

II.5.B - Impactos Potenciais

A avaliação dos impactos ambientais referentes às atividades de perfuração *offshore* deve levar em consideração não apenas os impactos reais, mas também os impactos potenciais dos riscos inerentes da atividade.

De acordo com os resultados das Análises de Riscos das Unidades Marítimas de Perfuração, apresentadas na seção II.7 deste EIA, o acidente mais grave considerado é o *blowout* decorrente de falhas operacionais que levam ao descontrole do poço. Neste caso, um grande volume de óleo cru pode vaziar diretamente no meio, impactando de formas distintas os seus componentes.

Este item apresenta os impactos ambientais decorrentes de um possível derramamento de óleo decorrente das atividades de perfuração na Área Geográfica Bacia de Santos (AGBS), baseados nos resultados da modelagem da pluma de dispersão de óleo referente aos 12 Pontos de Fronteira que delimitam a AGBS (apresentado na Seção II.5.1 – Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar).

II.5.B.1 – Metodologia

A metodologia aplicada para identificação dos impactos decorrentes de um possível *blowout* acidental de óleo, é semelhante à adotada para os impactos reais.

Para identificação dos impactos potenciais é necessário conhecer:

- (i) Resultado das simulações de derramamento de óleo, apresentados na Seção II.5.1;
- (ii) Esclarecimentos a respeito das características físico-químicas do óleo e seu comportamento no ambiente marinho;
- (iii) Caracterização ambiental da área possivelmente afetada por um acidente desta natureza, consolidada na Análise Integrada (Seção II.4.2.4).

II.5.B.2 - Identificação dos Impactos Potenciais

Os impactos potenciais decorrentes de um vazamento de óleo podem ser avaliados como incidentes sobre os componentes ambientais (ecossistemas costeiros da Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento) ou incidentes sobre os fatores ambientais (biota marinha, atividade pesqueira, etc.).

Para a análise dos impactos potenciais, foi considerado um único aspecto: a possibilidade do derramamento acidental de óleo envolvendo o cenário de pior caso, que correspondente a situações de *blowout* para os 12 Pontos de Fronteira da AIGBS sendo considerado vazamento ao longo de 30 dias sem contingência. Estes pontos foram definidos considerando critérios de proximidade da costa, proximidade de grupos de poços, tipo de óleo e volume de *blowout* dos poços mais próximos. Foi considerada como área impactada a área com probabilidade superior a 10% de ser atingida pela mancha de óleo, conforme os dados obtidos com a modelagem numérica.

A seguir, apresenta-se uma síntese do aspecto e as listas dos componentes e dos fatores ambientais que poderiam ser afetados por este aspecto. Em seguida, encontram-se listados os impactos potenciais identificados.

Componentes ambientais que poderiam ser afetados

- Restingas
- Manguezais e Estuários
- Costões Rochosos
- Praias Arenosas
- Unidades de Conservação

Fatores Ambientais que poderiam ser afetados

- Meio Físico
 - Qualidade do ar;
 - Qualidade da água;
 - Qualidade do sedimento.
- Meio Biótico
 - Biota marinha (plâncton, bentos e nécton);
 - Aves Marinhas;

- Área de reprodução de aves marinhas, quelônios e recursos pesqueiros.
- Meio Socioeconômico
 - Atividades pesqueiras;
 - Atividades turísticas;
 - Nível de tráfego;
 - Infra-estrutura portuária;
 - Infra-estrutura de transportes;
 - Infra-estrutura de disposição final de resíduos;
 - Aglomerações humanas.

Lista dos impactos potenciais

1. Alterações na qualidade da água;
2. Alterações na qualidade do ar;
3. Alterações na qualidade do sedimento;
4. Interferências nas áreas de restinga;
5. Interferências nas áreas de manguezal e estuários;
6. Interferências nos costões rochosos;
7. Interferências nas praias arenosas;
8. Interferências nas Unidades de Conservação;
9. Alterações nas comunidades planctônicas;
10. Alterações nas comunidades bentônicas;
11. Alterações nas comunidades nectônicas;
12. Alterações nas comunidades de aves marinhas;
13. Interferências nas áreas de reprodução de aves marinhas, quelônios e recursos pesqueiros;
14. Interferências com as atividades pesqueiras;
15. Interferências com as atividades turísticas;
16. Intensificação do tráfego marítimo;
17. Intensificação do tráfego aéreo;
18. Pressão sobre a infra-estrutura portuária;
19. Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos.

II.5.B.3 - Características e Comportamento do Óleo no Ambiente

Com o objetivo de avaliar os impactos decorrentes de um derramamento de óleo, é necessário o conhecimento de algumas características físico-químicas deste, assim como o seu comportamento no ambiente marinho, além das características da região possivelmente atingida, indicada pela modelagem numérica.

O petróleo no estado líquido é uma substância inflamável, oleosa, menos densa que a água, possui cor variando entre o negro e o castanho claro e odor característico, e é constituído basicamente por hidrocarbonetos (compostos químicos orgânicos) (THOMAS *et al.*, 2001). Além dos hidrocarbonetos, outros constituintes também podem ocorrer, sob a forma de compostos orgânicos que contêm outros elementos, sendo os mais comuns o nitrogênio, o enxofre e o oxigênio. Também podem ocorrer metais, como sais de ácidos orgânicos.

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.

A classificação dos hidrocarbonetos é de acordo com sua estrutura, sendo divididos em saturados (alcanos ou parafinas), insaturados (olefinas) e aromáticos (arenos) (THOMAS *op.cit.*):

A taxa e o grau de biodegradação dos hidrocarbonetos dependem, principalmente, da estrutura de suas moléculas. Os compostos parafínicos (alcanos) são biodegradados mais rápido do que as substâncias aromáticas.

Quanto mais complexa for a estrutura molecular do hidrocarboneto (maior número de átomos de carbono e ramificações de cadeias), menor a taxa de decomposição microbiana deste. A biodegradabilidade também depende do estado físico do óleo e a sua dispersão. Fatores ambientais como, temperatura, concentração de nutrientes e de oxigênio, também tem seu papel na taxa de biodegradação do óleo, além da presença e abundância de microorganismos capazes de fazê-lo.

Os efeitos de um derramamento de óleo sobre os organismos podem ser direto (contato e ingestão) ou indireto (alterações do habitat e contaminação de alimentos).

Ao ser derramado na água, o óleo sofre contínuos processos de intemperização que atuam, principalmente, na alteração de sua composição química, características físicas e comportamento no ambiente. Estes processos

são diretamente influenciados pelas condições locais como correntes, lâmina d'água, regime de marés, energia de ondas, temperatura, intensidade luminosa e ventos.

As condições oceanográficas e meteorológicas no local no momento de um vazamento de óleo influenciam de forma preponderante a dispersão da mancha de óleo, dificultando a previsão do seu comportamento.

II.5.B.4 - Avaliação dos Impactos Potenciais

A seguir são descritas as repercussões de um derramamento acidental de óleo no mar, a partir dos Pontos de Fronteira da AGBS, considerada como situação de “pior caso” para estes poços, que consiste em uma perda de controle deste poço durante 30 dias (*blowout* por 30 dias) sem contingência.

1. Alterações na Qualidade da Água

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

A composição e propriedades de óleos provenientes de diferentes reservatórios são muito variáveis. Do ponto de vista químico o petróleo é uma mistura complexa de milhares de compostos de hidrocarbonetos (80 – 90% da sua massa) (PATIN, 1999).

O peso molecular também é fator preponderante na diluição do composto, visto que este é inversamente proporcional ao seu valor, portanto compostos mais leves são mais solúveis em água. Entretanto, a fração hidrossolúvel do óleo contém uma gama de compostos que são considerados tóxicos. Os hidrocarbonetos aromáticos são mais tóxicos que os alifáticos e os de peso molecular intermediário são mais tóxicos que os de alto peso molecular. Os hidrocarbonetos de peso molecular muito baixo geralmente são desconsiderados por serem extremamente voláteis e se perdem rapidamente para a atmosfera (CLARK, 1992). Além disso, os derramamentos de óleo introduzem metais e compostos orgânicos no ambiente, a maioria dos compostos apresenta enxofre, nitrogênio e complexos orgânicos contendo níquel e vanádio. Os óleos crus contêm muitas substâncias tóxicas como benzeno, tolueno, xileno além de outras substâncias de baixo peso molecular (KENNISH, 1996). No petróleo também são

encontrados ácidos, fenóis, compostos com enxofre (sulfetos, tióis e tiofenóis) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Da série das parafinas, das olefinas até os aromáticos verifica-se que a toxicidade aumenta (KENNISH, 1996).

O principal fator que influencia a evaporação de hidrocarbonetos é a pressão de vapor do composto, e o peso molecular. Isto é, hidrocarbonetos com baixo peso molecular, como aromáticos e alcanos leves têm maior taxa de evaporação (LAWS, 1993), enquanto que os asfaltenos, com peso molecular em torno de 10.000, são praticamente não sensíveis à evaporação (BISHOP, 1983).

Os impactos da presença de petróleo no ambiente marinho são definidos principalmente por suas características físicas e físico-químicas, como gravidade específica, volatilidade e solubilidade na água. O petróleo pode ser classificado como pesado, médio e leve, de acordo com a sua gravidade específica, sendo que a maioria destes apresenta gravidade específica inferior, o que significa que são mais leves do que a água. Normalmente entorno de 1 - 3% do volume de petróleo se dissolve na água, e entorno de 10% a 40% do volume original se evapora. Compostos policíclicos aromáticos de hidrocarbonetos (HPAs), não se transformam na fase gasosa, eles permanecem no ambiente marinho e se submetem a reações complexas como oxidação, biodegradação e processos fotoquímicos. Desta forma tendem a assumir formas ainda mais solúveis na água (PATIN, 1999).

As diferenças nas propriedades dos componentes do petróleo levam a presença de diferentes frações físicas de óleo no ambiente marinho, desta forma este pode se apresentar simultaneamente em diferentes estados físicos como: filme na superfície; dissolvido; emulsão (óleo na água ou água no óleo); óleo em suspensão (óleo agregado flutuando ou óleo adsodido em partículas em suspensão); componentes sólidos ou viscosos depositados no fundo; ou ainda compostos acumulados em organismos marinhos. Desta forma o petróleo passa a afetar de os organismos marinhos não apenas por contato físico mas também através da sua toxicidade. Normalmente é observado um aumento da concentração de HPAs na água do mar, como foi observado após o acidente do Sea Empress (ITOPF, 2008) e do Prestige (GONZALES *et al*, 2006).

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

Em suma, acidentes com derrames de óleo ou outros subprodutos do petróleo no mar apresentam maior impacto na qualidade da água nos primeiros dias após o derramamento, uma vez que os compostos mais tóxicos são os constituintes mais solúveis e voláteis. A concentração de grande parte dos agentes de maior toxicidade é reduzida em poucos dias por processos físicos e químicos (intemperismo).

Portanto, para a avaliação deste impacto é importante considerar os efeitos diretos de um vazamento sobre outros fatores e componentes ambientais. Entre estes efeitos, é importante citar o contato dos organismos pelágicos com frações tóxicas do óleo, que pode resultar em morte por intoxicação, especialmente associada às frações de compostos aromáticos.

Entre os componentes mais tóxicos estão os benzenos, tolueno e xilenos, substâncias que apresentam considerável solubilidade em água, podendo ser absorvidos pelos tecidos ou brânquias dos organismos marinhos, além de serem ingeridos com água ou alimento contaminado.

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

Este também **induz interferências** nas comunidades planctônicas, nectônicas e bentônicas (impactos nº 2 e 3) 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 sedimento) e biótico (interferências com ecossistemas costeiros), podendo ainda causar interferências com áreas de reprodução de aves marinhas, quelônios, cetáceos e recursos pesqueiros.

Sendo assim, o impacto sobre a qualidade da água foi classificado como de **alta magnitude**. Como a área passível de ser afetada por um vazamento de óleo, segundo a modelagem, inclui áreas consideradas como de média e alta sensibilidade e desta forma apresentando **alta importância** ambiental, de acordo com MMA (2002a), este impacto é de alta importância.

2. Alterações na Qualidade do Ar

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 asfaltenos, com peso molecular em torno de 10.000, são menos suscetíveis à evaporação (BISHOP, 1983).

No caso de um incidente, desde o início estaria se formando uma pluma de vapor de hidrocarbonetos, entretanto, a maior concentração desta pluma dar-se-á após o final do incidente, quando todo o volume de óleo estaria exposto à atmosfera.

De acordo com as concentrações de hidrocarbonetos dessa pluma, poderia ser formada uma pluma de *smog* fotoquímico com a presença de altas concentrações material particulado fino e poluentes tais como: SO₂, NO_x, CO, O₃.

Durante o processo de degradação dos hidrocarbonetos ocorre a liberação de NO, NO₂ e O₃, a formação de compostos carbonilas (aldeídos), de cetonas, hidrocarbonilas e dicarbonilas, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos (incluindo nitrato peroxiacila), ácidos inorgânicos e, na presença de SO₂, de ácido sulfúrico (H₂SO₄) (WARK *et al.*, 1998).

A pluma de *smog* acarreta uma série de impactos 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 (Componentes Orgânicos Voláteis) e o ozônio. Alguns deles podem causar irritação da garganta e dos olhos, a sensação de odores e a redução da visibilidade, podendo causar ainda danos aos vegetais e animais (WARK *et al.*, 1998), e ainda mutações biológicas, tais como o radical nitrato, os nitroarenos e nitrosaminos.

Sobre o mar, 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 **negativo, simples, direto, extra-regional, temporário, curto-prazo, reversível e de média magnitude**. Tendo em vista a presença de aglomerações humanas na região correspondente apenas à plataforma e a reduzida probabilidade da pluma de *smog* derivada da mancha de óleo atingir o continente em níveis críticos, o impacto foi considerado de **média importância**.

3. Alterações na Qualidade do Sedimento

O processo decorrente do transporte físico do óleo derramado, a conseqüente evaporação da fração volátil, seguida da dissolução e emulsificação das frações com baixo peso molecular contribuem para a densificação do óleo, tornando-o passível de deposição, uma vez que se mantém no ambiente os compostos mais pesados.

Em zonas costeiras, a adsorção do óleo e as partículas presentes na coluna d'água acarretam a sedimentação do óleo. Já em locais de água profunda esse processo não apresenta tanta importância, devido à disponibilidade de material particulado ser muito menor.

Um fator importante em relação ao impacto em questão, é a existência da probabilidade de toque da mancha de óleo na região costeira, que conforme foi avaliado atingiria o sedimento local. Neste caso o acidente assume proporções mais impressionantes para o público, visto que a presença de óleo nas praias pode afetar o turismo.

Desta forma, o impacto do óleo sobre o sedimento pode ser considerado de incidência **direta e temporário, negativo e indutor**. Espera-se ainda que esse impacto ocorra em **médio a longo prazo** e que seja **regional e parcialmente reversível**.

A biota residente no sedimento também é afetada nas áreas costeiras, onde ocorre atividade de pesca junto ao fundo (arrastos). A presença de óleo no sedimento afetaria o desenvolvimento destas atividades, causando a interação desse impacto com o impacto do óleo sobre as atividades pesqueiras (impacto nº 14).

A **magnitude** foi classificada como **média**, pois apesar da atividade de perfuração ocorrer em água profunda, ainda assim existe a probabilidade de toque da mancha de óleo na costa. Como a região passível de ser afetada por um vazamento de óleo, segundo a modelagem, inclui áreas consideradas como de

média e alta sensibilidade, e de acordo com MMA (2002a) apresentando alta importância ambiental, este impacto é considerado de **alta importância**.

4. Interferências nas Áreas de Restinga

Segundo o estabelecido pelo MMA (*op.cit*), as restingas estão classificadas como áreas prioritárias para a conservação, dadas as funções ecológicas que desempenham. Na Área de Influência Indireta para os meios físico e biótico, dentro da linha de costa com probabilidade de ocorrência de toque de óleo na costa superior a 10%, ocorrem diversas regiões com ocorrência de ambientes de restinga.

No estado de São Paulo, destacam-se as restingas do litoral norte de São Paulo consideradas de extrema importância biológica de acordo com o levantamento realizado pelo MMA em 2002. Outras áreas de importância correspondem às restingas existentes em Peruíbe e Itanhaém, as quais são insuficientemente conhecidas.

A região costeira dos estados do Paraná e Santa Catarina apresenta um mosaico vegetal, sendo encontrados diversos trechos de vegetação de restinga intercalados com outras vegetações.

Dependendo das condições oceanográficas e meteorológicas, e considerando as características do cordão litorâneo da região, o óleo poderia alcançar parte da vegetação de restinga que está na área de contato com as praias. Neste caso a vegetação pode ser afetada através do contato direto do óleo com a vegetação, acarretando intoxicação ou perda da capacidade fotossintética das plantas atingidas. Além disso, de acordo com a intensidade do derramamento, essas considerações poderão valer também para as áreas de contato entre estuários e restingas.

Normalmente os ambientes de restinga, apesar de não estarem diretamente sujeitos à ação de impactos por derramamentos de óleo, entretanto apresentam alta importância como ecossistemas costeiros e por serem ambientes de transição adjacente às áreas de manguezal e praias, estando sujeitos a impactos nos momentos de combate e limpeza dos derramamentos de petróleo.

Normalmente os maiores impactos nestes ambientes não são gerados pelo óleo, mas pela presença das frentes de combate. Portanto, as ações de combate necessitam ser planejadas, considerando procedimentos que protejam estes segmentos das planícies costeiras, como o estabelecimento de acessos, restrição

de circulação de pessoas e máquinas, instalação de banheiros químicos, recolhimento de lixo sólido e controle de qualquer supressão vegetal. Um exemplo desse tipo de impacto foi a remoção excessiva da areia das praias Grande e Toninhas, em São Paulo, como apresentado no Impacto 7. Interferências nas Praias Arenosas.

Sendo assim, o impacto decorrente de um possível derramamento nas áreas de restinga foi considerado **negativo, indutor**, de incidência **direta e indireta**, já que decorre do contato direto do óleo na vegetação de restinga ou através das ações de limpeza no ambiente praias, de **curto prazo e temporário**, pois os efeitos da contaminação da fauna e flora desse ecossistema começam assim que o óleo alcança a biota. Porém, a partir da extinção da fonte de poluição, em alguns anos, e dependendo da extensão da mancha de óleo que atingiu a faixa de restinga em contato com o cordão litorâneo, a recuperação para o estado próximo ao original é viável, sendo então **parcialmente reversível**. Sua abrangência é **regional**, e pode induzir outras alterações na biota por biomagnificação. Portanto, este impacto é classificado como de **média magnitude e alta importância**, em vista da sua relevância ambiental e presença de áreas protegidas desse ecossistema na Área de Influência.

5. Interferências nas Áreas de Manguezal e Estuários

Os ecossistemas de manguezais e estuários são considerados altamente importantes devido ao fato destes serem berçários para diversas espécies de peixes e crustáceos, além da sua elevada produtividade biológica. Devido às características da sua flora permanente em áreas alagadas e com raízes aéreas estas são facilmente afetadas no caso de um derramamento de óleo. Neste caso, o óleo tende a cobrir suas raízes aéreas – pneumatóforos – prejudicando a flora e reduzindo o habitat disponível à fauna (USEPA, 1993).

Sistemas complexos, como o manguezal, tendem a resistir mais eficientemente às perturbações. No entanto, a cada alteração os elementos dos ecossistemas tendem a sofrer redução e simplificação, tornando-os menos aptos à ação de novos tensores (DICKS, 1999). No caso de um acidente ocorre uma grande mortandade de espécies, entretanto, estas se recuperam naturalmente, após um longo tempo em comparação a outros ecossistemas, visto que a retirada da camada superior do substrato significa a remoção de um grande número de espécies, como poliquetas e espécies da flora (USEPA, *op.cit.*; DICKS, *op.cit.*).

De acordo com a escala de sensibilidade adotada por NOAA (2002), manguezais e regiões estuarinas são considerados os ambientes que apresentam maior sensibilidade a alterações decorrentes de um derramamento de óleo. Além disso, são classificados como ecossistemas de “extrema” importância biológica de acordo com MMA (*op.cit.*), sendo sua importância alta na região costeira da Bacia de Santos potencializada pela presença de Unidades de Conservação, como é o caso dos municípios de Cananéia (SP) e Guaraqueçaba (PR).

Analisando em conjunto os fatores de sensibilidade de manguezais e estuários e a probabilidade de alcance da mancha no caso de um possível derramamento, este impacto foi classificado como **negativo**, de incidência **direta**, de **curto prazo**, **permanente** e **parcialmente reversível**, pois seus efeitos da degradação sobre a biota são logo observados e esses ecossistemas, apesar de possuírem um bom grau de resiliência, tornam-se mais frágeis a cada impacto sofrido. Sua abrangência é **regional** e este impacto **induz** as alterações na biota associada a esses ecossistemas, e interage com impactos sobre áreas de reprodução de estoques pesqueiros (impacto nº 13), o que conseqüentemente atinge as atividades de pesca, e interfere nas atividades turísticas desenvolvidas nessa região. Portanto, é classificado como **estratégico**, de **alta magnitude** e **alta importância**, em vista da sua relevância ambiental e presença de áreas protegidas desse ecossistema na Área de Influência.

6. Interferências nos Costões Rochosos

Os costões rochosos são ecossistemas marinhos costeiros cuja existência está associada a algum afloramento rochoso. Estão necessariamente sob influência das marés e da ação das ondas, ainda que em diferentes níveis de exposição e inclinação. Tal fato obriga as formas de vida que nele habitam a desenvolver adaptações peculiares que resultam em padrões de zonação verticais e horizontais em termos de ocorrência e distribuição de espécies.

Neste rico ecossistema convivem em harmonia comunidades de algas e inúmeros animais marinhos, que se fixam fortemente às rochas, bem como moluscos, crustáceos, peixes, tartarugas e outros animais que passam ali parte de suas vidas.

Assim como em todos os ecossistemas marinhos, os efeitos resultantes de um derramamento de óleo podem acarretar danos aos organismos, devido à elevada sensibilidade dos invertebrados e vegetais bentônicos (BISHOP, 1983) e

ainda pelo fato de terem nenhuma ou reduzida capacidade de locomoção. Entretanto, as regiões com costões rochosos expostos apresentam, em geral, uma maior taxa de recuperação por serem mais rapidamente limpas pela ação hidrodinâmica do que regiões de costões abrigados, sendo as regiões entre-marés as que apresentam as maiores taxas de recuperação por estarem sujeitas às ações das ondas (BISHOP, *op.cit.*).

Portanto, as principais alterações na estrutura de comunidade dos costões rochosos incluem mortandade de algumas espécies de algas, que são a base da rede trófica, além de moluscos e crustáceos. Alguns componentes do petróleo podem ser bioacumulados por organismos bentônicos. Um consenso em relação a bioacumulação é que organismos contaminados (como mexilhões) podem ser consumidos por organismos de níveis tróficos superiores. Se a biomagnificação ocorrer, o maior nível trófico (consumidor de topo de cadeia, como o homem) pode concentrar contaminantes que poderão causar efeitos tóxicos. Mas para que isso ocorra é necessária uma permanência do óleo no ambiente, sendo mais efetivo em contaminações crônicas (intermitentes ou de longo prazo) do que agudas (eventos isolados, acidentes).

A recuperação do ambiente de costão rochoso após um acidente é facilitada pelo fato de a maioria das suas espécies terem 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).

Dentro da área determinada com possibilidade de ser atingida, no caso de um vazamento de óleo, na atividade, existem costões rochosos em quase toda sua extensão, chamando atenção para a grande significância deste ecossistema no trecho de costa entre o município de Angra dos Reis e Ilhabela.

Desta forma, considerando a importância econômica e ecológica destes ecossistemas, incluindo a presença de comunidades coralíneas de águas rasas na área potencialmente atingida, este impacto é **negativo, direto, temporário, regional, de curto-prazo e parcialmente reversível a irreversível** (dependendo das comunidades bentônicas presentes).

A presença de diversas Unidades de Conservação na área com possibilidade de serem atingidas, as quais abrigam diversos costões rochosos além de manguezais, caracteriza a sensibilidade da área do estudo. Como os costões rochosos da área potencialmente atingida estão presentes em áreas que são consideradas atrações turísticas e zonas de lazer, além de abrigarem inúmeras

espécies que são recurso alimentar para o homem, este impacto é **indutor** do impacto sobre o turismo e a pesca (impactos nº 14 e 15). A presença de óleo nos costões rochosos implica em alteração na biota característica do local, tornando este impacto indutor do impacto sobre a biota marinha.

Assim, para o cenário de derramamento acidental de óleo decorrente da atividade de perfuração, considerou-se este impacto como de **alta magnitude**, e por se tratar de uma área de média a alta importância biológica e de uso humano, este impacto foi avaliado como de **alta importância**.

7. Interferências nas Praias Arenosas

No caso de praias arenosas serem atingidas por um vazamento de óleo uma parte do óleo depositado nas praias será lavada pelas ondas, enquanto grande parte será enterrada, penetrando no sedimento, cuja profundidade é influenciada pela granulometria, capacidade de drenagem do mesmo e viscosidade do óleo (IPIECA, 2000).

O óleo ao penetrar no sedimento causará alterações nas características físicas do mesmo, além de interferir com as comunidades de organismos presentes, como poliquetas, moluscos e crustáceos. Estes podem ser afetados direta ou indiretamente, sendo que, espécies maiores de crustáceos e moluscos geralmente apresentam recuperação mais lenta, sendo detectados hidrocarbonetos em seus tecidos até 5 anos após do derramamento.

As aves são um dos principais organismos afetados visto que muitas se alimentam de animais da zona entre mares, acarretando uma contaminação por ingestão, além do contato com o óleo.

O grau de sensibilidade das praias arenosas a um derramamento de óleo é determinado através de sua granulometria e declividade os quais vão influenciar no tempo de permanência do óleo neste ambiente.

As praias arenosas marinhas são sistemas de transição, altamente dinâmicos e sensíveis por estarem localizados na zona entremarés. As praias ajustam-se às flutuações dos níveis locais de energia (BROWN & MCLACHLAN, 1994) e respondem com mudanças morfológicas e trocas de sedimentos com regiões adjacentes. Estes sistemas atuam como zonas-tampão e protegem a costa da ação direta da energia do oceano (HOEFEL, 1997).

De acordo com a dinâmica de cada praia arenosa o tempo de permanência do óleo será diferente. A dinâmica das ondas tende a remover o óleo das praias,

entretanto em alguns casos podem se formar bolsões de óleo enterrado que pode ser disponibilizado em durante ressacas. Desta forma a permanência do óleo em ambientes de praias arenosas pode ser de **curto** ou **longo prazo**.

Praias arenosas expostas a ação das ondas é considerado como um dos habitats com maior resiliência, com tendência a se auto-limparem relativamente rápido. Normalmente estes ambientes apresentam espécies altamente adaptadas, que rapidamente recolonizam a área mesmo após serem mortas em um evento de vazamento de óleo. O retorno a um balanço normal pode ocorrer entre 1 a 5 anos, entretanto em situações extremas isto pode demorar vários anos (DIKS, 1999).

Praias de áreas abrigadas apresentam sedimentos mais finos, maior diversidade e abundância de animais como moluscos, crustáceos e aves. Nestes locais a penetração do óleo no sedimento é menor, apesar de existirem registros da sua retenção em buracos feitos por animais. Portanto a sensibilidade destes ambientes é consideravelmente maior devido a sua biota (DIKS, 1999).

Na Área de Influência da AGBS são encontrados diversos trechos de praias arenosas, destacando-se as praias do litoral sul paulista que constituem extensas faixas arenosas paralelas à linha da costa, com sedimentos de granulação fina, homogênea e baixa declividade, o que as caracteriza como do tipo dissipativo. Ao norte de Santos, a proximidade da Serra do Mar à costa induz a presença de limitadas planícies e grande recorte da linha da costa, onde ocorrem inúmeras praias protegidas localizadas dentro de baías e canais, essas características estendem-se até a região de Angra dos Reis.

As praias do Paraná se estendem ao longo de todo o litoral oceânico aberto, por cerca de 90 km. Fazem parte dos sistemas estuarinos extensas áreas cobertas principalmente por manguezais, situadas na região entre-marés, denominadas planícies de maré que no litoral paranaense ocupam uma extensão de aproximadamente 310 km². Em Santa Catarina novamente ocorrem praias protegidas intercaladas por costões rochosos.

A presença de óleo nas praias além de afetar a biota também pode acarretar danos econômicos com a interferência sobre atividades turísticas, que em alguns casos são a principal fonte de renda de certos municípios.

Um dos maiores acidentes com vazamento de óleo que ocorreram no Brasil envolveu o navio N/T Brazilian Marina, em janeiro de 1978, em São

Sebastião. O N/T Brazilian Marina colidiu com uma rocha submersa no Canal de São Sebastião, resultando no vazamento de 6.000 m³ de óleo cru.

Foram atingidas diversas praias do litoral de São Paulo e o óleo chegou à Restinga da Marambaia, no Rio de Janeiro. Foram lançados 20,8 m³ de dispersantes nas praias de Ubatuba e foi feito recolhimento de areia das praias, além de jateamento de costões

As praias foram cobertas por óleo e ocorreram danos resultantes do jateamento a alta pressão e da toxicidade de produtos químicos dispersantes. Além disso, houve impactos decorrentes das ações de combate, como a remoção excessiva da areia das praias, principalmente na Praia Grande e Toninhas.

Devido à ampla distribuição das praias ao longo do litoral e da área potencialmente atingida, este impacto foi avaliado como **negativo, direto, temporário, de curto a longo prazo, reversível e regional**. O óleo também poderá causar impactos na fauna específica deste ambiente interagindo também com o impacto sobre as atividades pesqueiras, turísticas e de lazer desenvolvidas na área e ainda com o impacto de interferências nas comunidades de aves marinhas (impactos nº 13 e 14) sendo desta forma **indutor**.

O alto número de Unidades de Conservação que protegem faixas de praia da Área de Influência deste empreendimento reforça a importância biológica deste tipo de ecossistema. Classificou-se este impacto como de **alta magnitude e alta importância**, uma vez que a área é considerada de alta importância biológica.

8. Interferências nas Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e regulamentado pelo Decreto nº 4.340/02, define “Unidade de Conservação (UC) como sendo o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, o qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

Na AII da Área Geográfica Bacia de Santos são encontradas 10 UC's no estado do Rio de Janeiro, 22 em São Paulo, 09 no estado do Paraná e 23 em Santa Catarina. (**Tabela II.5.B.4-10**).

Tabela II.5.B.4-10 – Quantidade de Unidades de Conservação por estado na AII da AGBS

	Rio de Janeiro	São Paulo	Paraná	Santa Catarina
Unidades de Conservação	10	22	9	23

As principais UCs possivelmente atingidas no caso de um vazamento de óleo, seriam aquelas destinadas a proteger ambientes maninhos, como a RESEX de Arraial do Cabo e a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, além de unidades de conservação criadas para proteção de áreas de manguezais e restingas como a APA de Garaqueçaba, o Parque Nacional de Superagui, A.P.A. de Cananéia-Iguape-Peruíbe, E.E. de Tupiniquins entre outros, visto que estes ambientes estariam expostos diretamente aos impactos gerados pela presença de óleo, que afetaria os seus diversos compartimentos descritos nos demais impactos deste item (restinga, manguezais, praias arenosas, bentos, etc).

Para ilustrar a vulnerabilidade dessa região a acidentes com vazamentos de óleo, vale citar a explosão do navio Vicuña no Porto de Paranaguá, em novembro de 2004, resultando em vazamento de óleo combustível. A região da Baía de Paranaguá, bastante atingida pelo vazamento de óleo, está localizada em uma área remanescente de Mata Atlântica, sendo composta por um mosaico, onde estão localizados, entre outros, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba, o Parque Nacional do Superagui, as ilhas Rasa, das Peças, das Cobras e do Mel. Na ocasião forma proibidas a pesca e a ingestão de organismos aquáticos, bem como mergulhos e atividades esportivas na água nas baías de Paranaguá, Guaraqueçaba e Antonina.

Para o cenário de derramamento considerado como de pior caso, todas as UC's costeiras presentes na AII seriam atingidas pela mancha de óleo, portanto, este impacto é **negativo**, apresenta incidência **direta**, sendo também de **curto-prazo e regional**.

Como o objetivo das UC's é a preservação (uso indireto) ou conservação ambiental (uso direto), este impacto é considerado **permanente e irreversível**.

Além disso, este impacto pode ser considerado ainda **indutor** dos impactos sobre as atividades turísticas, bem como das atividades pesqueiras que estão diretamente ligados ao objetivo de diversas UCs. Podemos destacar a sua interação com os impactos de interferência em ecossistemas e comunidades biológicas abrangidos por tais UC's, bem como nas atividades pesqueiras, turísticas e de lazer desenvolvidas na área (impactos nº 13 e 14).

Portanto, o impacto sobre as UC's é considerado de **alta magnitude**. Como a maioria das UC's diagnosticadas encontra-se em área de alta importância ambiental para a conservação, a **importância** deste impacto foi classificada como **grande**.

9. Alterações nas Comunidades Planctônicas

O impacto da presença de compostos oleosos na coluna d'água sobre o plâncton é causado, principalmente, pela formação de uma película de hidrocarbonetos na superfície da água, que reduz as trocas gasosas com a atmosfera e, por conseguinte, a fotossíntese e a produtividade primária, conseqüentemente a produção secundária do plâncton também é afetada. A fotossíntese é reduzida em cerca de 50% pela ação dos derivados de hidrocarbonetos. No caso de derrame de petróleo, as bactérias capazes de degradá-lo, multiplicam-se ocasionando um empobrecimento local de oxigênio na água do mar, o que causa a morte do plâncton. As modificações físico-químicas da água do mar poderão causar o desaparecimento de muitos espécimes, ficando espaços livres que serão ocupados por espécies melhor adaptadas às novas condições, ou espécies que se encontravam latentes, e que proliferam devido a falta de concorrência.

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

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

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

A sensibilidade dos organismos fitoplantônicos ao óleo varia entre os grupos (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*). Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20 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.

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

O zooplâncton apresenta sensibilidade ao óleo na água, seja pelo seu efeito tóxico ou mecânico. Efeitos de curta escala incluem decréscimo na biomassa (geralmente temporário), bem como redução das taxas de reprodução e alimentação. Alguns grupos como os tintinídeos podem apresentar um incremento em densidade, em resposta ao aumento da disponibilidade de alimento, que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*). O zooplâncton também pode ser contaminado através da ingestão de alimento contaminado (bacterio-, fito- e protozooplâncton).

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

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

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

Após os acidentes com os navios Torrey Canyon (1967) (SMITH, 1968) e Argo Merchant (1976), foram observadas uma diminuição no número de indivíduos das comunidades zooplanctônicas locais, sendo associadas então à

presença de óleo na água. Portanto, os efeitos de um derramamento de óleo no zoo e ictioplâncton podem atingir níveis tróficos superiores, podendo afetar as comunidades bentônicas e nectônica, e interagir com o impacto sobre as atividades pesqueiras.

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

De acordo com MMA (*op.cit.*), as áreas potencialmente atingidas pela mancha do óleo de pior caso, são consideradas como de média e alta importância ambiental para a conservação da biodiversidade do plâncton, o que reflete na importância do impacto. Desta forma, este impacto foi considerado de **média magnitude** e, conseqüentemente, de **alta importância**.

10. Alterações nas Comunidades Bentônicas

Um dos compartimentos mais impactados por um vazamento acidental de óleo é o sedimento e conseqüentemente a comunidade bentônica, principalmente quando o óleo atinge a linha de costa. Os organismos filtradores e detritívoros são particularmente afetados por acumular em seus tecidos, tanto os poluentes dissolvidos, quanto os poluentes sedimentados. De uma maneira geral, estes são afetados por intoxicação (pela ingestão de partículas ou organismos contaminados por óleo) e recobrimento (de órgãos e tecidos respiratórios, por exemplo).

Conseqüentemente estes efeitos causam alterações na estrutura da comunidade, na qual espécies oportunistas – mais resistentes à poluição por óleo – são favorecidas. Também pode ser verificada uma redução no número de espécies e da biomassa local. Os efeitos de toxicidade do óleo podem ser sentidos de forma imediata (agudos) ou a longo prazo, estes são chamados efeitos crônicos, ou sub-letais, e podem afetar a fisiologia, o comportamento e a reprodução das espécies (SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*). Os impactos agudos podem ser decorrentes tanto do recobrimento dos organismos pelo óleo (efeito físico) ou devido a toxicidade do mesmo.

Atualmente é bem conhecido o fato de o óleo atingir o sedimento mesmo fora da faixa entre marés, neste caso também atingindo o bentos. Este fator aumenta a área atingida pelo vazamento. No acidente do navio Braer (1993), no entorno de

100 m, o óleo se acumulou no sedimento (até 10.000 ppm) em uma área muito maior que aquela associada à mancha de óleo na superfície. Neste caso foram constatadas alterações na abundância de diversas espécies de crustáceos (SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*). Um ano após o acidente não houve qualquer evidência de recuperação e a redução na diversidade de nematódeos tornou-se evidente (KINGSTON *et al.*, 2000).

Como já foi dito anteriormente um importante processo de sedimentação do óleo é a adsorção ao material em suspensão na coluna d'água. Este processo ocorre principalmente na zona costeira, onde há maior disponibilidade de material particulado em suspensão.

Portanto, este impacto foi considerado **negativo** e **permanente** tendo em vista a possibilidade de permanência do óleo por longos períodos (anos) no sedimento e sua bioacumulação na biota marinha, **regional** e **parcialmente reversível**.

Apresenta ainda, efeito **indutor** na alteração da biota como um todo e no impacto sobre a biota pelágica regional e conseqüentemente nas atividades pesqueiras (nº 9, 11,12 e 13). O impacto do derramamento de óleo sobre a comunidade bentônica pode se dar de duas formas: **direta**, quando a mesma é alcançada diretamente pelo óleo, sendo neste caso de **curto-prazo**; ou **indireta**, quando o efeito sobre esta comunidade se dá a partir de suas relações com demais espécies afetadas no ecossistema, sendo considerado, neste caso, de **longo-prazo**. Este impacto foi ainda avaliado como de **alta magnitude** e **alta importância** pela sensibilidade e relevância das comunidades potencialmente atingidas.

11. Alterações nas Comunidades Nectônicas

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

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

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

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

A região atingida pela mancha de óleo modelada da AGBS, é utilizada por baleias jubarte (*Megaptera novaengliae*), como rota de migração entre as áreas de alimentação ao sul e reprodução ao norte (Abrolhos – BA). Cabe ressaltar o *status* do litoral catarinense como área ativa de reprodução das baleias francas (*Eubalaena australis*) onde se encontra a APA da Baleia Franca (**Figura II.5.B.4-5**), estas também são avistadas mais ao norte utilizando a área da Bacia de Santos como passagem. No entanto, tal região apresenta-se somente como área de deslocamento, não sendo registrado comportamento de alimentação e, conseqüentemente, não existindo o risco de mysticetos terem suas barbatanas cobertas pelo óleo.



Figura II.5.B-5 – APA Baleia Franca no Litoral sul de Santa Catarina.

Fonte: www.baleiafranca.org.br

A Área de Influência delimitada pela mancha de óleo modelada, é visitada por diversas espécies de quelônios, entre elas *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* (SANCHES, 1999). A tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*) também está presente nesta área, sendo que esta apresenta um comportamento de migrações de grandes distâncias, se afastando consideravelmente da costa, essa espécie é considerada como a mais ameaçada do litoral brasileiro (in <http://www.tamar.org.br>). No caso de vazamento de óleo, as tartarugas podem ser atingidas de forma direta (contato com o óleo) ou indireta (ingestão de alimento contaminado). Existe apenas um local de desova reconhecido dentro da área com possibilidade de ser atingida pela mancha de óleo, esta fica na ilha de Anchieta no município de Ubatuba (SP).

Pesquisas realizadas após o acidente com o navio Braer, na costa da Escócia em 1993, foi constatado que todas as espécies de peixes examinadas continham elevadas concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPA's), observando-se que a exposição ao óleo para tais organismos ocorreu

principalmente através do óleo dissolvido na água do mar (TOPPING *et al.*, 1995). No entanto, estas concentrações caíram rapidamente no período decorrente de 2 meses do acidente, após o desaparecimento do óleo da coluna d'água.

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

Considerando a área potencialmente atingida pela mancha num acidente de pior caso e a capacidade de deslocamento dos animais nectônicos, é possível classificar a incidência deste impacto **negativo** como **direta**, em caso de contato físico com a mancha de óleo, ou **indireta**, em caso de biomagnificação. O impacto é de **curto prazo**, já que a contaminação se dá assim que ocorre o contato do animal com o óleo; **temporário** e **reversível**, uma vez que extinta a fonte de poluição esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas populacionais ou, em alguns casos podendo, inclusive, metabolizar os compostos acumulados no organismo.

O impacto possui abrangência **extra-regional**, já que a comunidade nectônica, em grande parte, é composta por animais que ocupam grandes áreas e/ou realizam migrações entre sítios reprodutivos e alimentares. Além disso, este impacto tem efeito **indutor** de alterações em vários níveis da cadeia alimentar e interage com os impactos de interferência nas áreas de reprodução e sobre as atividades pesqueiras (impactos nº 13 e 14).

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

12. Alterações nas Comunidades de Aves Marinhas

Aves marinhas passam a maior parte de suas vidas sobre o mar, utilizando-o como local de alimentação e descanso, muitas espécies procuram terra firme apenas na época de reprodução. As aves marinhas, assim como os demais organismos que vivem nas camadas superficiais do mar, são especialmente

vulneráveis a vazamentos de óleo (LEIGHTON, 2000) em função da película de óleo que se forma na superfície das águas receptoras.

As aves são um dos grupos mais vulneráveis quando o derrame se dá em ambientes costeiros, sendo estas totalmente recobertas pelo óleo, o que pode resultar em perda de temperatura do corpo, perturbações na locomoção, ou em morte por asfixia. O contato físico é a principal causa de morte das aves, porém a inalação de compostos voláteis também as prejudica. As aves que mergulham para se alimentar ou que passam grande parte do tempo sobrevoando o mar são as mais afetadas (FERRÃO, 2005).

Historicamente em todos os grandes acidentes envolvendo derramamento de petróleo, as aves marinhas foram os animais mais atingidos, acarretando grande mortandades destes animais (Exxon Valdez, 1989; Erika, 1999; Baía de Guanabara, 2000; Prestige, 2002 entre outros).

Os principais efeitos do óleo sobre as aves são através do contato físico direto, que acarreta a perda da impermeabilidade das penas (impedindo que esta volte a voar), além da ingestão de óleo ou de alimento contaminado. A ingestão de compostos do petróleo ocorre principalmente durante a tentativa de se limpar, sendo os efeitos do contato externo por óleo, associados aos da ingestão (SCHOLZ *et al.*, *op.cit.*).

A área abrangida pela mancha de óleo modelada apresenta diversos locais de nidificação, tais como a Lage de Santos e as ilhas ao largo de Ubatuba, Ilhabela (SP) e a ilha do Arvoredo (SC). Estas áreas são classificadas como de extrema importância biológica e são consideradas prioritárias para conservação de aves costeiras (VOOREN & BRUSQUE, 1999; MMA, *op.cit.*).

Entre as aves marinhas do Brasil, a espécie mais vulnerável ao contato direto com o óleo é o pingüim-de-Magalhães *Spheniscus magellanicus*, por viver permanentemente na água. Na costa do estado do Paraná, estudos de Krul & Moraes (1998) mostraram que, de 36 exemplares de *Spheniscus magellanicus*, 17 estavam cobertos com alguma quantidade de óleo.

Em função da área potencialmente atingida pela mancha e devido a grande capacidade de deslocamento de aves adultas, é possível classificar este impacto potencial sobre as aves marinhas como **negativo**, **simples**, **extra-regional** e de incidência **direta**, em caso de contato físico com a mancha de óleo, ou **indireta** quando o contato com o óleo resulta da ingestão de presas contaminadas. Os efeitos poderiam ser observados em **curto-prazo** e a **médio-prazo** no caso de

comunidades afetadas, entretanto, são **temporários e reversíveis**, já que uma vez cessando a ação impactante, a comunidade poderia se restabelecer. Esse impacto pode ser considerado, desta forma, de **alta magnitude** e de **alta importância**, visto que a área é de alta importância biológica e prioritária para a conservação de aves marinhas.

13. Interferências nos Estoques Pesqueiros

A região atingida pela mancha de óleo modelada possui como principais recursos pesqueiros, espécies essencialmente costeiras, de hábitos pelágicos ou demersais. Nas regiões de plataforma continental, os recursos pesqueiros apresentam altas taxas de abundância em fundos de areia e/ou lama.

O principal recurso pesqueiro marinho da costa sudeste brasileira, 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 *et al.*, 1998; Paiva, 1997).

A principal produção da frota de arrasto é representada pelo camarão-rosa, o qual representa cerca de 1% dos desembarques industriais, dentro da frota industrial de arrasto atinge 50% do rendimento. 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). Sendo assim de alta importância para a indústria pesqueira e como é um crustáceo bentônico detritívoro, poderia ser altamente impactado pela presença de hidrocarbonetos no sedimento, o que poderia acarretar na exclusão de zonas de alimentação e criação, além da contaminação dos mesmos.

Observando a exposição e efeitos adversos do derramamento do *Exxon Valdez*, no Alasca, em diversas espécies de crustáceos e moluscos, entre os anos de 1989 e 1991, Armstrong *et al.* (1995) analisaram 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 às 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.

O impacto pode ser classificado como **negativo, direto**, em caso de contato físico com a mancha de óleo, ou **indireto**, em caso de contato do óleo com ovos e larvas de peixe. Ele é ainda de **curto-prazo, temporário, extra-regional e reversível**, já que a contaminação se dá assim que ocorre o contato do animal com o óleo (mas extinta a fonte de poluição, esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas populacionais). Este também é considerado **indutor** uma vez que atinge as atividades pesqueiras.

Portanto, este impacto é classificado como de **alta magnitude e alta importância**, tendo em vista que partes da Área de Influência são consideradas de grande relevância para recursos pesqueiros.

14. Interferências com as Atividades Pesqueiras

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

O principal efeito de um derramamento de óleo sobre as atividades pesqueiras seria a exclusão da pesca na área possivelmente atingida, durante determinado período, até que esta esteja descontaminada. Outro efeito possível é o deslocamento de cardumes, acarretando um subsequente deslocamento da frota pesqueira, gerando um maior gasto de combustível e gelo.

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

Ressalta-se que a área possivelmente afetada por um acidente destas proporções é utilizada por diversas colônias de pesca existentes nos municípios que compõem a Área de Influência deste estudo.

Devemos destacar a importância da pesca na Área de Influência desta atividade, visto que dentre os municípios com probabilidade de toque de óleo na costa, muitos têm a pesca artesanal como uma importante fonte de renda para a população local. Outro aspecto importante é a presença de uma grande frota pesqueira industrial baseada no município de Itajaí em Santa Catarina, esta atua em toda a Área de Influência da Área Geográfica Bacia de Santos, e constitui fator importante na economia regional.

Além da pesca, a maricultura poderia ser afetada por um eventual vazamento de óleo que chegue ao litoral. As principais atividades de maricultura são os cultivos de mexilhão (*Perna perna*), ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), ostra nativa (*Crassostrea rhizophorae*) e a vieira (*Nodipecten nodosus*). Estas atividades ocorrem em Angra dos Reis (RJ), Cananéia (SP) e em diversos pontos do litoral Catarinense, como em Penha e Florianópolis.

Tendo em vista estes fatores, este impacto foi avaliado como **negativo, indireto, temporário, de médio prazo, parcialmente reversível, extra-regional e simples**. É considerado ainda de **alta magnitude**, devido à dimensão e às características ambientais da área passível de ser afetada, e de **alta importância**, por existir a probabilidade da mancha atingir as regiões costeiras, ampliando significativamente a interferência não só com a pesca em alto mar, mas nas modalidades mais próximas da costa, como o arrasto de camarão, prática de relativa expressão econômica na atividade da pesca regional.

15. Interferências com as Atividades Turísticas

A área que poderia ser atingida pela mancha de óleo prevista pela modelagem numérica é de grande interesse turístico, muitos dos municípios da All tem no turismo uma das principais fontes de renda, quando não a principal.

Portanto a ocorrência de um acidente envolvendo vazamento de óleo atingindo tais municípios, acarretaria uma considerável diminuição no fluxo de turistas, e conseqüente perda de receitas, principalmente nas áreas de prestação de serviços e comércio.

Este impacto foi avaliado como **negativo, indireto, temporário, de médio-prazo, reversível, extra-regional e indutor**, uma vez que o turismo é fator que

reflete em diversos setores da economia dos municípios da Área de Influência. É ainda considerado de **alta magnitude**, devido à abrangência da área potencialmente passível de ser afetada. Tendo em vista o interesse turístico da região que poderia ser afetada, bem como a importância das receitas oriundas das atividades de turismo, na composição do montante de arrecadação de diversas cidades litorâneas, este efeito foi considerado de **alta importância**.

16. Alterações do Tráfego Marítimo

Caso ocorra um vazamento de óleo de grandes proporções, poderiam ocorrer alterações no tráfego marítimo, devido ao deslocamento da mancha, que poderia determinar alterações nas rotas de navegação. Essas possíveis alterações podem levar a eventuais aumentos de percurso.

A necessidade do deslocamento de material para contenção da mancha e controle o acidente acarretaria um aumento da movimentação de embarcações de apoio e poderia interferir na rota das demais embarcações que deverão estar em busca de alternativas de desvio da mancha, ampliando a sensibilidade deste fator, o que potencializa a probabilidade de acidentes de navegação.

Este efeito foi avaliado como **negativo, indireto, temporário, de curto-prazo, regional, reversível** e com potencial de **induzir** o impacto referente à pressão sobre a infra-estrutura portuária. Foi ainda avaliado como de **baixa magnitude e pequena importância**, devido à existência de rotas alternativas, além da possibilidade de manutenção de algumas rotas, independente da presença da mancha.

17. Intensificação do Tráfego Aéreo

A necessidade de transporte de pessoal e equipamentos para a contenção de um vazamento acidental acarretaria um aumento significativo no número de viagens aéreas às bases de apoio e à Unidade de Perfuração.

Destaca-se que a ampliação do número de viagens para acompanhamento das autoridades ou cobertura jornalística, o que deve interferir com as operações de voo normais que ocupam o espaço aéreo regional, ampliando os riscos da ocorrência de acidentes.

Este efeito foi avaliado como **negativo, simples, indireto, temporário, de curto-prazo, reversível, extra-regional** e capaz de interferir em ações presentes

em empreendimentos localizados na mesma área. Este efeito foi avaliado como sendo de **baixa magnitude** e de **pequena importância**.

18. Pressão sobre a Infra-estrutura Portuária

Devido a possível ocorrência de mudanças de rotas de navegação e o fluxo de embarcações de apoio destinadas às ações de contenção do derramamento, ocasionado por um vazamento acidental de óleo, a infra-estrutura portuária poderia sofrer interferências, podendo gerar sobrecarga de alguns portos, principalmente das bases de apoio que serão utilizadas na atividade (Multiportos (RJ) e Porto de Itajaí (SC)).

Este impacto potencial, que é induzido pelo efeito cumulativo do impacto de intensificação do tráfego marítimo, foi avaliado como **negativo, indireto, temporário, de curto-prazo, reversível, extra-regional e simples**. Devido ao número significativo de portos existentes no litoral próximo à área de abrangência, este efeito foi avaliado de **baixa magnitude** e **pequena importância**.

19. Pressão Sobre a Infra-estrutura de Disposição Final de Resíduos

A contenção de um vazamento de óleo gera uma grande quantidade de resíduos contaminados que irão demandar locais adequados para seu armazenamento temporário e disposição final.

Todo o material impregnado com óleo (terra, areia, EPI's - equipamento de proteção individual, mantas absorventes etc.) será acondicionado em sacos plásticos e tambores, identificados com informações da origem e do conteúdo. O transporte dos resíduos perigosos é realizado por empresas licenciadas para tal atividade.

Esse impacto foi avaliado como **negativo, indireto, temporário, de curto-prazo, parcialmente reversível, extra-regional** e capaz de **interagir** com o impacto relativo à intensificação do tráfego marítimo (nº 16).

O impacto em questão é considerado de **média magnitude**, devido, principalmente, ao volume de óleo 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, podendo ser considerado um impacto de **média importância**.

II.5.B.5 - Síntese Conclusiva dos Impactos Potenciais

Para elaborar a síntese conclusiva dos impactos potenciais identificados e avaliados na Área Geográfica Bacia de Santos, ressalta-se que foi utilizada como base a modelagem numérica para um cenário de pior caso, para os 12 Pontos de Fronteira que delimitam a AGBS.

Neste contexto, em uma análise geral da matriz de avaliação de impactos, apresentada na **Figura II.5.B-1**, pode-se constatar que a maioria das repercussões ambientais identificadas foi considerada de alta magnitude e de alta importância.

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

Deve-se também levar em consideração que o resultado da modelagem não considera a implementação do Plano de Emergência Individual, o qual entraria em ação rapidamente como objetivo de conter o vazamento e a mancha. Este fator deve ser considerado, especialmente, na avaliação dos impactos nos componentes ambientais costeiros, pois desta forma a magnitude da área que poderia ser atingida pela mancha modelada é super dimensionada. Dentre as simulações determinísticas realizadas a que apresenta o menor intervalo de tempo entre o início do vazamento e o toque na costa seria de 75 horas (Diesel no ponto S-05), sendo este tempo mais que suficiente para o início dos procedimentos de resposta e contenção. Ressalta-se que no PEI estão previstas estratégias de resposta para o prazo inicial de 6 horas e posteriormente para 12, 36 e 60 horas.

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

É importante enfatizar que além dos meios físico e biótico, o meio socioeconômico seria atingido, sobretudo nas atividades pesqueiras e turísticas, uma vez que estas são as principais atividades da AII.

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

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

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

Analisando o cenário global e pretérito, pode-se inferir que a probabilidade de um derramamento com os volumes utilizados nas modelagens numéricas dos 12 pontos de fronteira da Área Geográfica Bacia de Santos é um evento altamente improvável e de impactos ambientais que, em geral, apresentam alta magnitude e curto prazo. Apesar dessas características, o planejamento de ações voltadas para a prevenção e remediação de acidentes envolvendo derramamento de óleo ao mar, conforme descrito no PEI, deve ser realizada com critério e considerada como de alta importância qualquer que seja a sua dimensão.