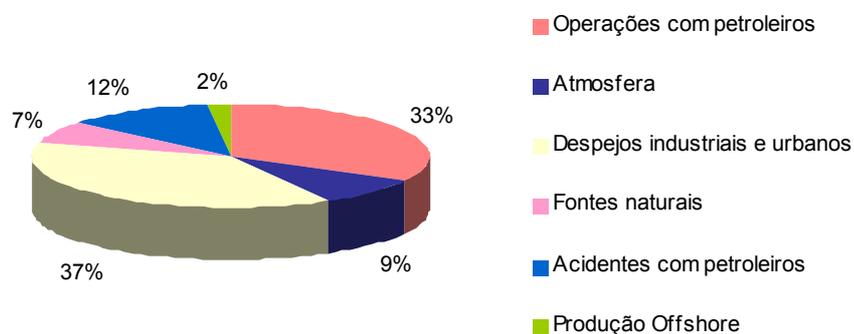


Figura II.6.3.5-2 - Contribuição relativa de óleo derramado no ambiente marinho, por fonte poluidora.

Fonte: <http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm>
(modificado)

Nesta figura, merece destaque especial, para a presente análise, a reduzida participação relativa da poluição por óleo originada pelas atividades de produção *offshore*. Destaca-se ainda que entre 15 e 30% de todo o óleo despejado no Mar do Norte, em 1990 (cerca de 19.080 toneladas), foi conseqüência de operações *offshore*. Desse total, apenas 7% foi causado por derramamentos acidentais (acidentes e explosões) (Nihoul & Ducroty, 1994 *apud* <http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm>).

Entretanto, deve-se ressaltar que a análise global dos impactos potenciais não considerou medidas preventivas e/ou corretivas, elencadas para todos os impactos aqui tratados na Sessão II.7 deste documento. Destaque deve ser dado ao Plano de Emergência Individual (Sessão II.8) que deverá combater especificamente os aspectos relacionados aos derramamentos de condensado provenientes das atividades de produção e escoamento do Projeto Mexilhão.

Quadro II.6.3.5-1 - Matriz de Avaliação dos Impactos Potenciais (a3)

Quadro II.6.3.5-1 - Matriz de Avaliação dos Impactos Potenciais (a3)