

## II.8. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A identificação e a avaliação de impactos ambientais é o processo multidisciplinar de identificação e previsão das consequências (impactos) de cada aspecto ambiental (ação) do empreendimento. Segundo SANCHEZ (2006) “o processo de avaliação de impacto ambiental é um conjunto de procedimentos concatenados de maneira lógica, com a finalidade de analisar a viabilidade ambiental de projetos, planos e programas, e fundamentar uma decisão a respeito”.

A avaliação de impactos ambientais foi desenvolvida a partir das informações contidas na caracterização e descrição da atividade e nos diagnósticos ambientais dos diferentes meios – físico, biótico e socioeconômico – consolidados no item Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental.

Para uma correta avaliação dos impactos acidentais decorrentes da atividade de perfuração nos blocos BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252, BAR-M-254, BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340, BAR-M-342, BAR-M-344, BAR-M-388 também foram considerados os resultados obtidos através das modelagens numéricas de dispersão dos fluidos e cascalhos de perfuração, assim como da curva probabilística do óleo em caso de um vazamento.

O item está estruturado em três subitens: 1) metodologia, onde são explicitados os conceitos e métodos utilizados na avaliação dos impactos, 2) avaliação de impactos, com a identificação e descrição dos impactos passíveis de ocorrência para as três fases do empreendimento, sob condições normais de operação e em condições acidentais, e 3) considerações finais, onde é apresentada uma síntese conclusiva abordando as principais interferências do empreendimento sobre o ambiente.

### II.8.1. METODOLOGIA

#### II.8.1.1. Conceitos Básicos

Para o presente estudo, adotou-se uma metodologia que melhor pudesse expressar as características da atividade em avaliação e os tipos de impactos que dela pudessem decorrer por ocasião de sua instalação, operação e desativação, incluindo a possibilidade de ocorrência de acidentes.

A metodologia utilizada tem como base os conceitos definidos no Modelo de Avaliação e Gestão de Impactos Ambientais – MAGIA (MACEDO, 1994) e em SANCHEZ (2006) – Avaliação de Impacto Ambiental – Conceitos e Métodos, e procura seguir na íntegra as orientações do Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA 008/14, específico para a atividade em questão. Essas diretrizes, explicitadas no item II.8.1 - Diretrizes Metodológicas para Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais do TR 008/14, encontram-se apresentadas na íntegra no **Anexo A** deste item.

Esta metodologia baseia-se no fato de que qualquer empreendimento pode ser descrito como a integração dinâmica de recursos tecnológicos, materiais, humanos e, conseqüentemente, financeiros, previamente organizados, a fim de produzirem ou favorecerem a produção de bens e serviços demandados por uma determinada região, área, serviço ou comunidade.

A metodologia utilizada considera, assim, que qualquer empreendimento, como o acima referido, envolve ações, que destinadas à sua implantação e operação, e desativação, acarretam intervenções no ambiente no qual será inserido.

As intervenções ambientais são caracterizadas por ações diretamente praticadas pelo empreendimento ou indiretamente induzidas no ambiente em que se insere. Desta forma, na metodologia adotada, qualquer intervenção ambiental redundando do ato de se introduzir no ambiente, temporária ou permanentemente, novos elementos ou fatores capazes de afetar as relações físicas, físico-químicas, biológicas e socioeconômicas nele ocorrentes.

A partir do conhecimento disponível, não só sobre os fatores e a dinâmica do ambiente, mas também sobre o empreendimento, procede-se à verificação das relações entre os aspectos ambientais (ação do empreendimento, intervenção ambiental) e os impactos ambientais que, em função dessas intervenções, possam vir a se manifestar sobre os diversos fatores ambientais (componente ambiental sobre o qual incide o impacto) presentes na área de influência do empreendimento.

É importante mencionar que a metodologia adotada preocupa-se em não atribuir unicamente à atividade efeitos cujas causas já estejam manifestadas à época de sua implantação/operação.

### II.8.1.2. Procedimentos

A análise ambiental constitui, em sua essência, uma avaliação dos impactos ambientais identificados como potencialmente passíveis de ocorrerem, segundo uma matriz de avaliação que os relaciona às ações geradoras (aspectos ambientais) e aos componentes ambientais afetados (fatores ambientais). Cada impacto é avaliado utilizando-se critérios de magnitude e importância, além de seus atributos potenciais, detalhados na **Tabela II.8.1.1**.

A magnitude ou severidade do impacto traduz a intensidade com que este deverá se manifestar sobre determinado componente ambiental – é a intensidade qualitativa ou quantitativa do grau de alteração provocada pelo aspecto ambiental sobre o fator ambiental afetado. Também pode ser compreendida como a medida da diferença entre a qualidade do fator ambiental antes da incidência do impacto e durante e/ou após a incidência deste, devendo ser avaliada, qualitativamente, como **pequena, média** ou **grande**. Seu valor é atribuído com base no resultado de modelagens, das características intrínsecas do empreendimento – tais como tipo de unidade marítima, tipo e volume de efluentes gerados, duração da atividade, dentre outras – e do conhecimento do componente ambiental afetado. A magnitude do impacto é definida após a análise dos efeitos da ação impactante sobre o componente ambiental afetado. São consideradas, por exemplo, a dimensão da área afetada em relação ao compartimento como um todo, o percentual de organismos, pessoas ou comunidades afetadas na área de estudo, dentre outros, procurando-se sempre avaliar a representatividade do fator afetado em relação ao todo.

Para o presente estudo, a magnitude foi avaliada em função das especificidades de cada meio: físico, biótico e socioeconômico. Para o meio físico a magnitude pode ser definida em função das alterações nos parâmetros físicos ou químicos, considerando a qualidade do ar, água, sedimento e clima. Para isso, deve ser avaliada a periodicidade, a amplitude temporal, a área afetada, a quantidade de substâncias introduzidas no ambiente e grau de intensidade das alterações observadas ou esperadas após a incidência do impacto. Conforme apresentado anteriormente, devem ser avaliadas as qualidades dos fatores ambientais antes e após a interferência gerada.

Para o meio biótico, são consideradas diversas variáveis, as quais definem os critérios de classificação do impacto, tais como abrangência espacial, duração etc. Além disso, devem ser avaliadas as interferências a níveis individuais, populacionais e de comunidades, de acordo com os níveis de ameaça e endemismo das populações afetadas. Desta forma, o tamanho populacional de uma espécie, por exemplo, é de extrema importância na avaliação da magnitude de um impacto. Por fim, deve-se avaliar a magnitude do impacto, considerando de forma conjunta os diferentes pontos citados anteriormente com uma análise qualitativa no nível de alteração do fator ambiental.

Para o meio socioeconômico, o conceito utilizado para classificar a magnitude abrange as alterações que podem ocorrer sobre as populações afetadas (comunidades locais, sociedade civil organizada, órgãos públicos, dentre outros). Deverão ser considerados os níveis de alteração na cadeia produtiva, formas de subsistência, uso do espaço etc.

Conforme descrito por SANCHEZ (2008), quando o conhecimento de uma região ambiental é baixo, é necessário admitir que o potencial de impactos é elevado. Quando as diferentes formas de medições não são capazes de fornecer precisão quanto aos níveis de alteração dos fatores ambientais afetados, assim como quando não houver informações a respeito dessas alterações, as magnitudes serão classificadas como elevadas para o fator em questão.

A interpretação da importância de cada impacto pode ser considerada como a etapa crucial do processo de avaliação de impactos ambientais, o que é largamente reconhecido (LAWRENCE, 2007). Em síntese, esta etapa corresponde a um juízo da relevância do impacto, o que pode ser entendido como interpretar a relação entre: a alteração no fator ambiental (representada pela magnitude do impacto); a relevância deste fator ambiental no nível de ecossistema/bioma e no nível socioeconômico; e as consequências da ocorrência do impacto. A importância é interpretada por meio da conjugação entre a magnitude do impacto e a sensibilidade do fator ambiental afetado, conforme demonstrado a seguir:

Sensibilidade Ambiental	Magnitude		
	Baixa	Média	Alta
Baixa	Pequena	Média	Média
Média	Média	Média	Grande
Alta	Média	Grande	Grande

A sensibilidade ambiental é uma medida de susceptibilidade de um fator ambiental a impactos, de modo geral, e da importância deste fator no contexto ecossistêmico – socioeconômico. Portanto, observa-se que a sensibilidade é intrínseca ao fator ambiental. Ou seja, não é relativa a um impacto que incide sobre o fator ambiental. A sensibilidade deve ser avaliada, qualitativamente, considerando as propriedades e características do fator ambiental relacionadas à sua resiliência e à sua relevância: no ecossistema e/ou bioma do qual é parte; nos processos ambientais; socioeconômica; para conservação da biodiversidade; e científica.

Além da importância e magnitude do impacto, são avaliados seus atributos potenciais (**Tabela II.8.1.1**). Os atributos dos impactos ambientais referem-se às suas características usuais e tem como base o estabelecido na **Resolução CONAMA nº 01/86**, na **DZ-041-R13 da FEEMA** e no **Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA 008/14**, específico para a atividade em questão. É importante lembrar que um impacto tem que ser avaliado pela análise de todos os componentes envolvidos.

**TABELA II.8.1.1 – Definições dos Atributos dos Impactos.**

Atributos	Impacto	Definição
Classe	Efetivo/Operacional	Quando o impacto esta associado à condições normais de operação.
	Potencial	Quando se trata de um impacto associado à condições anormais do empreendimento.
Natureza	Positivo	Quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.
	Negativo	Quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.
Forma de Incidência	Direto	Quando os efeitos do aspecto gerador sobre o fator ambiental em questão decorrem de uma relação direta de causa e efeito.
	Indireto	Quando seus efeitos sobre o fator ambiental em questão decorrem de reações sucessivas não diretamente vinculadas ao aspecto ambiental gerador do impacto.
Tempo de Incidência	Imediato	Quando os efeitos no fator ambiental em questão se manifestam durante a ocorrência do aspecto ambiental causador.
	Posterior	Quando os efeitos no fator ambiental em questão se manifestam após decorrido um intervalo de tempo da cessação do aspecto ambiental causador.
Abrangência Espacial	Local	Quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão estão restritos em um raio de 5 (cinco) quilômetros; para o meio socioeconômico a abrangência espacial é local quando o impacto é restrito a 1 (um) município.
	Regional	Quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão ultrapassam um raio de 5 (cinco) quilômetros; para o meio socioeconômico a abrangência espacial é regional quando o impacto afeta mais de 1 (um) município.
	Suprarregional	Quando os efeitos sobre o fator ambiental em questão ultrapassam um raio de 5 (cinco) quilômetros e apresentam caráter nacional, continental ou global; para o meio socioeconômico a abrangência é suprarregional quando o impacto afeta mais de 1 (um) município e apresenta caráter nacional, continental ou global.
Duração	Imediata	Quando os efeitos do impacto sobre o fator ambiental em questão tem duração de até cinco anos.
	Curta	Quando os efeitos do impacto sobre o fator ambiental em questão tem duração de cinco até quinze anos.
	Média	Quando os efeitos do impacto sobre o fator ambiental em questão tem duração de quinze até trinta anos.
	Longa	Quando os efeitos do impacto sobre o fator ambiental em questão tem duração superior a 30 anos.
Permanência	Temporário	Impactos de duração imediata, curta ou média duração.
	Permanente	Impactos de longa duração.
Reversibilidade	Reversível	Quando existe a possibilidade do fator ambiental afetado retornar à condições semelhantes as que apresentava antes da incidência do impacto.
	Irreversível	Quando a possibilidade do fator ambiental afetado retornar à condições semelhantes as que apresentava antes da incidência do impacto não existe ou é desprezível.
Cumulatividade	Não cumulativo	Nos casos em que o impacto não acumula no tempo ou no espaço; não induz ou potencializa nenhum outro impacto; não é induzido ou potencializado por nenhum outro impacto; não apresenta interação de qualquer natureza com outro(s) impacto(s); e não representa incremento em ações passadas, presentes e razoavelmente previsíveis no futuro (EUROPEAN COMMISSION, 2001).
	Cumulativo	Nos casos em que o impacto incide sobre um fator ambiental que seja afetado por outro(s) impacto(s) de forma que haja relevante cumulatividade espacial e/ou temporal nos efeitos sobre o fator ambiental em questão.
	Indutor	Nos casos que a ocorrência do impacto induza a ocorrência de outro(s) impacto(s).
	Induzido	Nos casos em que a ocorrência do impacto seja induzida por outro impacto.

Atributos	Impacto	Definição
	Sinérgico	Nos casos em há potencialização nos efeitos de um ou mais impactos em decorrência da interação espacial e/ou temporal entre estes.
Frequência	Pontual	Quando ocorre uma única vez durante a etapa em questão (instalação, operação ou desativação).
	Contínuo	Quando ocorre de maneira contínua durante a etapa em questão (ou durante a maior parte desta).
	Cíclico	Quando ocorre com intervalos regulares (ou seja, com um período constante) durante a etapa em questão.
	Intermitente	Quando ocorre com intervalos irregulares ou imprevisíveis durante a etapa em questão.

Na avaliação apresentada para cada fase do empreendimento, os impactos são descritos relacionando-os às ações geradoras (ou aspecto ambiental, conforme definido na **Resolução CONAMA Nº 306/2002**, alterada pela **Resolução CONAMA Nº 381/06**) e ao componente ambiental afetado. Para cada impacto identificado, é realizada uma discussão baseada na magnitude do impacto e na sua representatividade diante das condições específicas da área de influência.

Quanto às propriedades cumulativas e sinérgicas dos impactos, tanto no que se refere aos aspectos negativos como aos benefícios sociais, essas são avaliadas na descrição dos impactos. Para a presente atividade, vale ressaltar os empreendimentos de exploração de óleo e gás previstos para a Bacia de Barreirinhas.

Na 11ª Rodada de Licitações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para a Bacia de Barreirinhas foram arrematados 19 blocos, sendo 05 (cinco) no setor SBAR-AP1 – BAR-M-213 (OGX) e BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252 e BAR-M-254 (BG Brasil); 06 (seis) no setor SBAR-AP2 – BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340, BAR-M-342, BAR-M-344 (BG Brasil) e BAR-M-346 (BP); e 08 (oito) no setor SBAR-AR2 – BAR-M-251 e BAR-M- 389 (OGX), BAR-M-292, BAR-M-293, BAR-M-313 e BAR-M-314 (CHARIOT); BAR-M-367 (OURO PRETO) e BAR-M-388 (BG Brasil). Além desses, vale mencionar os Blocos BM-BAR-1 e BM-BAR-5, da PETROBRAS. Excluindo-se os três blocos arrematados pela OGX, os quais foram devolvidos para a ANP, pode se considerar a possibilidade de atividade em 18 blocos na bacia. Vale mencionar, contudo, que as empresas CHARIOT e OURO PRETO não possuem compromisso de perfuração, sendo esperado que suas atividades sejam realizadas após o término da perfuração da BG Brasil, considerando que ainda não foi dado início ao processo de licenciamento da perfuração. No que se refere à atividade da PETROBRAS, devido ao estágio adiantado do licenciamento de sua perfuração, é cabível considerar que não haverá sobreposição com esta, uma vez que já deverá ter sido licenciada e executada antes do início da operação da BG Brasil. Dessa forma, é possível que ocorra simultaneidade apenas com o empreendimento da BP, na Bacia de Barreirinhas.

No final da avaliação de impactos de cada fase do empreendimento é apresentada uma Síntese dos Impactos, com a apresentação das matrizes de impacto consolidadas e uma breve discussão sobre os principais impactos identificados.

## II.8.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

Consolidando as informações presentes nas seções referentes à caracterização e à descrição da atividade e confrontando-as com aquelas do diagnóstico ambiental, identificaram-se os impactos decorrentes. Foram consideradas as três fases de desenvolvimento da atividade, a saber: instalação, quando será instalada a unidade de perfuração nas locações previstas; operação, que considera a perfuração dos poços exploratórios; e desativação da atividade, quando se dá o encerramento das atividades de perfuração e a retirada da unidade de perfuração.

Para facilitar o entendimento, a seguir são apresentadas as principais ações geradoras de impactos (aspectos ambientais) identificadas para cada fase do empreendimento.

Em sequência é apresentada a avaliação de impactos, propriamente dita. Esta se encontra dividida em dois subitens – item II.8.2.1 – Meios Físico e Biótico, e item II.8.2.2 – Meio Socioeconômico. Esta divisão, solicitada no TR 008/14, fundamenta-se nas diferenças e semelhanças entre as características inerentes de cada meio e nas formas com que o empreendimento interage com cada um destes meios. Em cada um dos subitens mencionados, os impactos são avaliados para o cenário de operação normal da atividade (impactos efetivos / operacionais) e para o cenário acidental (impactos potenciais). Ao final de cada cenário são apresentadas as matrizes de avaliação de impactos. No item II.8.2.3 – Impactos sobre Unidades de Conservação é realizada uma análise das Unidades de Conservação com probabilidade de serem atingidas por óleo em caso de acidentes. No item II.8.3 – Considerações Finais – são apresentadas as principais conclusões da avaliação de impactos.

### ➤ Principais Ações Geradoras de Impacto – Cenário de Operação Normal

A BG Brasil adquiriu, no 11º *round* promovido pela ANP, dez blocos marítimos na Bacia de Barreirinhas: BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252, BAR-M-254, BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340, BAR-M-342, BAR-M-344, BAR-M-388. De acordo com o programa exploratório apresentado, a BG Brasil tem como compromisso realizar a perfuração de sete poços exploratórios, em cinco dos dez blocos adquiridos - BAR-M-252, BAR-M-340, BAR-M-342, BAR-M-344, BAR-M-388. Os blocos em questão se encontram a noroeste do litoral do Maranhão, a uma distância mínima de 62,7 km da costa e lâmina d'água variando de 300 a 2.500 metros. Os poços previstos encontram-se em lâmina d'água superior a 1.600 m e a uma distância mínima da costa de aproximadamente 76 km (Araioses – MA).

Para a perfuração dos poços apresentados está prevista a utilização de duas unidades de perfuração de última geração, do tipo navio-sonda, dotadas de sistema de posicionamento dinâmico. Para apoio à atividade está previsto uma base operacional situada em São Luis – MA (Porto de Itaqui), pelo menos três embarcações de apoio e duas embarcações dedicadas à emergência, quando ocorrerem perfuração simultânea de dois poços na mesma área.

A seguir é apresentada a **Tabela II.8.2.1** com as principais ações geradoras de impactos (aspectos ambientais), para cada fase do empreendimento durante o cenário de operação normal. Os aspectos ambientais e impactos decorrentes serão detalhados para cada fase do empreendimento.

**TABELA II.8.2.1 – Principais ações geradoras de impactos associadas às atividades de Perfuração Marítima de Poços na Bacia de Barreirinhas.**

Atividades do Empreendimento		Ações Geradoras de Impactos – Aspectos Ambientais
<b>Fase de Instalação - Posicionamento da Unidade de Perfuração</b>		
Posicionamento da Unidade de Perfuração	da	- Aquisição de materiais e insumos.
	de	- Transporte e posicionamento da unidade de perfuração – Ruídos, vibrações e luz.
		- Transporte de materiais e insumos.
Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração	da	- Geração de efluentes domésticos – serão gerados esgotos sanitários, água servida e resíduos alimentares. Os esgotos sanitários e águas servidas passarão por tratamento químico e o efluente será lançado ao mar. Os resíduos alimentares serão triturados e lançados ao mar.
	de	- Geração de resíduos oleosos – passarão por separador água/óleo. A água limpa (<15ppm) será lançada ao mar.
		- Geração de resíduos sólidos – serão encaminhados para destinação adequada
		- Emissão de gases – decorrente do funcionamento de máquinas e motores
		- Geração de ruídos e vibrações – decorrente do funcionamento de máquinas e motores.
		- Aquisição de materiais e insumos. - Transporte de materiais e insumos.
<b>Fase de Operação - Perfuração dos Poços</b>		
Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração	da	- Idem a Fase de Posicionamento.
Perfuração dos Poços		- Disponibilidade de substrato artificial.
		- Restrição de uso do espaço marítimo com a implantação da Zona de Segurança da Unidade de Perfuração – distância de 500m em torno da sonda, onde é proibida a navegação e, conseqüentemente, a pesca.
		- Geração de cascalho e conseqüente deposição ao redor da cabeça dos poços – decorrente da perfuração das duas primeiras fases, perfuradas sem <i>riser</i> .
		- Geração da mistura cascalho/fluido das seções perfuradas com <i>riser</i> – passará por tratamento no equipamento de controle de sólidos, que terá como resultado a geração de cascalho com pequeno percentual de fluido aderido (fluido base-água e/ou fluido base não aquosa) – a qual será lançada no mar, a partir da unidade de perfuração.
		- Geração de fluido de perfuração de base água excedente o qual será descartado ao mar. - Geração de ruídos e vibrações – em função da atividade de perfuração da rocha.
<b>Fase de Desativação da Unidade</b>		
Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração	da	- Idem à Fase de Posicionamento.
Desativação Atividade	da	- Transporte da Unidade de Perfuração - Ruídos, vibrações e luz.
		- Remoção do equipamento de perfuração e deslocamento da unidade de perfuração – ruídos e vibrações.

➤ **Principais Ações Geradoras de Impacto – Cenário Acidental**

Para o cenário acidental da atividade de perfuração as principais ações geradoras de impacto estão associadas a vazamentos de óleo, em diferentes proporções, como será visto em item específico.

Também foi considerada a possibilidade de acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos e insumos da costa para as locações e vice-versa, com a possível geração de impactos na qualidade das águas e biota marinha.

A **Tabela II.8.2.2** sintetiza os principais incidentes passíveis de ocorrer em cada fase da atividade em questão.

**TABELA II.8.2.2 – Principais ações geradoras de impactos associadas a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas – Cenário Acidental**

<b>Etapa</b>	<b>Ação Geradora</b>
<b>Fase de Instalação</b>	
Instalação da Unidade de Perfuração	Vazamento de óleo diesel das embarcações de apoio e da Unidade de Perfuração.
<b>Fase de Operação</b>	
Perfuração	Vazamento de óleo diesel em função da movimentação de embarcações.
	Transporte de rejeitos para a costa → acidente com embarcação de apoio → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc., lançados no mar.
	Vazamento de óleo diesel dos tanques durante abastecimento, vazamento de válvulas, juntas, ruptura.
	<i>Blowout</i> – descontrole do poço - vazamento de grande volume de óleo cru.
<b>Fase de Desativação</b>	
Desativação da Atividade	Vazamento de óleo diesel das embarcações de apoio e da Unidade de Perfuração.

Para a análise do cenário acidental tem que ser considerado o resultado das modelagens de dispersão de óleo (**Anexo B** deste item), embora essas tenham sido elaboradas com base em cenários extremamente conservativos, e de baixa probabilidade de ocorrência.

A modelagem elaborada para o presente estudo foi conduzida através da utilização de um sistema de modelos conhecido como OSCAR, desenvolvido pela SINTEF.

Foram realizadas simulações probabilísticas e determinísticas para o vazamento contínuo (durante 30 dias) de volumes de pior caso, correspondente a um *blowout* dos poços, e para vazamentos instantâneos de pequeno e médio porte, 8m³ e 200m³, respectivamente. Para todos os casos simulados a deriva do óleo foi acompanhada por 30 dias conforme estabelece a Resolução CONAMA 398/08, totalizando 60 dias de simulação, no caso do vazamento de pior caso.

As simulações foram realizadas utilizando-se um óleo cru de 35,0° API, tendo sido desenvolvidas para 02 (dois) cenários sazonais, verão (janeiro a junho) e inverno (julho a dezembro), para os sete poços da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas.



Destaca-se que os diferentes poços a serem perfurados apresentam diferentes volumes de vazamentos de cenários de pior caso. Sendo assim, cada poço apresenta um volume específico de *blowout*, conforme apresentado na tabela **Tabela II.8.2.3** a seguir.

**TABELA II.8.2.3 – Volumes de *blowout* modelados por poço.**

Poço	Volume (m <sup>3</sup> )
A	7.494,50
B	4.072,10
C	8.900,50
D	3.654,10
E	7.542,10
F	8.098,80
G	4.792,10

De acordo com as simulações probabilísticas, apenas no cenário de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa (probabilidade máxima de 22 % no período de verão). As localidades que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves até Cururupu, no estado do Maranhão.

A **Tabela II.8.2.4** apresentam os principais resultados das simulações realizadas para o cenário de pior caso.

**TABELA II.8.2.4 – Resultados das Simulações de Pior Caso**

	Cenário de Verão	Cenário de Inverno
<b>Estados abrangidos</b>	Maranhão	Maranhão
<b>Nº de Municípios abrangidos</b>	10	8
<b>Maior probabilidade de toque</b>	Barreirinhas – 22 % Santo Amaro do Maranhão – 17%	Santo Amaro do Maranhão, Primeira Cruz, Humberto de Campos, Paço do Lumiar, Raposa, São Luis, Alcântara e Guimarães – 1 %
<b>Tempo mínimo de chegada de óleo na costa</b>	257 horas (10,7 dias)	1056 horas (44 dias)
<b>Municípios atingidos mais rapidamente</b>	Santo Amaro do Maranhão	Santo Amaro do Maranhão

Resumindo, a maior probabilidade de presença de óleo na costa no período de verão foi de 22 % no município de Barreirinhas, enquanto que no inverno todas as probabilidades são inferiores a 1 % em oito municípios (Santo Amaro do Maranhão, Primeira Cruz, Humberto de Campos, Paço do Lumiar, Raposa, São Luis, Alcântara e Guimarães). Com relação ao tempo mínimo de chegada de óleo na costa, no cenário de verão o tempo mínimo é de aproximadamente 10 dias, enquanto no inverno é de 44 dias, ambos em Santo Amaro do Maranhão.

No que se refere às Unidades de Conservação, a maior probabilidade de presença de óleo se dá na APA da Foz do rio Preguiças / Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente (22%) e no PARNA dos Lençóis Maranhenses (17%), ambas com um tempo mínimo de toque superior a 250 horas (> 10 dias). O menor tempo de toque ocorre no PE Marinho do Parcel de Manuel Luís (89 horas), embora a probabilidade de presença de óleo nesta UC seja próxima a 1%.

A seguir é apresentada a avaliação de impactos, propriamente dita, para os Meios Físico e Biótico – **Item II.8.2.1** e para o Meio Socioeconômico – **item II.8.2.2**.

## **II.8.2.1 Meios Físico e Biótico**

### **II.8.2.1.1 Cenário de Operação Normal da Atividade – Impactos Efetivos / Operacionais**

Neste item são apresentados os impactos ambientais decorrentes da operação em condições normais da atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas, englobando as etapas de instalação, operação, e desativação da atividade.

Atividades de perfuração marítima exploratória que utilizam unidades de perfuração com posicionamento dinâmico (não ancoradas), como é o caso dos navios sonda ESNCO DS-4 e OCEAN RIG MYLOS, previstos para a presente atividade, possuem fases de instalação e desativação muito curtas, que envolvem, principalmente, o posicionamento e posterior desmobilização da sonda de perfuração das locações. Nesse caso, não há impactos específicos para as fases de instalação e desativação, visto que os impactos passíveis de serem gerados nessas fases ocorrem, também, durante a etapa de operação, quando da perfuração dos poços propriamente dita. Desta forma, a descrição dos impactos efetivos/operacionais não será dividida por etapas da atividade, mas realizada uma única vez, destacando-se as peculiaridades de cada etapa.

Os dez blocos adquiridos pela BG Brasil, na Bacia de Barreirinhas se encontram a noroeste do litoral do Maranhão, situados a uma distância mínima de 62,7 km da costa (Araioses/MA). A lâmina d'água dos blocos varia de 250 a 2.750 metros. Está prevista a perfuração de sete poços, situados em cinco dos dez blocos adquiridos. Os poços previstos se encontram em lâmina d'água superior a 1.600 m e a uma distância mínima da costa de aproximadamente 76 km (Araioses/MA). A previsão de duração total da atividade é de 19 meses.

Vale mencionar que, durante a etapa de operação normal da atividade, sem a ocorrência de acidentes, não ocorrerão impactos sobre as Unidades de Conservação identificadas na área de estudo. As UCs presentes na região são em sua maioria costeiras, com exceção do Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís (MA), que se encontra na região oceânica, a uma distância aproximada de 100 km dos blocos (setor SBAR-API - Bloco BAR-M-215).

Três UCs estão presentes na área marítima próxima ao trajeto entre a área dos blocos e a base de apoio terrestre, localizada em São Luís (MA). São elas: APA Upaon Açú / Miritiba / Alto Preguiças, APA Baixada Maranhense e APA das Reentrâncias Maranhenses. Não são esperadas, contudo, interferências nessas UCs, durante a operação normal da atividade.

Para apoio a atividade está previsto uma base operacional situada em São Luis – MA (Porto de Itaqui), três embarcações de apoio (PSVs) e duas embarcações dedicadas à emergência (OSRVs), quando ocorrerem perfuração simultânea de dois poços na mesma área.

O transporte dos profissionais envolvidos na atividade de perfuração será realizado através de helicópteros, que circularão entre a base aérea, prevista para ficar localizada no município de São Luís/MA - Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado, e área do empreendimento. São previstos um total de até dez (10) vôos semanais para cada unidade de perfuração.

É importante ressaltar que as unidades de perfuração possuem uma atividade rotineira, com uma equipe de profissionais permanente e que alguns impactos como, por exemplo, a geração de esgoto sanitário, ocorrem de maneira contínua, devendo ser avaliados desde a etapa de posicionamento (mobilização) até a etapa de desativação (desmobilização).

Os poços estão programados para serem perfurados em sete fases, sendo que nas duas primeiras não haverá a utilização de *riser*. O projeto de poço leva em conta as piores hipóteses em termos de descarte de fluidos e cascalho (maiores volumetrias), sendo, portanto, o mais conservador possível.

Nas duas primeiras fases serão empregados fluidos de perfuração de base aquosa de composição simplificada e nas demais fases (com *riser*) a BG Brasil, também, planeja utilizar fluidos de base aquosa. Só em caso de necessidade técnica (como previsão de instabilidade geo-mecânica, pressões ou temperaturas elevadas, margens de perfuração reduzidas, etc.) será usado um fluido de contingência de base não aquosa.

No caso de utilização de fluido base não aquosa, o mesmo não será descartado, retornando para a empresa fornecedora e sendo reaproveitado. Para a separação do fluido não-aquoso dos cascalhos, será utilizado um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, de modo a minimizar a concentração de fluido associado aos cascalhos descartados.

Com o objetivo de conhecer o comportamento da pluma de cascalho e fluidos na coluna d'água, bem como a extensão e altura das pilhas de depósito no fundo oceânico foi elaborada uma modelagem de dispersão de cascalho e fluido que se encontra apresentada no **Anexo C** deste item.

Para efeitos de modelagem, uma vez que não há o descarte de fluido sintético, e a volumetria de cascalhos gerada é superior com a utilização do fluido aquoso, foram realizadas simulações considerando apenas a volumetria de fluidos de base aquosa, com a volumetria de cascalhos correspondente.

Foram identificados para esta etapa do empreendimento os seguintes aspectos ambientais e impactos ambientais relacionados aos meios físico e biótico.

Os Aspectos Ambientais (ASP) identificados são:

- ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração
- ASP 2 – Transporte de materiais e insumos
- ASP 3 – Posicionamento da unidade de perfuração
- ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes
- ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos
- ASP 6 – Emissão de gases
- ASP 7 – Descarte de cascalhos e fluidos de perfuração
- ASP 8 – Disponibilidade de substrato artificial

Os Impactos Ambientais (IMPs) identificados encontram-se abaixo discriminados.

- Variação da qualidade das águas
- Variação da qualidade do ar

- Contribuição para o efeito estufa
- Variação da qualidade dos sedimentos
- Interferência nas comunidades planctônicas
- Interferência nas comunidades bentônicas
- Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas
- Interferências com aves marinhas
- Interferência com a ictiofauna
- Introdução de espécies exóticas
- Atração de organismos

A **Tabela II.8.2.1.1** apresenta os aspectos ambientais identificados, os fatores ambientais afetados por cada um destes, bem como uma descrição sintética de cada impacto ambiental. A **Tabela II.8.2.1.2** representa a matriz de interação entre os fatores, aspectos e impactos ambientais.

**TABELA II.8.2.1.1 – Relação entre os aspectos ambientais, fatores ambientais e impactos ambientais identificados**

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração  ASP 2 – Transporte de materiais e insumos	Mamíferos Marinhos e Tartarugas Marinhas	IMP 1 - Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas - o aumento do tráfego marítimo durante as 3 etapas da atividade (instalação, operação e desativação) pode acarretar em um aumento da probabilidade, apesar de remota, de colisão de organismos.
ASP 3 – Posicionamento da unidade de perfuração	Biodiversidade	IMP 2 – Introdução de espécies exóticas - possibilidade de introdução de espécies exóticas no ambiente através de larvas de organismos que se encontram incrustadas nas unidades de perfuração, durante a fase de instalação da atividade. Esses organismos, em casos extremos, podem levar ao desaparecimento de espécies nativas por competição e predação.
ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes	Mamíferos Marinhos e Tartarugas Marinhas	IMP 3 – Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas - as atividades de transporte da unidade de perfuração (etapa de instalação e desativação) e de materiais e equipamentos (durante as 3 etapas da atividade), bem como a própria atividade de perfuração (etapa de operação) podem gerar ruídos e vibrações, que poderão causar interferências no comportamento da fauna do entorno.
	Avifauna	IMP 4 – Interferências com a avifauna - em função da luminosidade presente nas plataformas de perfuração, bem como nas embarcações de apoio, podem ocorrer efeitos de atração de espécies de aves marinhas e continentais, assim como migratórias presentes na região.
	Ictiofauna	IMP 5 – Interferência com a ictiofauna - os ruídos e vibrações oriundos do transporte das unidades de perfuração (etapa de instalação e desativação), de materiais e equipamentos (durante as 3 etapas da atividade), bem como da própria atividade de perfuração (etapa de operação), além da constante emissão de luz pelas embarcações e unidade de perfuração (durante as 3 etapas da atividade), podem influenciar de forma direta a ictiofauna.

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos	Água	IMP 6 - Variação da qualidade das águas – o lançamento de rejeitos na água do mar - restos alimentares, efluentes sanitários e águas de drenagem (lavagem) - gerados nas embarcações e nas unidades de perfuração, durante as 3 etapas da atividade (instalação, operação e desativação), poderão causar variações na qualidade das águas.
	Plâncton	IMP 7 – Interferência com as comunidades planctônicas – os possíveis impactos sobre as comunidades planctônicas serão decorrentes das alterações das propriedades físico-químicas das águas, durante as 3 etapas da atividade (instalação, operação e desativação).
ASP 6 – Emissão de gases	Ar	IMP 8 – Variação da qualidade do ar - os impactos ambientais na qualidade do ar decorrerão principalmente das emissões de gases vinculadas ao funcionamento de motores, máquinas e turbinas a diesel das embarcações e da unidade de perfuração durante as 3 etapas da atividade (instalação, operação e desativação). Espera-se a emissão de NOx, CO, SOx, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O e material particulado.
	Clima	IMP 9 – Contribuição para o efeito estufa – as emissões de GEE vinculadas ao funcionamento de motores, máquinas e turbinas a diesel das embarcações e da unidade de perfuração poderão contribuir para o efeito estufa durante todas as etapas da atividade.
ASP 7 – Descarte de cascalhos e fluidos de perfuração	Água	IMP 10 – Variação da qualidade das águas – durante a etapa de perfuração dos poços (fase de operação), o descarte de cascalho e fluido de perfuração no mar poderá causar variações na qualidade das águas. Os impactos de maior destaque serão os decorrentes do lançamento de cascalho com fluido aderido e do fluido de perfuração excedente (base aquosa) durante a perfuração das fases com <i>riser</i> .
	Plâncton	IMP 11 – Interferência nas comunidades planctônicas - os possíveis impactos sobre as comunidades planctônicas serão decorrentes das alterações das propriedades físico-químicas das águas, em função do descarte de cascalho e fluido de perfuração, na etapa de operação.
	Sedimento	IMP 12 – Variação da qualidade dos sedimentos - durante a fase de perfuração dos poços (operação), o lançamento de fluido de perfuração e cascalho no mar poderá causar variações na qualidade dos sedimentos, no que diz respeito às alterações granulométricas e à contaminação por compostos orgânicos, metais e outros constituintes dos fluidos.
	Bentos	IMP 13 – Interferência nas comunidades bentônicas - a deposição de cascalho e fluido de perfuração sobre o assoalho oceânico, durante a etapa de perfuração dos poços, poderá provocar impactos sobre o bentos de três naturezas distintas: impacto físico, provocado pelo acúmulo de cascalho sobre o assoalho oceânico; impacto químico, decorrente da presença do fluido adsorvido ao cascalho; e impactos bioquímicos, referentes à diminuição da concentração de oxigênio no sedimento decorrente da degradação do fluido.

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 8 – Disponibilidade de substrato artificial	Ecologia	IMP 14 – Atração de organismos – A partir do posicionamento da unidade de perfuração, já durante a fase de operação, serão criados substratos adicionais para o assentamento de organismos bentônicos. O ambiente local poderá ter sua ecologia alterada em decorrência de uma ação antrópica.

**TABELA II.8.2.1.2 – Matriz de Interação – aspectos ambientais, fatores ambientais, impactos ambientais**

Aspectos Ambientais	Fatores Ambientais									
	Água	Ar	Clima	Sedimento	Biodiversidade / Ecologia	Pâncton	Bentos	Mamíferos Marinhos Tartarugas Marinhas	Avifauna	Ictiofauna
ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração								IMP 1		
ASP 2 – Transporte de materiais e insumos								IMP 1		
ASP 3 – Posicionamento da unidade de perfuração					IMP 2 (biodiversidade)					
ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes								IMP 3	IMP 4	IMP 5
ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos	IMP 6					IMP 7				
ASP 6 – Emissão de gases		IMP 8	IMP 9							
ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração	IMP 10			IMP 12		IMP 11	IMP 13			
ASP 8 – Disponibilidade de substrato artificial					IMP 14 (ecologia)					

A descrição dos impactos ambientais identificados para os meios físico e biótico, durante todas as etapas da atividade, é apresentada a seguir. Ressalta-se que, no que diz respeito à legislação e aos planos e programas relacionados aos impactos, esses são descritos na primeira vez que aparecem. Quando estes se repetem ao longo dos demais impactos, são apenas citados.

## ➤ IMP 1 – Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas

### Aspecto Ambiental Associado: *ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração* – *Transporte de materiais e insumos*

#### 1. Apresentação

Durante o desenvolvimento da atividade, alguns dos impactos ambientais sobre as comunidades de cetáceos, sirênios e quelônios serão gerados pelo transporte da unidade de perfuração, durante as fases de instalação e desativação, bem como pelo trânsito de embarcações para o transporte de materiais e equipamentos necessários a atividade, durante toda a atividade. O evento que deve ser considerado é a possibilidade de colisão entre as embarcações operantes e os organismos marinhos que utilizam a região de estudo. Os impactos decorrentes da geração de ruídos estão sendo considerados no IMP 3, que consiste na interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas decorrente da geração de ruídos e vibrações.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

As unidades de perfuração, bem como os materiais e equipamentos necessários a atividade, terão que ser transportados desde as bases de apoio até as locações nos blocos da BG Brasil, na Bacia de Barreirinhas, a cerca de 76 km da costa (Araioses/MA), aumentando temporariamente a circulação de embarcações na região.

Está prevista, para apoio a atividade, três embarcações de apoio, que circularão entre a base de apoio operacional, em São Luis - MA, e as locações na Bacia de Barreirinhas. A estimativa de viagens entre os poços previstos e a base operacional é de aproximadamente 03 (três) por semana. O trajeto é de, aproximadamente, 124 km.

Vale mencionar que, dados oficiais da ANTAQ mostram que no ano de 2013 os três portos presentes na região (porto de Itaqui e os terminais de uso privativo (TUP) Alumar e Ponta da Madeira) somaram 1.547 atracações (onde não estão incluídos dados de cabotagem, pesca e turismo). Considerando os *ferry boats* esse total passa para 8.723 atracações anuais (dados relativos a 2013), indicando que atualmente já existe um intenso movimento de embarcações na região.

#### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O transporte das unidades de perfuração, durante as etapas de instalação e desativação, bem como o trânsito de embarcação de apoio para o transporte de materiais e equipamentos, durante toda a atividade, podem causar interferências com cetáceos, sirênios e quelônios em função da possibilidade de colisão com organismos e da geração de ruídos. Conforme já mencionado anteriormente, os impactos decorrentes da geração de ruídos estão sendo considerados no IMP 3.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Para mitigação deste impacto, os trabalhadores envolvidos na atividade receberão treinamento adequado para navegar em baixas velocidades e observar os organismos do entorno, dentro do escopo do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT. O PEAT visa à orientação e sensibilização dos profissionais

envolvidos na atividade sobre os riscos e danos ambientais potenciais do empreendimento, e sobre a importância dos ecossistemas e fauna locais, dentre outros. A medida é preventiva e de eficácia alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Embora com probabilidade de ocorrência remota, existe a possibilidade de colisão de cetáceos, sirênios e quelônios com as embarcações operantes na região de estudo durante todo o desenvolvimento da atividade.

### Cetáceos

Estudos recentes (LAIST *et al.*, 2001; FÉLIX & WAEREBEEK, 2005; PANIGADA *et al.*, 2006; VANDERLAAN & TAGGART, 2007) registram casos de colisões entre embarcações e grandes cetáceos (misticetos e cachalotes). Durante as últimas décadas, devido à grande expansão do tráfego marítimo, os cetáceos têm sido vítimas de colisão com navios no mundo todo (CARRILLO & RITTER, 2008; GREGORY *et al.*, 2012; LAIST *et al.*, 2001; WAEREBEEK *et al.*, 2007 *apud* CUNHA, 2013). Uma colisão com navio pode ser definida como um forte impacto entre qualquer parte da embarcação, sendo mais comum o casco e a hélice, e um cetáceo vivo, muitas vezes resultando em morte ou trauma físico. Muitas lesões comprometem a aptidão do indivíduo interferindo com suas habilidades para caçar, evitar predadores e se reproduzir (WAEREBEEK *et al.*, 2007 *apud* CUNHA, 2013). Eventuais colisões com embarcações na rota entre os blocos e a base de apoio podem causar ferimentos físicos e até mesmo a morte de animais marinhos (NOWACEK *et al.*, 2007).

Grande parte dos registros tem sido associada a indivíduos adultos em descanso ou a indivíduos jovens e filhotes, talvez por esses permanecerem mais tempo na superfície do que animais adultos (LAIST *et al.*, 2001). Colisões envolvendo pequenos cetáceos também têm sido documentadas (WELLS & SCOTT, 1997).

Considera-se, que no caso de cetáceos, o maior problema seja realmente em relação aos filhotes, visto que mesmo barcos de porte relativamente pequeno podem, em caso de colisão, causar ferimentos graves ou mesmo a morte desses organismos (PROJETO BALEIA JUBARTE, 2003). De acordo com HEYNING & DAHLHEIM (2002) *apud* MOORE & CLARKE (2002) há casos documentados de baleias cinzentas (*Eschrichtius robustus*) encalhadas mortas com cortes de navios de grande porte. Na Baía de São Francisco, EUA, onde há um grande tráfego de embarcações, há registros de baleias que são mortas por ferimentos causados por embarcações, incluindo uma baleia azul de 25 metros de comprimento que estava grávida. No mesmo local, um total de 14 baleias de grande porte atingidas por navios foram reportados entre 2009 e 2010 (KEIPER *et al.*, 2014). JENSEN & SILBER (2004), através de uma compilação de registros mundiais constataram que entre 1975 e 2002, aproximadamente 292 cetáceos se envolveram em eventos de colisões com embarcações. De acordo com KNOWLTON & KRAUS (2001), colisões com embarcações são responsáveis por 35.5 % da mortalidade de Baleias-franca-do-norte entre 1970 a 1999.

Dentre as espécies com ocorrência confirmada para a área, existem registros de colisões entre o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) (FERTL, 1994), e a orca (*Orcinus orca*) (FORD *et al.*, 1994; VISSER, 1999). CAMARGO & BELLINI (2007) registraram a colisão entre um golfinho-rotador e uma embarcação de turismo no arquipélago de Fernando de Noronha, indicando efeitos prejudiciais no incremento da atividade turística. Na Espanha, existem constantes registros de colisões com cetáceos, em função do intenso tráfego marítimo de embarcações deslocando-se em alta velocidade, em especial entre as Ilhas Canárias e Estreito de Gibraltar (DE STEPHANIS & URQUIOLA, 2006). Na costa Atlântica dos Estados Unidos, as



colisões com embarcações são responsáveis por 30% dos encalhes de baleias, como jubarte (*Megaptera novaengliae*) e baleia fin (*Balaenoptera physalus*), sendo os filhotes e jovens mais vulneráveis (WILEY *et al.*, 1995; LAIST *et al.*, 2001).

De acordo com DAVID *et al.* (2011), colisão com navios representa a principal ameaça fatal para baleias fin em escala global. O risco aumenta conforme a velocidade do barco, com a maioria dos ferimentos letais causados por navios em velocidade maior do que 13 nós. Além da velocidade, a capacidade de manobra também é importante para evitar uma colisão.

As espécies fin, franca, jubarte e cachalote são aquelas que mais colidem com navios em ambos os hemisférios, enquanto que as baleias cinzentas também seriam alvo no hemisfério norte e a baleias de Bryde, azul e sei seriam alvo no hemisfério sul (LAIST *et al.*, 2001; WAEREBEEK *et al.*, 2007 *apud* KEIPER *et al.*, 2014).

Pequenos cetáceos também podem sofrer colisões com embarcações, sendo os casos mais graves relacionados com espécies de ambientes neríticos, estuarinos ou fluviais. Outras espécies como golfinho comum, orcas, piloto de peitorais curtas e cachalote pigméia sofrem menor impacto, onde muitas colisões não são letais (WAEREBEEK *et al.*, 2007 *apud* KEIPER *et al.*, 2014). Vale mencionar, contudo, que de acordo com LAIST *et al.* (2001), os registros de colisão entre baleias e embarcações navegando com velocidade de até 14 nós e que resultaram em ferimentos graves não são frequentes. De acordo com os mesmos autores, são ainda mais raros os registros de colisão entre baleias e embarcações navegando com velocidade de até 10 nós.

É importante destacar que as embarcações vinculadas à atividade navegam em relativa baixa velocidade, em torno de 10 nós. Dessa forma, além de reduzir as consequências de uma possível colisão, a navegação à baixa velocidade também aumenta a probabilidade de visualização de animais pela tripulação da embarcação, permitindo a realização de manobras de desvio (ASMUTIS-SILVIA, 1999 *apud* WDCS, 2006). Outrossim, cetáceos possuem grande capacidade de locomoção, podendo facilmente desviar das rotas das embarcações.

Apesar dos dados apresentados, resultados encontrados por RITTER (2007) na região das Ilhas Canárias indicam que os cetáceos aparentemente evitam determinadas áreas onde tráfego de embarcações é intenso. ZERBINI *et al.* (2006), no Projeto Baleias, que monitora as rotas migratórias das baleias-jubarte desde 2003, parece encontrar resultados semelhantes.

Na área de estudo há ocorrência confirmada de 24 espécies de cetáceos e outras quatro espécies com ocorrência provável. Dentre as espécies costeiras mais comuns na região norte destaca-se o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e dois cetáceos fluviais, o tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) e o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*). Dentre os cetáceos considerados vulneráveis de acordo com o MMA (2014) estão o boto-cinza e o cachalote. Além destas, o boto-vermelho, a baleia-sei e a baleia-fin encontram-se em perigo segundo a mesma lista, sendo que muitas outras espécies são classificadas como “dados insuficientes” de acordo com a IUCN (2015). Vale ressaltar que para a área de estudo não existem áreas de restrição para os cetáceos.

## Quelônios

Colisões com embarcações podem ser consideradas uma das causas de mortalidade de tartarugas marinhas, no entanto há poucos estudos sobre a interação desses animais com embarcações. Alguns dados mostram que muitos encalhes de tartarugas são causados por colisão com embarcações de diferentes portes.

Nos Estados Unidos, a porcentagem de encalhes atribuída à colisão com embarcações aumentou aproximadamente 10% nos anos 80 com um recorde de 20,5% em 2004 (NMFS, 2007 *apud* SAPP, 2010). No sudoeste da Florida, muitas colisões com embarcações têm sido documentadas, sendo que mais de 60% de tartarugas cabeçudas (*Caretta caretta*) encalhadas apresentaram sinais de ferimentos por hélice (NMFS, 2007 *apud* SAPP, 2010). Na costa das Ilhas Canárias, na Espanha, durante um período de quatro anos, 23% das tartarugas encalhadas morreram como resultado de colisão com barcos (OROS *et al.*, 2005 *apud* SAPP, 2010). Na costa da Austrália, entre 1999 a 2002, um mínimo de 65 tartarugas marinhas foram mortas anualmente por colisão com embarcações. A maioria dos registros foi para a espécie *Chelonia mydas*, seguida de *Caretta caretta*, sendo que em 72% eram animais adultos ou subadultos (HAZEL & GYURIS, 2006).

O comportamento das tartarugas marinhas dificulta a visualização dos animais pelos condutores de barcos, uma vez que as mesmas ficam muito tempo submersas e quando sobem a superfície para respirar, muitas vezes expõe apenas a cabeça. Estudos mostram que quanto maior a velocidade do barco, mais lenta é a resposta da tartaruga marinha em evitar a embarcação (HAZEL, 2007 *apud* SAPP, 2010). Portanto a redução da velocidade da embarcação reduz também a probabilidade de danos graves aos animais (HAZEL *et al.*, 2007).

Embarcações menores e mais velozes podem causar sérios traumas nas carapaças e até mesmo na cabeça dos animais; enquanto, embarcações maiores apresentam menos probabilidade de colidir com esses animais (WITZELL, 2007).

Em relação a biologia sensorial das tartarugas marinhas MOIN BARTOL & MUSICK (2003) *apud* HAZEL *et al.* (2007) indicam que o som e a luz são as únicas pistas potenciais para o animal detectar a aproximação de um barco. No entanto, mesmo esses aspectos dependem de outros fatores como a visibilidade da água no momento.

No intuito de avaliar o comportamento de quelônios frente à presença de embarcações, podem ser citados dois estudos de campo realizados por HAZEL *et al.* (2007) e WORK *et al.* (2010). O primeiro avaliou as respostas comportamentais da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) frente à aproximação de uma embarcação com velocidades variadas: baixa (4 km/h – 2,1 nós), moderada (11 km/h – 5,9 nós) e alta (19 km/h – 10,2 nós). Foi constatado que o risco de colisão cresce significativamente de acordo com o aumento da velocidade das embarcações, e que as tartarugas-verdes não evitam, de forma eficaz, a presença de embarcações navegando a velocidades superiores a 4 km/h (2,1 nós). Em função dos resultados encontrados, os autores sugerem restrições à velocidade de navegação em áreas importantes para as tartarugas marinhas, como em regiões com conhecida presença de sítios reprodutivos.

Já o estudo de WORK *et al.* (2010) avaliou o tipo e grau de severidade dos danos causados por colisão de embarcações com a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), considerando o sistema de propulsão ou na forma de operação das embarcações. Além disso, foi avaliado o potencial de redução dessas interações a partir de modificações nos sistemas citados. Os resultados indicaram que a severidade das injúrias é diretamente relacionada à velocidade da embarcação, sendo que velocidades mais baixas reduzem as chances de ocorrência de danos severos e/ou a morte do organismo. Os autores também recomendam que alterações na forma de operação e na configuração das embarcações podem minimizar os riscos de colisão com tartarugas e outros organismos marinhos.

Vale mencionar que, apesar de pouco estudada, a região de estudo pode ser considerada de importância biológica para as tartarugas marinhas. As cinco espécies existentes no Brasil são encontradas na região, onde há áreas de concentração para alimentação, crescimento, corredor migratório e alguns pontos de desovas esporádicas. Desta forma, é recomendada a instrução dos condutores de embarcações em relação aos cuidados com a navegação em áreas que são importantes para esses animais.

### Sirênios

No que se refere aos sirênios, por esses organismos possuírem hábitos costeiros, a maior probabilidade de ocorrência de eventos de colisão ocorrerá nas rotas das embarcações de apoio próximo à costa.

Conforme já informado, durante a atividade de perfuração marítima de poços da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas, será utilizado o Porto de Itaqui, como base de apoio marítimo às atividades. Este porto está localizado na margem leste da Baía de São Marcos a 11 km do centro da cidade de São Luís no Estado do Maranhão. É importante destacar que a Baía de São Marcos apresenta um fluxo de navegação comercial e de transporte de pessoas já estabelecido e que para apoiar esta atividade estão previstas três viagens por semana o que não representa um aumento expressivo no tráfego marítimo local.

Em áreas de alimentação, descanso e reprodução de peixe-boi, o aumento de embarcações motorizadas tem contribuído para afugentar as populações desses animais (REYNOLDS III & SZELISTOWSKI 1995, PÉREZ 2003 *apud* BORGES *et al.*, 2007). Na Florida, EUA, onde há grande tráfego de embarcações, as colisões causadas pelas mesmas representaram 27% da morte de peixes-boi causadas por impactos humanos, entre 1974 a 1994. O ferimento ocasionado pela hélice ou quilha pode causar danos a órgãos vitais, expondo os animais a infecções. Além desses danos, as fêmeas podem dar a luz prematuramente quando estão estressadas pelo barulho e tráfego de embarcações (METROPOLITAN DADE COUNTY, 1996).

Os peixes-boi apresentam uma falta de sensibilidade auditiva às frequências mais baixas de ruídos, o que os torna pouco reativos aos ruídos gerados pelas embarcações, limitando sua percepção à aproximação das mesmas, o que os torna especialmente vulneráveis a colisões acidentais. O fato de habitarem águas rasas, raramente visitando áreas com profundidades superiores a 12 metros, também aumenta o risco de colisões.

Alguns estudos observaram que os animais jovens são os mais vulneráveis a colisão com embarcações, em decorrência da pouca vivência com tais situações, enquanto que animais mais velhos são menos susceptíveis. O comportamento de dois filhotes que foram resgatados após uma colisão foi de aproximação dos barcos ancorados no local. Em relação ao peixe-boi adulto, foi observado que após o animal ser atingido, o mesmo apresentou um comportamento aversivo as embarcações do local, porém após algumas semanas do acidente,

o mesmo indivíduo foi observado em áreas de grande fluxo de embarcações (BORGES *et al.*, 2007). No entanto, em outras situações foi observado que os animais geralmente mergulham ou se movem para longe dos barcos que estão navegando (METROPOLITAN DADE COUNTY, 1996).

De acordo com GERSTEIN *et al.* (2005), diferente das baleias, os peixes-boi podem sobreviver a colisão com embarcações. Os encontros são tão comuns, que indivíduos sobreviventes são identificados por marcas características de inúmeras colisões. O mesmo autor sugere que restrições de velocidade em alguns locais pode ser efetivo para a proteção dos peixes-boi.

As condições ambientais favoráveis e a baixa ocupação humana na maior parte do litoral do Maranhão são fatores essenciais na distribuição e ocorrência dos peixes-boi (IBAMA/CPB, 1993). Ambos os fatores possibilitaram o estabelecimento de uma das maiores populações de *Trichechus manatus manatus* do Brasil, com aproximadamente 100 indivíduos (BOAVENTURA, 2005), dentre os 207 estimados na região norte e os quase 500 estimados no norte e nordeste do país (LUNA *et al.*, 2008, LIMA *et al.*, 2011).

Em levantamento realizado em 1992 e 1993 por LUNA *et al.*, foi verificada uma presença marcante do peixe-boi marinho *T. m. manatus* no Golfão Maranhense (LUNA *et al.*, 2010). Neste levantamento foi constatada a presença desses organismos na maioria das 10 localidades visitadas ao longo do Golfão Maranhense, com a maior média do número de indivíduos sendo constatada em Porto Grande (30 animais) e Igarauá (12) (LUNA *et al.*, 2010).

Foi verificada, ainda, que a distribuição é contínua no lado leste da ilha de São Luís e na parte interna da Baía de São José, onde existem manguezais. Já na costa oeste dessa ilha, na Baía de São Marcos, onde está localizado o Porto de Itaqui, mesmo com manguezais, a distribuição não é contínua, embora seja expressiva na região mais interna da baía. Na costa norte/noroeste, a ausência de animais se deve provavelmente à inexistência de manguezais e de outras condições favoráveis. A ilha dos Caranguejos, localizada na parte interna da Baía de São Marcos, lado oeste do Golfão, apesar da impossibilidade de visita "*in loco*" teve a ocorrência do peixe-boi marinho considerada, uma vez que o local foi citado como de ocorrência por diversos entrevistados (LUNA *et al.*, 2010).

Vale mencionar que, apesar dos registros de interações de peixes-boi com embarcações, principalmente lanchas e embarcações pesqueiras de pequeno e médio porte, não há registro de mortalidade de peixes-boi no nordeste, decorrente do atropelamento por embarcações motorizadas (PARENTE *et al.* 2004, BORGES *et al.*, 2007).

Estudos realizados na Flórida indicaram que na maioria dos eventos de colisões com embarcações nos quais o indivíduo sobreviveu, não foi possível identificar a embarcação causadora do evento (CALLESÓN & FROHLICH, 2007). No entanto, de acordo com os mesmos autores, 21 casos de colisões entre embarcações e peixes-boi foram reportados pelos tripulantes e, com isso, foi possível identificar as características destas. Para estes eventos, o tamanho das embarcações variou entre 4,9 e 36,5 m de comprimento e velocidades variando entre 4 km/h e 64 km/h, ou seja, entre 2 e 34 nós. Excluindo dois eventos com barcas e rebocadores, as colisões ocorreram com embarcações se deslocando entre 24 e 64 km/h (entre 13 e 34 nós) (CALLESÓN & FROHLICH, 2007).

É importante destacar que peixe-boi marinho é considerado, atualmente, o mamífero aquático mais ameaçado de extinção do país, sendo categorizado pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios como “criticamente ameaçado” (ICMBio, 2011) e “vulnerável” internacionalmente (IUCN, 2015). Como forma de proteção dessa espécie foram definidas áreas de restrição através da **Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio nº 02/2011**, de 21 de novembro de 2011. Para a área do presente estudo foi estabelecida uma Área de Restrição Periódica para aquisição de dados sísmicos de exploração de petróleo e gás, na região costeira da divisa do Brasil com a Guiana Francesa até o município de Primeira Cruz/MA, até a isóbata de 12 metros, no período de 01/09 a 30/05.

## Conclusões

Os impactos ambientais sobre mamíferos aquáticos e tartarugas decorrentes do incremento da circulação de embarcações, com conseqüente aumento na probabilidade de colisões com organismos, foram classificados como de baixa magnitude, em função do incremento pouco expressivo ao tráfego marítimo da região decorrente da realização da atividade. Vale ressaltar que a probabilidade de ocorrência de colisões continuará sendo remota, nos níveis encontrados nos dias de hoje.

Os efeitos negativos sobre a biota estarão restritos, principalmente, às comunidades presentes na rota das embarcações de apoio. Os impactos serão diretos, de tempo de incidência imediato, duração imediata, reversíveis, cumulativos, visto as outras atividades previstas para a região, e intermitentes, visto que o risco de colisão ocorrerá apenas durante o deslocamento das embarcações e da unidade de perfuração. A abrangência espacial foi classificada como suprarregional, uma vez que envolve comunidades ameaçadas e com conseqüente relevância para a conservação, como os mamíferos marinhos e tartarugas marinhas.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como alta, visto a ocorrência comprovada na região de espécies ameaçadas de extinção como o cachalote (*Physeter macrocephalus*), a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*), baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) e o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*), além das tartarugas marinhas - tartaruga verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). Ressalta-se que não são esperadas variações na estrutura das comunidades neotônicas, tanto no que se refere à abundância de organismos, como no que diz respeito à diversidade de espécies.

No que se refere ao tráfego de embarcações na Baía de São Marcos - MA, onde estará localizada a base de apoio à atividade, resalta-se que a região possui regularmente uma grande movimentação de barcos dos mais variados portes, e para dar apoio à atividade de perfuração são previstas três embarcações de apoio e duas dedicadas (quando houver perfuração simultânea de poços), representando um incremento pouco significativo ao tráfego marítimo já ocorrente na região. Dados oficiais da ANTAQ mostram que no ano de 2013 os três portos presentes na região (porto de Itaqui e os terminais de uso privativo (TUP) Alumar e Ponta da Madeira) somaram 1.547 atracções. Considerando a estimativa de acréscimo de três viagens por semana de embarcações de apoio à atividade da BG Brasil no porto de Itaqui, totalizam-se 156 atracções por ano. Com base nos dados de 2013, calcula-se um incremento de 10,1% em atracções. Em conjunto, o porto de Itaqui, os TUP Alumar e Ponta da Madeira e os *ferry boats* são responsáveis por 8.723 atracções anuais (dados relativos a 2013). A atividade de perfuração da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas contribuirá para o aumento de 1,8% deste montante. Cabe destacar que este quantitativo não considera o tráfego de embarcações de pesca, turismo e demais embarcações que não são contempladas nos dados oficiais de atracções nos portos da região.

Desta forma, é improvável que o incremento dessas embarcações ao tráfego já ocorrente represente uma ameaça às espécies locais, já habituadas com o tráfego intenso de embarcações.

De acordo com a metodologia adotada a importância do impacto é média, em função da baixa magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos nos quadros seguintes.

*Etapas de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração (instalação e desativação) ASP 2 – Transporte de materiais e insumos (toda a atividade)	Aumento no tráfego de embarcações --> IMP 1 - Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas (possibilidade de colisão com organismos)	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente - baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Para o monitoramento do impacto o indicador é o número de eventos de colisão de organismos com embarcações durante o desenvolvimento da atividade. O indicado é não haver eventos de colisão.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Em se tratando de proteção ao ambiente marinho, cabe ressaltar a **Agenda 21**, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (RIO-92), cujo capítulo 17 se dedica à proteção dos oceanos, de todos os tipos de mares e zonas costeiras, e proteção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos. Dentre as espécies da fauna marinha que merecem maior atenção destacam-se os cetáceos porque se encontram protegidos por diplomas nacionais e internacionais de proteção.

Existem, atualmente, no Brasil algumas portarias e leis que visam proteger as espécies de mamíferos marinhos que ocorrem em águas brasileiras. São elas:

- **Portaria IBAMA nº 2.097/94, de 20/12/1994:** Cria o grupo de trabalho especial de mamíferos aquáticos, considerando as várias espécies pertencentes à fauna brasileira ameaçadas de extinção e devido ao grande número de capturas;
- **Portaria SUDEPE nº 11/86, de 21/02/1986:** Proíbe, nas águas sob jurisdição nacional, a perseguição, caça, pesca ou captura de pequenos cetáceos, pinípedes e sirênios;
- **Lei nº 7.643/87, de 18/12/1987:** Proíbe a pesca, ou qualquer forma de molestamento intencional, de toda espécie de cetáceo nas águas brasileiras, abrangendo, portanto, a faixa de 200 milhas náuticas ao longo da costa, correspondente à Zona Econômica Exclusiva estabelecida pela citada convenção, ao mar territorial e às águas interiores;
- **Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003:** Dispõe sobre o Programa Nacional de Diversidade Biológica – PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade e dá outras providências;

- **Portaria IBAMA nº 117/96, de 26/12/1996:** Institui regras relativas à prevenção do molestarmento de cetáceos (baleias) encontrados em águas jurisdicionais brasileiras, de acordo com a Lei nº 7.643/87, de 18/12/1987. Segundo o Art.2º da portaria, são vedados a embarcações que operem em águas jurisdicionais brasileiras, os seguintes itens:
  - a) aproximar-se de qualquer espécie de baleia (cetáceos da Ordem Mysticeti; cachalote *Physeter macrocephalus*, e orca *Orcinus orca*) com motor engrenado a menos de 100m (cem metros) de distância do animal mais próximo, devendo o motor ser obrigatoriamente mantido em neutro, quando se tratar de baleia jubarte *Megaptera novaeangliae*, e desligado ou mantido em neutro, para as demais espécies;
  - b) reengrenar ou religar o motor para afastar-se do grupo antes de avistar claramente a(s) baleia(s) na superfície a uma distância de, no mínimo, de 50m (cinquenta metros) da embarcação;
  - c) perseguir, com motor ligado, qualquer baleia por mais de 30 (trinta) minutos, ainda que respeitadas as distâncias supra estipuladas;
  - d) interromper o curso de deslocamento de cetáceo(s) de qualquer espécie ou tentar alterar ou dirigir esse curso;
  - e) penetrar intencionalmente em grupos de cetáceos de qualquer espécie, dividindo-o ou dispersando-o;
  - f) produzir ruídos excessivos, tais como música, percussão de qualquer tipo, ou outros, além daqueles gerados pela operação normal da embarcação, a menos de 300 m (trezentos metros) de qualquer cetáceo;
  - g) despejar qualquer tipo de detrito, substância ou material a menos de 500 m (quinhentos metros) de qualquer cetáceo, observadas as demais proibições de despejos de poluentes previstas em Lei;
  - h) aproximar-se de indivíduo ou grupo de baleias que já esteja submetido à aproximação, no mesmo momento, de pelo menos, duas outras embarcações.
- **Portaria ICMBio nº 85/10, de 27/08/2010:** Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios;
- **Portaria ICMBio nº 86/10, de 27/08/2010:** Aprova o Plano de Ação para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos – Pequenos Cetáceos que tem, como objetivo geral, reduzir o impacto antrópico e ampliar o conhecimento sobre pequenos cetáceos no Brasil nos próximos 5 (cinco) anos;
- **Portaria ICMBio nº 96/10, de 27/08/2010:** Aprova o Plano de Ação para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos - Grandes Cetáceos e Pinípedes que tem, como objetivo geral, reduzir o impacto antrópico e ampliar o conhecimento sobre grandes cetáceos e pinípedes no Brasil, pelos próximos dez anos.

Além dessas, destaca-se a seguinte Instrução Normativa: **Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio nº 02/11, de 21/11/2011:** Estabelece áreas de restrição permanente e áreas de restrição periódica para atividades de aquisição de dados sísmicos de exploração de petróleo e gás em áreas prioritárias para a conservação de mamíferos aquáticos na costa brasileira.

Quanto às tartarugas marinhas, destacam-se as seguintes:

- **Portaria do IBAMA, nº. 1.522/89, de 19/12/89:** É o instrumento legal em vigor que declara as tartarugas marinhas ameaçadas de extinção;

- **Portaria do IBAMA nº 10/95, de 30/01/1995:** Proíbe o trânsito de qualquer veículo na faixa de praia compreendida entre a linha de maior baixa-mar até 50 m acima da linha de maior preamar do ano nas principais áreas de desova;
- **Portaria do IBAMA nº 11/95, de 30/01/1995:** Proíbe a instalação de novos pontos de luz em áreas de desova;
- **Portaria do IBAMA nº 5 de 19/02/1997:** obriga o uso de dispositivo de escape para tartarugas, incorporado às redes de arrasto utilizadas pelas embarcações permissionadas para a pesca de camarões, no litoral brasileiro;
- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998:** Trata dos crimes ambientais assim como das sanções administrativas ambientais. Proíbe a pesca e a coleta de ovos (IBAMA, 1998);
- **Decreto nº 3179, de 21/09/1999:** prevê sanções e penas para práticas ilegais como captura, matança, coleta de ovos, consumo e comércio de produtos e subprodutos de tartarugas marinhas;
- **Instrução Normativa do IBAMA nº 21/04, de 30/03/2004:** Proíbe a pesca do camarão, entre o norte da Bahia e a divisa de Alagoas e Pernambuco, no período de 15 de dezembro a 15 de janeiro de cada ano. O objetivo é proteger as tartarugas oliva, que nessa época estão no pico da temporada reprodutiva;
- **Instrução Normativa MMA nº 31/04, de 13/12/2004:** Obriga o uso de dispositivo de escape para tartarugas, incorporado às redes de arrasto utilizadas pelas embarcações permissionadas para a pesca de camarões, no litoral brasileiro;
- **Decreto nº 6.514/08, de 22/07/2008:** Prevê sanções e penas para práticas ilegais como captura, matança, coleta de ovos, consumo e comércio de produtos e subprodutos de tartarugas marinhas;
- **Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003;**
- **Instrução Normativa Conjunta ICMBio/TAMAR nº 01/11, de 27/05/2011:** Determina áreas de exclusão temporária para atividades de exploração e produção de óleo e gás no litoral brasileiro. Vale ressaltar que, não foi estabelecido período de restrição para a área de estudo.

Além dessas, vale mencionar a **Convenção Interamericana para a Proteção e Conservação das Tartarugas Marinhas (CIT)**, que entrou em vigor em 2001. A CIT promove a proteção, conservação e recuperação das populações de tartarugas marinhas e dos habitats dos quais estas dependem, considerando as características ambientais, socioeconômicas e culturais de cada país (CIT, 2007).

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR):** A ação REVIMAR é coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente, por intermédio do IBAMA e tem como objetivo avaliar, monitorar e promover a conservação da biodiversidade marinha, com enfoque ecossistêmico, visando ao estabelecimento de bases científicas e ações integradas capazes de subsidiar políticas e ações de conservação e estratégias de gestão compartilhada para uso sustentável dos recursos vivos.
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO)** visa a identificação de ações prioritárias, processos de degradação e oportunidades estimulando o desenvolvimento de atividades que envolvam parcerias entre os setores público e privado e disseminando informação sobre diversidade biológica.



- **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios:** Publicado em 2011 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio): Compreende ações de conservação para as duas espécies de peixe-boi, *T. manatus manatus* e *T. inunguis*.

## ➤ IMP 2 – Introdução de espécies exóticas

### Aspecto Ambiental Associado: ASP 3 – Posicionamento da unidade de perfuração

#### 1. Apresentação

Esse impacto considera a possibilidade de introdução de espécies exóticas no ambiente através de larvas de organismos que se encontram incrustadas na unidade de perfuração, resultante do deslocamento da unidade do porto de origem para a área dos blocos na Bacia de Barreirinhas, onde será desenvolvida a atividade de perfuração. Esses organismos, em casos extremos, podem levar ao desaparecimento de espécies nativas por competição e predação.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a etapa de instalação da atividade, está previsto o deslocamento da unidade de perfuração OCEAN RIG MYLOS da Bacia de Campos, local onde encontra-se operando atualmente, para as locações onde serão perfurados os poços exploratórios na Bacia de Barreirinhas. Já a unidade de perfuração ENSCO DS-4, encontra-se operando fora do Brasil.

As duas unidades caracterizam-se por navios-sonda de última geração, dotadas de um sistema de posicionamento dinâmico (não ancorada).

#### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

É comum a incrustação de organismos em cascos de embarcações e unidades de perfuração e produção. Como a movimentação dessas unidades é grande, inclusive em águas internacionais, muitas vezes os organismos incrustados não são comuns à costa brasileira. Depois de posicionada a unidade, os organismos incrustados podem encontrar condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. Esses organismos, em casos extremos, podem levar ao desaparecimento de espécies nativas por competição e predação, afetando a biodiversidade local.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Observar todas as recomendações da Organização Marítima Internacional (IMO) quanto ao gerenciamento de incrustações em embarcações e da Marinha do Brasil, bem como avaliar alternativas adicionais para o gerenciamento de risco deste impacto.

Vale mencionar que não existem regulamentações internacionais com caráter obrigatório a respeito do controle da bioinvasão por bioincrustação. No entanto, esforços vêm sendo realizados pela Associação Marítima Internacional (*International Maritime Association – IMO*) para estabelecer procedimentos de controle em relação à bioincrustação.

Neste sentido, em 2012 foi publicado o documento normativo de caráter recomendatório intitulado “Diretrizes para o Controle e Gestão de Bioincrustação de Navios para Minimizar a Introdução de Espécies Exóticas Invasoras” (*Guidelines for the Control and Management of ships’ Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species*).

Observa-se que apesar dos esforços já realizados, ainda existe a necessidade de desenvolvimento científico e tecnológico, para embasar possíveis marcos regulatórios que contemplem todos os setores envolvidos, pois ainda não existem soluções seguras, sob os pontos de vista ambiental, técnico e de segurança do trabalho, passíveis de implementação em curto prazo.

A medida é preventiva e de eficácia baixa.

## 5. Descrição do impacto ambiental

As espécies exóticas ou alóctones são organismos que foram introduzidos em ambientes fora de sua área de distribuição original, de forma acidental ou proposital. As espécies exóticas invasoras contribuíram, desde o ano 1600, com 39% das extinções de animais cujas causas são conhecidas (MMA, 2009).

Entretanto, para uma espécie exótica se estabelecer, todo o ciclo de vida do organismo deverá ser fechado, a partir das seguintes etapas: 1) incrustação do organismo na plataforma ou outra instalação na região de origem; 2) sobrevivência do organismo às condições ambientais durante a viagem; 3) sobrevivência do organismo às condições ambientais da região importadora; 4) capacidade de reprodução deste organismo no novo ambiente; 5) número mínimo de indivíduos que possibilite estabelecimento e manutenção de uma nova população; e por último 6) a capacidade para sobreviver às interações bióticas com as populações nativas do novo ambiente (DE PAULA, 2002).

O papel dos cascos de navios e das plataformas de exploração de hidrocarbonetos como vetores de introdução de espécies exóticas tem sido lembrado com frequência na literatura científica, e em especial no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2004). De acordo com DE PAULA (2002) e DE PAULA & CREED (2004), os corais escleractínios *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*, espécies exóticas ao litoral brasileiro, já conseguiram se estabelecer nos ecossistemas costeiros brasileiros, como resultado de introduções antrópicas, já tendo sido encontrados incrustando plataformas e navios na Bacia de Campos e de Santos. Podem ser citados também, os moluscos bivalves *Corbicula fluminea*, *C. largillierti*, *Limnoperna fortunei* e *Isognomon bicolor*, o cirripédio *Megabalanus coccopoma* e o siri *Charybdis hellerii* (DE PAULA, 2002).

O coral escleractíneo *Tubastrea coccinea* foi reportado também por FENNER & BANKS (2004) como espécie introduzida em plataformas de petróleo no Golfo do México.

A primeira ocorrência de *Tubastraea* no Brasil foi testemunhada em 1982, em pernas de plataformas de petróleo na Bacia de Campos (DE PAULA e CREED 2002). Atualmente estas espécies ocupam extensas áreas intermareais na Baía da Ilha Grande, e parecem ser competitivamente superiores ao zoantídeo local *Palythoa caribaeorum*. Além disso, diversas outras ocorrências deste coral já foram relatadas, entre elas em plataformas docadas na Baía da Guanabara, em costões rochosos de Arraial do Cabo (FERREIRA *et al.* 2004), na Lage de Santos e em Ubatuba (DE PAULA e CREED 2002). As plataformas consistem, pois, em recifes artificiais que ao serem transportados podem ser vetores de expansão na distribuição de diversos tipos de organismos, dentre eles, briozoários, ascídias, algas coralíneas, algas verdes, esponjas, hidrozoários, corais e, às vezes, peixes. As incrustações podem atingir espessura de 30 cm (FERREIRA *et al.* 2004).

Segundo o MMA (2006) no Brasil já ocorreu a introdução de espécies exóticas como o mexilhão-dourado proveniente da Ásia. Além destes, pode-se destacar o caranguejo *Carcinus maenas* e o poliqueto *Sabella spallanzani* (oriundos da Europa) e dinoflagelados tóxicos dos gêneros *Gymnodinium* e *Alexandrium* (oriundos do Japão), que causaram prejuízos à pesca e a aquicultura industrial (SILVA *et al.*, 2002). De acordo com a instituição citada, no Brasil há relato de estabelecimento do caranguejo-aranha *Pyromaia tuberculata*, tendo sido detectado no Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná.

Segundo MMA (2009), as espécies exóticas atualmente invasoras - *Coscinodiscus wailesii*, *Alexandrium tamarense* (integrantes do fitoplâncton), *Caulerpa scalpelliformis var. denticulata* (fitobentos), *Tubastraea coccinea*, *Tubastraea tagusensis*, *Isognomon bicolor*, *Myoforceps aristatus*, *Charybdis hellerii*, *Styela plicata* (integrantes do zoobentos) - teriam sido introduzidas basicamente por meio de bioincrustação. As regiões de origem foram o Atlântico Ocidental/Caribe e o Indo-Pacífico (duas espécies cada), o Pacífico Oriental e Ocidental (uma espécie cada), além de três espécies cuja origem biogeográfica é desconhecida.

No que se refere à água de lastro, esta provavelmente contém a comunidade planctônica do ambiente de onde foi retirada, o que possibilita, eventualmente, a liberação e o assentamento de larvas de organismos em locais bem distantes da sua origem (CARLTON & GELLER, 1993). Isto pode influenciar negativamente o ambiente marinho causando danos à estrutura da comunidade através de interações interespecíficas como a competição e a predação e também devido à introdução de organismos nocivos e patogênicos neste ambiente. Considera-se, contudo, que não haverá impacto, visto que o deslastreamento ocorrerá aos poucos, durante o percurso e de acordo com a legislação ambiental aplicável. Segundo a Norma de Autoridade Marítima para o Gerenciamento de Água de Lastro de Navios - **NORMAM 20/DPC**, de outubro de 2005 (última alteração – **Portaria nº 026/DPC**, de 27/01/2014), e a Convenção Internacional para o “Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios”, adotada no âmbito da Organização Marítima Internacional (IMO) em fevereiro de 2004, da qual o Brasil é signatário desde janeiro de 2005, a troca de água de lastro deverá ocorrer no mínimo a 200 milhas da costa e em águas com pelo menos 200 m de profundidade.

Vale mencionar que unidade de perfuração OCEAN RIG MYLOS é equipada com unidade de tratamento de água de lastro.

Ressalta-se, que a área em questão possui características oligotróficas, não favoráveis ao desenvolvimento de espécies oportunistas. Até o momento, os relatos de espécies introduzidas se deram na região costeira, onde as mesmas encontram melhores condições para seu desenvolvimento visto a maior oferta de nutrientes.

Adicionalmente, vale ressaltar que o Complexo Portuário da Baía de São Marcos possui uma intensa movimentação de embarcações, recebendo navios do mundo inteiro, e todas as regiões do país, o que significa que as unidades alocadas na atividade representam um incremento pequeno no risco de introdução de espécies exóticas na região. Dados oficiais da ANTAQ mostram que no ano de 2013 os três portos presentes na região (Porto de Itaqui e os terminais de uso privativo (TUP) Alumar e Ponta da Madeira) somaram 1.547 atracções. Considerando os *ferry boats*, esse total passa para 8.723 atracções anuais (dados relativos a 2013). Cabe destacar que este quantitativo não considera o tráfego de embarcações de pesca, turismo e demais embarcações que não são contempladas nos dados oficiais de atracções nos portos da região.

Pode-se considerar o fator ambiental, neste caso, como de alta sensibilidade devido às características inerentes ao mesmo que estão vinculadas à variação da diversidade biológica da região.

No que se refere à magnitude, esta pode ser considerada baixa. A introdução de espécies exóticas, neste caso, é pouco provável em função da localização da atividade em águas profundas e oligotróficas (o que consiste em um fator limitante para a proliferação de comunidades marinhas) da Bacia de Barreirinhas, e considerando que serão tomadas, pelo empreendedor, providências para evitar a introdução de espécies.

Caso venha a ocorrer a introdução de espécies, essa não se dará de imediato, fato pelo qual o impacto foi classificado como de incidência posterior. A abrangência espacial foi classificada como suprarregional visto que os efeitos da introdução de espécies exóticas ultrapassam um raio de 5 km, podendo apresentar caráter nacional. O impacto foi classificado como indutor, visto que pode induzir a ocorrência de impactos nas diversas comunidades biológicas presentes na região.

A importância foi classificada como média, em função da baixa magnitude e da alta sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapa de Instalação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 3 – Posicionamento da unidade de perfuração	Bioincrustação na estrutura da unidade de perfuração → IMP 2 - Introdução de espécies exóticas - Variação da biodiversidade.	Negativo, direto, incidência posterior, suprarregional, duração longa, permanente, irreversível, indutor, pontual - baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O monitoramento do impacto não está previsto, tendo em vista que as condições locais são extremamente desfavoráveis para a ocorrência deste evento, além da impossibilidade de avaliar o efeito da atividade no processo de invasão de espécies exóticas.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto. Informa-se que as legislações e planos e programas já descritos anteriormente, são aqui apenas citados.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;**
- **Lei nº 6.938/81, de 31/08/1981:** A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) definiu poluição, de forma abrangente, visando proteger não só o meio ambiente, mas também a sociedade, a saúde e a economia;
- **Lei nº 9.537/97, de 11/12/1997:** A Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário (LESTA) estabeleceu várias atribuições para a Autoridade Marítima. A LESTA prevê que a Autoridade Marítima deverá estabelecer os requisitos preventivos /normativos, a fim de evitar genericamente a poluição marítima e, portanto, a que possa ser causada pela Água de Lastro;

- **Decreto nº 4.339/02, de 22/08/2002:** Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade;
- **Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003:** Dispõe sobre o Programa Nacional de Diversidade Biológica – PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade e dá outras providências;
- **Resolução RDC nº 72/09, de 29/12/2009:** A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 72/09, o Regulamento Técnico que estabelece os requisitos mínimos para a promoção da saúde nos portos de controle sanitário instalados em território nacional e embarcações que por eles transitam;
- **NORMAM 20/DPC, de 14/06/2005:** Norma de Autoridade Marítima para o Gerenciamento de Água de Lastro de Navios. Alterada pela Portaria nº 026/DPC, de 27/01/2014.

Destacam-se os seguintes planos e programas:

- **O VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar**, com vigência entre 2012 e 2015, se concentra no uso sustentável dos recursos marinhos brasileiros. Através dele, é realizado o monitoramento oceanográfico e climatológico de uma área geográfica que compreende a Zona Costeira, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental Brasileira, incluindo seu leito e subsolo, com o intuito de ampliar os horizontes da atuação do governo para espaços marítimos além dos limites da jurisdição nacional;
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)** - O PNMA II é resultado do acordo do empréstimo do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) ao governo brasileiro. Tem como função o aperfeiçoamento do processo de gestão ambiental no país nos três níveis de governo, visando resultados efetivos na melhoria da qualidade ambiental e, conseqüentemente, uma maior qualidade de vida para a população brasileira. O objetivo geral do programa é estimular a adoção de práticas sustentáveis entre os diversos setores cujas atividades impactam o meio ambiente e contribuir para o fortalecimento da infraestrutura organizacional e de regulamentação do poder público para o exercício da gestão ambiental no país, melhorando efetivamente a qualidade ambiental e gerando benefícios socioeconômicos;
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO).**

➤ **IMP 3 – Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes**

### **1. Apresentação**

O deslocamento das unidades de perfuração, durante as etapas de posicionamento e desativação, a movimentação das embarcações de apoio, durante toda a atividade bem como, a própria atividade rotineira das sondas e a perfuração dos poços poderão gerar ruídos, vibrações e iluminação causando interferências no comportamento da fauna do entorno.

## 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

As unidades de perfuração, bem como os equipamentos necessários à atividade, terão que ser transportados até as locações na Bacia de Barreirinhas, a cerca de 76 km da costa, aumentando, temporariamente, a geração de ruídos no trajeto das embarcações, e na área de instalação da unidade de perfuração. Além disso, a própria atividade de perfuração do poço (atrito da broca de perfuração na rocha e operação de máquinas e equipamentos) e a ação dos propulsores que mantém as unidades de perfuração na posição, serão responsáveis pelo incremento de ruídos na área da atividade, durante a etapa de operação/perfuração.

Está prevista, para apoio a atividade, três embarcações de apoio, que circularão entre a base de apoio operacional, em São Luis - MA, e as locações na Bacia de Barreirinhas. A estimativa de viagens entre os poços previstos e a base operacional é de aproximadamente 03 (três) por semana. O trajeto é de, aproximadamente, 124 km.

Vale mencionar que, dados oficiais da ANTAQ mostram que no ano de 2013 os três portos presentes na região (porto de Itaqui e os terminais de uso privativo (TUP) Alumar e Ponta da Madeira) somaram 1.547 atracções (onde não estão incluídos dados de cabotagem, pesca e turismo). Considerando os *ferry boats* esse número vai para 8.723 atracções anuais (dados relativos a 2013), indicando que atualmente já existe um intenso movimento de embarcações na região.

Tanto as embarcações como a unidade de perfuração constituirão fontes de luzes durante o período noturno.

## 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O transporte da unidade de perfuração, durante a etapa de instalação e desativação da atividade, o trânsito das embarcações de apoio para o transporte de materiais, durante toda a atividade, e o funcionamento de máquinas e equipamentos para a perfuração dos poços, durante a etapa de perfuração, podem causar interferências com mamíferos e tartarugas marinhas, em função da geração de ruídos. Esses organismos podem se afastar, temporariamente, da fonte de ruídos.

## 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Para mitigação deste impacto os trabalhadores envolvidos na atividade receberão treinamento adequado para navegar em baixas velocidades e observar os organismos do entorno, dentro do escopo do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT. O PEAT visa à orientação e sensibilização dos profissionais envolvidos na atividade sobre os riscos e danos ambientais potenciais do empreendimento, e sobre a importância dos ecossistemas e fauna locais, dentre outros.

Essa é uma medida preventiva e de eficácia baixa, visto que a diminuição da velocidade das embarcações de apoio e o deslocamento em velocidades constantes contribuirão pouco para a redução do nível de ruído (já reduzido) a que os organismos estão expostos nas rotas de navegação. Por outro lado, a redução de velocidade não é aplicável à mitigação dos ruídos gerados pela unidade de perfuração, apesar desta deslocar-se em velocidades constantes, visto que os ruídos provenientes desta não são gerados por propulsão.

O Projeto de Monitoramento Ambiental – PMA prevê observações de alterações ambientais na fauna marinha decorrentes da atividade, por observadores a bordo da unidade de perfuração. Constitui uma medida de monitoramento, de baixa eficácia para o presente impacto.

Além disso, a BG Brasil irá implementar o Plano de Manejo de Fauna na Plataforma - PMFP, o qual estabelece procedimentos de manejo da fauna na unidade de perfuração e sua adjacência imediata, durante as atividades de perfuração marítima. É uma medida preventiva e corretiva de eficácia média.

## **5. Descrição do impacto ambiental**

O deslocamento das unidades de perfuração, durante as etapas de posicionamento e desativação, e a movimentação das embarcações de apoio durante toda a atividade, bem como a própria atividade rotineira da unidade e perfuração dos poços (a manutenção do posicionamento, o atrito da broca de perfuração na rocha e operação de máquinas e equipamentos) poderão gerar ruídos, vibrações ou iluminação causando interferências no comportamento da fauna do entorno.

Os sons presentes nos oceanos, na faixa de frequência que varia de 20 Hz à 300 Hz, é geralmente dominado por ruídos provenientes de navios (URICK, 1967). Existem registros que comprovam um incremento de aproximadamente 3dB por década no período entre 1950 e 1998, especialmente em função do aumento do número de embarcações com propulsão por hélices (McDONALD *et al.*, 2006). Sugeriu-se que uma parte significativa deste ruído é devido às atividades da indústria de óleo e gás, que representam cerca de 50% da arqueação bruta apesar de ser apenas 19% do número total de navios da frota comercial do mundo (McDONALD *et al.*, 2006).

Vale ressaltar que, a atividade em questão é localizada e de curta duração – aproximadamente 19 meses, e que estão previstas apenas três embarcações para apoio a atividade.

### **Mamíferos Marinhos**

Os efeitos conhecidos e potenciais de exploração sísmica e de atividades de produção e exploração de óleo e gás sobre baleias e outros mamíferos marinhos têm sido objeto de debate e estudos ao longo dos últimos 30 anos (RICHARDSON *et al.*, 1995), e a preocupação em torno dessa questão continua a crescer à medida que as operações da indústria de petróleo e gás em ambientes marinhos tendem a expandir. As atividades de exploração e produção vêm sendo realizadas em águas marítimas mais profundas, onde fontes de ruído podem propagar a distâncias maiores. Como resultado, um maior número de mysticetos pode ser exposto durante o forrageamento, reprodução e migração (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003).

Uma variedade de respostas comportamentais vem sendo observada em mysticetos, como resposta à presença de sons ou a estímulos (como embarcações marítimas) específicos. Estas respostas incluem mudanças nos padrões de movimentos e comportamento de mergulho; aproximação ou evasão; alterações nos padrões respiratórios; mudanças nos comportamentos aéreos; e modificações de comportamento acústico, incluindo taxa de chamada, estrutura e duração (RICHARDSON *et al.* 1995; MILLER *et al.*, 2000).

Na área de estudo há ocorrência confirmada de 24 espécies de cetáceos e outras 4 espécies com ocorrência provável. Dentre as espécies costeiras mais comuns na região norte destaca-se o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e dois cetáceos fluviais, o tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) e o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*). Dentre

os cetáceos considerados vulneráveis de acordo com o MMA (2014) estão o boto-cinza e o cachalote. Além destas, o boto-vermelho, a baleia-sei e a baleia-fin encontram-se em perigo segundo a mesma lista, sendo que muitas outras espécies são classificadas como “dados insuficientes” de acordo com a IUCN (2015). As condições ambientais da área de estudo também propiciam a ocorrência dos peixes-bois (IBAMA/CPB, 1993), mamífero aquático mais ameaçado de extinção do país, sendo categorizado pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios como “criticamente ameaçado” (ICMBio, 2011) e “vulnerável” internacionalmente (IUCN, 2015). No litoral do Maranhão encontra-se uma das maiores populações de *Trichechus manatus manatus* do Brasil (BOAVENTURA, 2005).

No caso de mamíferos marinhos, a possibilidade de que os ruídos de origem antropogênica venham a causar danos ou interferir significativamente em suas atividades normais é um assunto de interesse crescente (NATIONAL ACADEMIES, 2003). Existe uma preocupação com os ruídos produzidos em atividades de óleo e gás para esses animais, uma vez que eles dependem da acústica subaquática ambiental para se comunicar e alimentar, usando a ecolocalização, no caso dos cetáceos (CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006). Isto faz com que estes animais possam ser afetados por ruídos gerados no ambiente subaquático, desencadeando diversas reações, desde comportamentais, pontuais ou duradouras, a alterações fisiológicas, temporárias ou permanentes (CARRERA, 2004).

Neste sentido, especial atenção deve ser dada para os mysticetos, visto que são conhecidos por produzir vocalizações em contextos comunicativos, com alguns desses sons sendo detectáveis a centenas e talvez milhares de quilômetros (PAYNE & WEBB, 1971; SEARS, 2002). A largura de banda de frequência de som emitida pelos mysticetos é extensa podendo ir desde infrassônicos pulsados (<30 Hz) até gritos e cliques (> 5 kHz), tendendo à utilização de frequências dominantes abaixo de 200 Hz (WARTZOK & KETTEN, 1999). As intensas emissões de som de baixa frequência pelos mysticetos implicam em ouvir a mesma largura de banda de frequências, colocando-os em situação de potencial conflito com o ruído de baixas frequências gerados por atividades de exploração e produção. Da mesma forma que ocorre com os sons emitidos pelas baleias, os ruídos antropogênicos são transmitidos, eficientemente, através da água, podendo alcançar longas distâncias (REICHMUTH, 2007). Já os odontocetos utilizam sinais de alta frequência, que são mais funcionais em pequenas distâncias, como os cliques de ecolocalização, que em distâncias de até 100m são mais eficientes, pois em sons emitidos acima de 40 kHz a perda é de 1dB/100m (AU, 2000). Os cliques gerados para a ecolocalização são realizados com frequências relativamente altas, (30 Hz a 150 kHz) de banda larga (RICHARDSON *et. al*, 2005). Desta forma, os sons emitidos em altas frequências podem causar maiores interferências neste grupo, no entanto, conforme mencionado anteriormente, apresentam maiores perdas conforme se distanciam da fonte geradora.

O ruído criado sob a superfície do mar por atividades antrópicas, principalmente o originado na operação de embarcações, pode ser detectado a muitos quilômetros da fonte emissora, muito além da detecção visual desta fonte (AU & PERRYMAN, 1982 *apud* CARRERA, 2004). Estes autores indicam que os cetáceos detectam e reagem a estímulos acústicos a grandes distâncias.

Ainda com relação aos ruídos gerados pelas embarcações, vale mencionar que motores de popa (*outboards*) produzem ruídos que podem gerar de 150 a 175 dB re 1µPa sob a água. Os navios de grande porte, durante trânsito, emitem sons geralmente na faixa dos 170 a 190 dB re 1µPa em frequências muito variáveis



(PROJETO BALEIA FRANCA, 2004). Independentemente da classe da embarcação, o ruído produzido aumenta sensivelmente com o aumento da velocidade desenvolvida, porém as embarcações envolvidas com a atividade estarão operando em baixas velocidades.

RICHARDSON e WÜRSIG (1997) *apud* CARRERA (2004) verificaram que os limiares de respostas específicas para cetáceos são frequentemente baixos para aproximação de barcos. Alguns estudos constataram que as respostas aos ruídos de embarcações podem ser diferentes dependendo da espécie. NOWACEK *et al* (2001) *apud* CARRERA (2004) verificaram que os golfinhos da espécie *Tursiops truncatus* tiveram intervalos mais longos entre as respirações, aumentaram a velocidade de natação, os grupos tornaram-se mais coesos e alteraram sua orientação significativamente em resposta a aproximação das embarcações. Pesquisas com outros odontocetos mostraram que uma das repostas predominantes é a evitação espacial (AU e PERRYMAN, 1982; POLACHECK e THORPE, 1990; KRUSE, 1991 *apud* CARRERA, 2004). Uma possível causa dessa evitação pode ser o ruído produzido pelos motores das embarcações. Em ambientes de águas turvas, os golfinhos dependem de sinais acústicos para manter o contato com seus associados (POPPER, 1980 *apud* CARRERA, 2004). O uso de sinais acústicos durante contextos sociais foi verificado para os golfinhos *Tursiops truncatus* e *Stenella frontalis* (HERZING, 1996; JANIK e SLATER, 1998 *apud* CARRERA, 2004). Possivelmente, os botos abandonaram a área devido à necessidade de manutenção do contato acústico com os outros membros do grupo nos diferentes contextos sociais.

Algumas alterações comportamentais de curto prazo observadas para cetáceos em relação aos ruídos de embarcações são: evitar a embarcação (WATKINS, 1986; JANIK e THOMPSON, 1996; MOORE e CLARKE, 2002 *apud* DO VALLE & MELO, 2006), alterar a velocidade de viagem (MOORE & CLARKE, 2002; WILLIAMS *et al.*, 2002 a e b; JAHODA *et al.*, 2003 *apud* DO VALLE & MELO, 2006), alterar a composição do grupo (BEJDER *et al.*, 1999 *apud* DO VALLE & MELO, 2006), alterar o padrão respiratório (MOORE e CLARKE, 2002 *apud* DO VALLE & MELO, 2006), diminuir os intervalos na superfície (JANIK e THOMPSON, 1996; JAHODA *et al.*, 2003 *apud* DO VALLE & MELO, 2006), aumentar a sincronização de mergulho (HASTIE *et al.*, 2003 *apud* DO VALLE & MELO, 2006), mudar a vocalização (LESAGE *et al.*, 1999 *apud* DO VALLE & MELO, 2006) e alterar as atividades aéreas (RICHARDSON e WÜRSIG, 1997 *apud* DO VALLE & MELO, 2006).

Alguns autores mostraram que distúrbios de longo prazo induzem cetáceos a deixar a área temporariamente (BEJDER *et al.* 1977 *apud* NISHIWAKI & SASAO, 1977; RICHARDSON & WÜRSIG, 1997; LUSSEAU, 2004 *apud* DO VALLE e MELO, 2006) e a diminuírem a frequência de atividades de socialização, importantes na reprodução e sobrevivência (LUSSEAU, 2004 *apud* DO VALLE e MELO, 2006). Perdas auditivas temporais ou permanentes também podem ocorrer (RICHARDSON e WÜRSIG, 1997 *apud* DO VALLE e MELO, 2006).

No entanto, muitos cetáceos permanecem em águas perturbadas porque dependem destes lugares para a manutenção de suas atividades, tanto que são muito menos responsivos quando estão socializando ou se alimentando do que quando descansando (WATKINS, 1986; RICHARDSON e WÜRSIG, 1997, LUSSEAU, 2004 *apud* DO VALLE e MELO, 2006).

No que se refere, especificamente, ao peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*), presente no litoral maranhense, principalmente entre o Golfão Maranhense e as Reentrâncias, ressalta-se que, são pouco reativos aos ruídos gerados por embarcações por possuírem o sistema auditivo pouco sensível às frequências mais baixas (SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, 2005). Os peixes-boi são, na maior parte do tempo, animais silenciosos, apresentando somente um código simples de cliques e gritos de alta frequência. As vocalizações ocorrem, em geral, somente em situações de medo, protesto e aproximação sexual, embora existam vocalizações mais elaboradas em situações específicas, como a comunicação entre fêmea e filhote (RICHARDSON *et al.*, 1995). Desta forma, o impacto de ruídos na comunicação destes animais pode ser considerado relativamente pequeno. Adicionalmente, por serem organismos costeiros (habitam águas rasas, raramente visitando áreas com profundidades superiores a 12 m) não estão sujeitos aos impactos gerados na atividade de perfuração, em si, visto que esta ocorrerá a cerca de 76 km da costa, em águas ultraprofundas (> 1.600 m). Cabe destacar que os impactos relativos aos ruídos nos peixes-boi apenas ocorrerão na área da Baía de São Marcos, durante o trânsito de embarcações de apoio, visto as características costeiras destas espécies. Contudo, estão previstas apenas três embarcações de apoio à atividade, com uma estimativa de três viagens semanais, o que representa um incremento pouco significativo ao tráfego marítimo já existente na região, conforme será visto mais adiante (vide **conclusões** do impacto).

Especificamente com relação à atividade de perfuração, os impactos secundários e cumulativos dessa atividade são considerados insignificantes quando comparados com operações como levantamento de dados sísmicos, uso de sonares, construções *offshore* e até mesmo do tráfego de navios (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003).

Também de acordo com NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2003), a pressão sonora criada por diferentes métodos de perfuração não é bem conhecida. Em geral, os navios-sondas constituem o tipo de sonda de perfuração mais ruidosa, isso porque o casco é um eficiente transmissor de ruídos internos do navio. Além disso, esses navios não ancoram, usando propulsores para permanecerem no local, o que gera ruído de hélice durante a maior parte da operação de perfuração. As unidades de perfuração semi-submersíveis possuem intensidade de ruídos intermediária, e as plataformas auto-eleváveis são as mais silenciosas (CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006).

Poucos estudos apresentam valores de intensidade de ruídos gerados por atividades de perfuração no ambiente subaquático, e não são encontrados valores específicos para a ação da broca sobre o substrato, sendo que a maioria dos estudos considera a atividade de perfuração como um todo. A maior parte desses trabalhos enfoca a problemática do impacto nos organismos componentes do nécton marinho (mamíferos marinhos e peixes) e ainda são incipientes.

Um dos principais trabalhos existentes foi o realizado por McCAULEY (1998), durante uma atividade de perfuração na ilha Melville, mar do Timor, com lâmina d'água de 110 m de profundidade. Os valores de intensidade de ruído encontrados para a coluna de perfuração possuíam frequências que variaram de 31 a 62 Hz (1/3 oitava). A coluna de perfuração foi considerada como sendo uma fonte em formato de linha vertical com 3,8 km de comprimento. Para caracterizar os níveis de ruído é importante considerar que duas fontes estavam ativas no momento da análise, a unidade por si só e a coluna de perfuração. Enquanto a perfuração ocorria, e em distâncias inferiores a 400 m da cabeça do poço, os ruídos dos componentes submarinos, próximo ao substrato marinho dominavam, com esses valores sendo comparáveis aos quando a sonda não

estava perfurando. Além dos 400 m, no entanto, tons significativos da coluna de perfuração se tornam aparentes e resultam no aumento do nível de ruído recebido. Os valores de ruídos mais altos encontrados na atividade de perfuração estavam na ordem de 115-117 dB re 1 $\mu$ Pa, sendo respectivamente a 405 e a 125m de distância da cabeça do poço (no interior do substrato). Em condições ideais de audição, o ruído foi escutado a 11 km de distância da fonte. Vale lembrar, que a atividade na Bacia de Barreirinhas se dará em profundidades superiores a 1.600 m, situação bastante distinta da relatada no estudo de McCAULEY (1998).

Outro estudo, realizado no Canadá por HURLEY & ELLIS em 2004, também apresenta valores para ruídos de perfuração no ambiente submarino. Os valores encontrados de nível de ruído foram de 154 dB re 1 $\mu$ Pa, e esses não excederam os valores encontrados normalmente no ambiente além de cerca de 1 km da fonte. Os níveis recebidos a 100 m de distância da fonte chegaram a aproximadamente 114 dB re 1 $\mu$ Pa. É importante observar, entretanto, que esse estudo foi realizado em mar congelado, portanto em condições muito diferentes daquelas esperadas para a atividade em questão.

ROUSSEL (2002), em seu trabalho, apresenta resultados de estudos sonoros produzidos por diversas origens e possíveis causas de distúrbios em mamíferos marinhos. Para ruídos produzidos por unidades de perfuração podemos citar os estudos de reprodução de sons e os efeitos nas baleias-da-Groelândia (*Balaena mysticetus*). Os resultados mostram que a maioria dos indivíduos evita sondas de perfuração com amplas faixas de ruído (20-1000Hz) e valores recebidos de 115dB. Em caso de perfuração típica tais níveis podem ocorrer de 3 a 11 km (RICHARDSON *et al*, 1990 *apud* ROUSSEL, 2002). Estudos recentes, também com a baleia-da-Groelândia, mostraram alta correlação da distribuição espacial com a distância da unidade de perfuração, indicando que a presença de uma plataforma resulta na perda temporária de habitat disponível (SCHICK & DURBAN, 2000 *apud* ROUSSEL, 2002).

Estudo de monitoramento com avistagens e uso de hidrofones para captação de sons emitidos por cetáceos, realizado por BUCHANAN *et al* (2003) na Escócia, mostraram que os ruídos provenientes da perfuração haviam sido atenuados para cerca de 155 dB a 2 km da fonte, levemente abaixo do limiar de detecção para resposta comportamental da maioria dos mysticetos, considerado como 160 dB. Para zonas um pouco mais afastadas, o nível identificado foi de 100-140 dB, atingindo rapidamente os 105-110 dB conforme a distância aumenta. A zona de influência, por isso, parece ser inferior a 2 km, e os ruídos atenuados mais rapidamente que os modelos preditivos utilizados. A aplicação de modelos e análises mais precisos indicou que a área de impacto comportamental para mamíferos não ultrapassou os 500 m de distância da área de perfuração. No entanto, os ruídos foram identificados até 20-30 km, mas em níveis inferiores aos detectáveis por estes animais. O mesmo estudo observou que monitoramentos realizados de plataformas fixas e helicópteros, mostraram grupos de cetáceos e pinípedes próximos às plataformas desempenhando comportamentos sociais de concentração e caça. O monitoramento foi realizado diariamente e se estendeu de 2001 a 2002.

BACH *et al*. (2010), através de monitoramentos realizados com PAMs (Monitoramento acústico passivo) em duas unidades de perfuração exploratória no Mar do Norte, indicaram que a atividade de pequenos cetáceos é relativamente alta próxima a estas ao longo de todo o ano, possivelmente, por atuarem como estruturas recifais artificiais e servirem como zona de alimentação e referência para os indivíduos. O estudo indicou, ainda, que as atividades de perfuração não representam uma ameaça significativa para pequenos cetáceos. No entanto, os resultados mostraram efeitos comportamentais a curto-prazo, que podem ser esperados durante a atividade de perfuração devido ao elevado nível de sons emitidos.

No intuito de avaliar o impacto gerado por ruídos no ambiente marinho em relação a grande cetáceos, RISCH *et al.*, (2012) realizaram um estudo com emissão de pulsos sonoros distantes 200 km da área do Santuário Marinho do Banco Stellwagen, localizado na Baía de Massachusetts, Estados Unidos. Os autores observaram uma redução na vocalização de baleias jubartes em função da emissão de pulsos sonoros, indicando que a alteração comportamental pode ocorrer a grandes distâncias da fonte.

Recentemente, ROSSI-SANTOS (2015) apresentou um estudo com dados acústicos emitidos por plataformas coletados através de hidrofones, ao longo do período reprodutivo de baleias-jubarte entre os anos de 2007 e 2009, confrontando com os sons emitidos por esta espécie. Através das análises das frequências dos sons produzidos, pode-se observar que as unidades de óleo e gás contribuem para a poluição sonora nos ambientes marinhos e foi detectado emissões em todas as frequências entre 0 e 48 KHz. Grande parte dos ruídos esteve concentrado na faixa entre 0 e 10 kHz, ou seja, na mesma frequência dos nichos utilizados pelas baleias-jubarte. Desta forma observou-se uma importante sobreposição de frequências entre os sons emitidos por esta espécie e provenientes das unidades. A sobreposição dos sons pode gerar um efeito responsável por mascarar a vocalização das baleias e conseqüentemente alterar o comportamento reprodutivo deste espécie. No mesmo estudo, em seis ocasiões, baleias-jubarte puderam ser observadas a menos de 60 metros das unidades. Em três dessas ocasiões, foi constatada a presença de machos vocalizando ao redor das plataformas e fêmeas com filhotes estiveram presentes em duas destas observações. No entanto, o autor sugere que apesar da presença de machos vocalizando ao redor das plataformas, os comportamentos observados podem estar ligados a interferências comportamentais e fisiológicas, ainda não conhecidas, com conseqüências para o período reprodutivo desta espécie.

MOORE & CLARKE (2002), apresentaram valores de reprodução de ruído (“*Playback*”) para atividades de óleo e gás, incluindo atividade de perfuração de poços. Eles associaram esses valores à probabilidade de fuga de baleias-cinzentas (*Eschrichtius robustus*) ao ruído gerado. A baleia-cinza é uma espécie de mysticeto encontrada no oceano pacífico, que realiza migração pela costa oeste dos Estados Unidos. Vale ressaltar, entretanto, que o uso de sons reproduzidos (“*Playbacks*”) possui limitações do projetor de som e raramente simulam completamente o ruído, principalmente em baixas frequências (<100Hz). Os resultados encontrados nesse trabalho, para plataformas de perfuração, são apresentados na tabela a seguir e demonstram que o aumento do nível de ruído está relacionado com maior resposta de evitação.

**TABELA II.8.2.1.3 – Resposta da baleia-cinza aos sons que imitam (“*Playback*”) os produzidos por sondas de perfuração. Dados provenientes de MALME *et al.* (1984) *apud* MOORE & CLARKE (2002).**

Fonte	Nível de ruído (dB re 1µPa)	Resposta (probabilidade de evitação)
Plataformas de perfuração	114	0,10
	117	0,50
	>128	0,90

GALES (1982) *apud* MOORE & CLARKE (2002) mediu o nível de pressão de diversos tipos de plataformas de perfuração. Suas estimativas da distância em que as baleias provavelmente ouvem o ruído da perfuração, implicam que apenas a exposição em longo prazo em distâncias extremamente próximas poderia danificar potencialmente a audição de uma baleia.

Normalmente os mamíferos marinhos tendem a evitar áreas com ruídos, especialmente, quando ocorrerem mudanças repentinas de frequência. Dependendo das circunstâncias, a resposta ao ruído é altamente variável entre espécies e até dentro da mesma espécie (JACQUES WHITFORD, 2006 *apud* CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006). A extensão espacial de qualquer comportamento de evitação esperado para espécies comuns na área, como a jubarte e a minke, são de 0,5 a 1km (JACQUES WHITFORD, 2006 *apud* CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006).

A análise dos trabalhos permite concluir que o maior efeito encontrado para mamíferos marinhos é a evitação da área de onde é emitido o ruído, ou seja, principalmente da área adjacente a perfuração dos poços. Desta forma, é um impacto reversível, uma vez que sendo retirada a fonte de ruído é esperado que os animais retornem à área.

Vale lembrar, contudo, que a atividade em questão encontra-se em área oceânica de águas profundas (profundidades superiores a 1.600 m), e a uma distância mínima da costa de aproximadamente 76 km e, portanto, longe da área de maior ocorrência desses organismos, mais próximas à costa. Também não são observadas áreas de concentração de cetáceos próximas as locações dos poços, onde estão localizados os ruídos constantes.

### **Tartarugas Marinhas**

Da mesma forma que ocorre com os cetáceos, os ruídos no mar, gerados pelas embarcações e atividades de instalação, podem ocasionar o afastamento ou afugentamento das espécies de quelônios, que transitam na área próxima ao empreendimento. Dependendo da intensidade de ruídos, estas mudanças no comportamento podem refletir diretamente na reprodução destes animais. Ressalta-se que, apesar de pouco estudada, a região de estudo pode ser considerada de importância biológica para as tartarugas marinhas. As cinco espécies existentes no Brasil são encontradas na região, onde há áreas de concentração para alimentação, crescimento, deslocamento para diferentes áreas e alguns pontos de desovas esporádicas. Destaca-se como áreas de desova as ilhas de Curupu (MA) e de Algodual (PA) (MAUÉS *et al.*, 2011; BARRETO *et al.*, 2013b), além das faixas arenosas da RESEX de Cururupu, da APA Foz do rio Preguiças (que abrange os pequenos lençóis maranhenses) e da APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça (que inclui as ilhas pertencentes aos municípios de Icatu e Humberto de Campos) (MMA, 2007). Acredita-se ainda que desovas de tartarugas ocorram na área do PARNA dos Lençóis Maranhenses, que abrange a área dos grandes lençóis, apesar da informação não ter sido corroborada cientificamente (*Com. Oral* Instituto Tartarugas do Delta).

Avaliações sobre a capacidade auditiva e, conseqüentemente, sobre os impactos relacionados a este tema são escassos na literatura científica. O conhecimento sobre a biologia sensitiva destes animais é incompleta, no entanto, são melhores conhecidos para as espécies *Chelonia mydas* (tartaruga-verde) e *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda) (BARTOL & MUSICK, 2003).

Estudos indicam que as tartarugas marinhas são relativamente insensíveis a altas frequências e níveis sonoros abaixo de 1kHz (WEVER & VERNON, 1956; TURNER, 1978; WEVER, 1978; LENHARDT, 1982). Também é observado que as tartarugas possuem diferentes intensidades de audição quando dentro e fora d'água e que seria mais eficiente no meio aquático (LENHARDT & ARKINS, 1983).

Muito pouco se sabe sobre os mecanismos auditivos básicos ou o papel do som no ciclo de vida das tartarugas marinhas. O centro cerebral da tartaruga, que serve para o processamento de sinais acústicos, é relativamente pequeno, e não permite que funções complexas sejam executadas. Desta forma, os dados existentes indicam que a comunicação acústica não é comum em tartarugas (MAGYAR, 2008).

Quando considerados os impactos luminosos, muitos estudos relacionam a interferência da emissão de luzes com sítios reprodutivos, já que estes organismos utilizam a iluminação natural para orientação (SALMON & WYNEKEN, 1994). Contudo, considerando a desova de tartarugas, ressalta-se que é uma atividade voltada, principalmente, para a região litorânea e, portanto, pouco sujeita a sofrer influência das atividades das unidades de perfuração e embarcações na área da atividade, situada em distância superior a 76 km da costa. Adicionalmente, deve ser ressaltado que as frequências dominantes na perfuração estão abaixo da variação auditiva das tartarugas (100-700 Hz) (ENI AUSTRÁLIA, 2007). O comportamento previsto caso os níveis interfiram no comportamento é a evitação temporária, um impacto reversível, visto que se espera que os animais retornem à área após o término da atividade (CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006).

## Conclusões

Esses efeitos sobre a biota ocorrerão durante toda a atividade e serão reversíveis, visto que as condições naturais serão restabelecidas com o encerramento da ação geradora. A partir de um determinado momento, certas espécies que frequentam a área da atividade podem assumir a acústica local como ritmos normais do ambiente onde vivem.

No que se refere, especificamente, aos ruídos gerados pelas embarcações de apoio, vale destacar que, para a atividade em questão irão atuar três embarcações de apoio, que circularão entre a base de apoio operacional, na Baía de São Marcos em São Luis - MA, e as locações, representando um incremento pouco significativo ao tráfego marítimo já ocorrente na região. Dados oficiais da ANTAQ mostram, que em conjunto, o porto de Itaqui, os TUP Alumar e Ponta da Madeira e os *ferry boats* são responsáveis por 8.723 atracações anuais (dados relativos a 2013). A atividade em questão contribuirá para o aumento de 1,8% deste montante. Cabe destacar que este quantitativo não considera o tráfego de embarcações de pesca, turismo e demais embarcações que não são contempladas nos dados oficiais de atracações nos portos da região.

Mesmo considerando que não haverá grandes alterações nos níveis de ruído, vibrações, luminosidade, e as poucas embarcações operantes na atividade, os impactos foram avaliados, conservadoramente, como de média magnitude, tendo em vista o pouco conhecimento da região e as dúvidas a respeito da interferência nestes sons em relação ao comportamento reprodutivo de determinadas espécies. Especificamente com relação aos cetáceos, as mudanças de comportamento observadas indicam um impacto em si, ao provocar o afastamento dos indivíduos, não se sabendo ao certo que consequências adicionais pode ter este efeito.

Além disso, devem ser considerados os efeitos sinérgicos de outras atividades similares que serão instaladas na Bacia de Barreirinhas. Sendo assim, apesar de reversíveis, os impactos foram considerados de forma conservadora, como cumulativos, tendo em vista a própria atividade da BG Brasil, com a utilização de duas sondas simultâneas, como as atividades de outras operadoras, como BP, Ouro Preto, Chariot e Petrobras, previstas para essa bacia e cujas datas de operação não são possíveis de prever nesta etapa dos processos de licenciamento. Vale mencionar que, Ouro Preto e Chariot não possuem compromisso de

perfuração, e que, portanto, dificilmente ocorrerá simultaneidade dessas operações com a da BG Brasil. Adicionalmente, espera-se que o processo da Petrobras no BM-BAR-5 esteja concluído em fase anterior à atividade da BG Brasil, considerando o estágio avançado do processo de licenciamento da Petrobras.

A forma de incidência é direta, o tempo de incidência é imediato, bem como a duração, que também é imediata. A abrangência espacial é suprarregional, uma vez que envolve comunidades ameaçadas e com consequente relevância para a conservação, como os mamíferos e tartarugas marinhas. Também são considerados contínuos em função do funcionamento de máquinas e equipamentos durante as atividades de perfuração e deslocamento das embarcações de apoio.

Em função da presença de espécies de mamíferos e tartarugas ameaçadas de extinção na região, a sensibilidade do fator ambiental é alta, apesar de não serem esperadas variações na estrutura das comunidades, tanto no que se refere à abundância de organismos, como no que diz respeito à diversidade de espécies. Podem ocorrer pequenas alterações de comportamento, como uma migração temporária no local.

De acordo com a metodologia adotada a importância do impacto é grande, em função da média magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapas de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração (instalação e desativação) ASP 2 – Transporte de materiais e insumos (toda a atividade) ↓ ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes	IMP 3 - Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, contínuo - média magnitude e grande importância.

**6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

O parâmetro ou indicador para esse impacto são as alterações comportamentais nesses organismos, que poderão ser avaliadas através do Projeto de Monitoramento Ambiental – PMA.

**7. Legislação e planos e programas aplicáveis**

Em se tratando de proteção ao ambiente marinho, ressalta-se, novamente, a **Agenda 21**, cujo capítulo 17 se dedica à proteção dos oceanos, de todos os tipos de mares e zonas costeiras, e proteção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos, onde se destacam os cetáceos, por se encontrarem protegidos por diplomas nacionais e internacionais de proteção.

As portarias e leis<sup>1</sup> que visam proteger as espécies de mamíferos marinhos que ocorrem em águas brasileiras são:

- **Portaria IBAMA nº 2.097/94, de 20/12/1994;**
- **Portaria SUDEPE nº 11/86, de 21/02/1986;**
- **Lei nº 7.643/87, de 18/12/1987;**
- **Portaria IBAMA nº 117/96, de 26/12/1996;**
- **Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003**
- **Portaria ICMBio nº 85/10, de 27/08/2010;**
- **Portaria ICMBio nº 86/10, de 27/08/2010;**
- **Portaria ICMBio nº 96/10, de 27/08/2010.**

Além dessas, destaca-se a seguinte Instrução Normativa: **Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio nº 02/11, de 21/11/2011.**

Quanto às tartarugas marinhas, destacam-se as seguintes:

- **Portaria do IBAMA nº 5 de 19/02/1997:** obriga o uso de dispositivo de escape para tartarugas, incorporado às redes de arrasto utilizadas pelas embarcações permissionadas para a pesca de camarões, no litoral brasileiro;
- **Decreto nº 3179, de 21/09/1999:** prevê sanções e penas para práticas ilegais como captura, matança, coleta de ovos, consumo e comércio de produtos e subprodutos de tartarugas marinhas;
- **Portaria do IBAMA, nº. 1.522/89, de 19/12/89;**
- **Portaria do IBAMA nº 10/95, de 30/01/1995;**
- **Portaria do IBAMA nº 11/95, de 30/01/1995;**
- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;**
- **Instrução Normativa do IBAMA nº 21/04, de 30/03/2004;**
- **Instrução Normativa MMA nº 31/04, de 13/12/2004;**
- **Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003;**
- **Decreto nº 6.514/08, de 22/07/2008;**
- **Instrução Normativa Conjunta ICMBio/TAMAR nº 01/11, de 27/05/2011.**

Além dessas, vale mencionar a **Convenção Interamericana para a Proteção e Conservação das Tartarugas Marinhas (CIT)**, que entrou em vigor em 2001.

Quanto aos planos e programas<sup>2</sup>, destacam-se os seguintes:

- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios.**

<sup>1</sup> Toda legislação aqui citada já foi descrita no IMP I

<sup>2</sup> Todos os planos e programas aqui citados já foram descritos no IMP I



## ➤ **IMP 4 – Interferência com a avifauna**

### **Aspecto Ambiental Associado: ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes ASP 8 – Disponibilidade de substrato artificial**

#### **1. Apresentação**

A unidade de perfuração posicionada em meio a uma área isolada, como a região de mar aberto, pode funcionar como estrutura atratora de aves marinhas, em função da luminosidade emitida durante períodos noturnos, ou mesmo por apresentar-se como uma referência física no oceano (vide IMP 14 – Atração de organismos). Adicionalmente, os ruídos gerados pelos helicópteros alocados à atividade também poderão causar interferências com a avifauna da região.

#### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Em função das atividades de perfuração ocorrerem ao longo do dia e da noite, as unidades de perfuração, assim como as embarcações de apoio, possuem constante emissão de luz. Esta emissão apresenta-se intensificada em função da localização das estruturas em áreas marinhas, ou seja, sem a presença de outras fontes luminosas. Cabe destacar, que além da luminosidade necessária para as operações normais ao longo da perfuração, também deve ser considerada a possibilidade de realização de testes de formação do reservatório, onde emissões mais intensas de luzes ocorrerão em função da operação dos queimadores.

Os ruídos oriundos dos helicópteros responsáveis pelo transporte de pessoal entre a base aérea e a unidade de perfuração também poderão causar estresse às aves presentes nas proximidades.

#### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

A presença física da unidade de perfuração e dos barcos de apoio (vide IMP 14 – Atração de organismos), assim como a geração de luminosidade provenientes dessas estruturas, funciona como fator atrator das aves marinhas, visto que estes organismos apresentam grande capacidade de orientação visual. Desta forma, a luminosidade emitida durante a atividade de perfuração pode trazer riscos para a avifauna, assim como alterações na atividade migratória das mesmas, conforme será visto adiante, na descrição do impacto.

Além disso, os ruídos gerados pela movimentação de helicópteros entre a base de apoio aéreo, localizada na cidade de São Luis/MA, e a locação poderão, também, causar interferências com a avifauna da região. Essas interferências, caso ocorram, deverão ser de pequena intensidade, visto que estão previstas apenas 10 (dez) viagens por semana entre a base aérea e a unidade de perfuração.

#### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Como medida mitigadora, pode-se considerar o Projeto de Monitoramento Ambiental – PMA a ser realizado por técnicos ambientais na plataforma, com o objetivo de avaliar qualquer alteração na biota marinha no entorno da unidade frente a sua presença. Caso sejam observadas alterações anômalas na fauna do entorno, as causas serão investigadas e, caso se conclua que essas alterações são decorrentes da atividade de perfuração, serão tomadas todas as medidas cabíveis para a solução do problema.

Além disso, destaca-se o Plano de Manejo de Fauna na Plataforma - PMFP, o qual prevê ações de atendimento e manejo emergencial de fauna nos seguintes casos: presença na sonda ou em sua adjacência imediata de organismos feridos, debilitados ou que necessitem de algum atendimento especializado; em casos em que a presença de animais na área da plataforma resulte em risco de segurança para a operação; aglomeração incomum de animais que resulte em risco de segurança para os mesmos ou para a operação; e presença errática de espécies cuja ocorrência não inclua a área da plataforma, e o isolamento da região não permita o retorno do animal ao seu habitat. Desta forma, são consideradas nesta medida aves marinhas oceânicas, costeiras, migratórias, assim como continentais.

Adicionalmente, o Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT visa à orientação e sensibilização dos profissionais envolvidos na atividade sobre os riscos e danos ambientais potenciais do empreendimento, e sobre a importância dos ecossistemas e fauna locais, dentre outros.

As medidas são consideradas preventivas e corretivas, e de eficácia média.

## 5. Descrição do impacto ambiental

A presença física de estruturas iluminadas no ambiente marinho pode influenciar, diretamente, as aves presentes em determinada região, em função da grande capacidade de orientação visual destas.

De acordo com a revisão sobre os impactos na avifauna relacionados a plataformas de produção realizado por RONCONI *et al.* (2015), existem diferentes formas de interferência dessas estruturas em relação a avifauna. São elas: colisão e incineração, exposição ao óleo (o qual será tratado nos impactos acidentais), exaustão e inanição, empoleiramento e repouso, deslocamento de habitat e efeitos indiretos.

Estudos têm demonstrado que plataformas de petróleo, assim como outras grandes estruturas que tenham algum tipo de iluminação (por exemplo, torres de aeroportos, faróis de navegação, etc.) apresentam um efeito atrator sobre as aves migratórias, incluindo as aves marinhas (TASKER *et al.*, 1986; BAIRD, 1990; BURKE *et al.*, 2005; WEIR, 1976 e BOURNE, 1979).

Colisões de aves migratórias com estruturas iluminadas, especialmente, durante noites nubladas ou com neblina, encontram-se bem documentados (HILL, 1990, ERICKSON *et al.*, 2001). Segundo HILL (1990), o efeito luminoso nas aves pode ocorrer de duas formas: permitindo maior tempo de alimentação durante o período noturno e sendo causa de mortalidade direta em função da desorientação.

Como exemplo, pode-se citar que o farol da Ilha de Bardsey vem sendo reportado como uma importante fonte de atração de aves marinhas migratórias (ELKINS, 1983). O mesmo estudo afirma que aves migratórias são comumente atraídas por estruturas de plataforma de petróleo, como torres de iluminação e queimadores. Apesar disso, MUIRHEAD & CRACKNELL (1984), afirmam que a iluminação promovida pelos queimadores somente possuem efeitos de maior intensidade em campos de produção.

Estudos realizados com petréis-das-tormentas e outros procellariformes indicam que estes podem ser atraídos por estruturas luminosas, visto que se alimentam especialmente de organismos bioluminescentes durante o período noturno (IMBER, 1975).

Diversos estudos demonstram mortalidades de aves ligadas a fontes luminosas, comparando-se distintas fases lunares. Observa-se que em períodos de lua cheia as mortalidades e agregações em torno destas fontes são consideravelmente menores quando comparadas às fases de lua nova (MEAD, 1983; VERHEIJEN, 1980, 1981; TELFER *et al.*, 1987).

As plataformas de petróleo funcionam como abrigo e fonte indireta de alimento, uma vez que suas estruturas submersas tendem a atrair organismos bentônicos, concentrando cardumes de peixes e crustáceos. Esse efeito de atração, mais comum em unidades de produção que permanecem por mais tempo nas locações, tem sido observado e descrito há décadas, e até então, não se acreditava causar danos às aves. Entretanto, nos últimos anos, alguns autores têm descrito possíveis efeitos negativos da associação entre aves marinhas e plataformas de petróleo (WIESE *et al.*, 2001; FRASER *et al.*, 2006).

Além disso, algumas espécies que apresentam hábitos noturnos tendem a voar na direção das plataformas, atraídas pelas fontes luminosas (luzes e chamas formadas na queima dos gases), e a morte ou lesões causadas pelas colisões ou pelo contato com as chamas foram descritos (WIESE *et al.*, 2001). Vale mencionar que, para a presente atividade será utilizada uma unidade móvel que permanecerá por tempo limitado em cada locação (cerca de 120 dias) e que por se tratar de uma unidade de perfuração não queimará flare, exceto se encontrar óleo no reservatório e proceder com um teste de formação.

BAILLIE *et al.* (2005) reportaram um total de 469 aves, sendo a maioria identificadas como petreus das tromentas, encontradas em plataformas de óleo e gás *offshore*, i.e., incluindo unidades de perfuração e produção e construções de *glory-holes*, localizadas sobre a plataforma continental, considerando o período entre 1998 e 2002. Em uma única plataforma semi-submersível que esteve na locação por um ano, foram observadas 314 aves na unidade. Destas, nove estavam mortas. O mesmo estudo indicou que em três anos de operação (2003 – 2006), considerando três unidades de produção na região do Grand Banks no Canadá, foram encontradas de 8-27 aves mortas por ano e 20-267 aves vivas em cada uma das unidades.

De acordo com os resultados, as estruturas para construção dos *glory-holes* atraiu mais aves quando comparadas as unidades de perfuração, no entanto, apresentaram abundâncias inferiores as observadas nas unidades de produção com atividades de longa duração.

O trabalho citado observou que uma parcela reduzida de aves encontradas nas unidades veio ao óbito, no entanto, não é possível precisar o número de aves mortas, visto que estas podem desaparecer e não entrar nas contagens.

Em apenas uma plataforma de produção presente na Nova Escócia foram observadas 44 mortes de *Steophaga striata* por colisões e queimaduras em um único outono (CCWHC, 2009).

Estimativa realizada para aproximadamente 4000 plataformas de produção que operam no golfo do México, indicam que possam ocorrer cerca de 200.000 mortes de aves por ano na região (RUSSEL, 2005). Quando consideradas as estimativas realizadas para operações no Mar do Norte, são estimadas 6.000.000 de mortes anuais.

A presença das plataformas em áreas onde ocorrem rotas de migração de aves pode interromper o ciclo migratório, visto que qualquer interrupção nesses movimentos pode consumir as reservas deste grupo, em muitos casos restritas (RONCONI *et al.* 2015).

Esta possível escala no movimento migratório, embora possa servir como descanso para muitas espécies de aves, em geral representa um gasto extra de energia, o qual poderia estar sendo utilizado apenas no processo de migração e pode levar a um acúmulo de ácido láctico e conseqüente descoordenação do sistema nervoso (RUSSEL, 2005).

Autores como BURKE *et al.* (2012) e AMEC (2011) observaram que algumas espécies de aves tendem a se concentrar em áreas com presença de plataformas de perfuração. Este efeito pode estar transferindo o hábitat natural destas espécies para áreas com estruturas artificiais, como as plataformas de petróleo.

Conforme mencionado anteriormente, as unidades de produção tendem a apresentar impactos mais severos nas rotas migratórias, visto que apresentam períodos longos de operação, e com isso, se sobrepõem a subsequentes períodos migratórios anuais de aves, podendo gerar alterações em níveis populacionais de aves. Também deve-se citar a presença do *flare* por longos períodos nestas unidades, intensificando os efeitos sobre a avifauna. No entanto, não se pode descartar os impactos como colisões e interferências nas rotas migratórias considerando as unidades de perfuração.

Adicionalmente, os ruídos gerados pela movimentação dos helicópteros vinculados a atividade, que farão de um a dois voos diários, durante seis dias na semana, poderão causar estresse as aves da região. Ressalta-se, contudo, que em função do número de voos previstos essa interferência pode ser considerada de pequena magnitude.

Vale mencionar que, a área de estudo é de grande importância para o descanso, alimentação e reprodução de aves marinhas e costeiras. A região é caracterizada por abrigar inúmeras espécies de aves migratórias (27 das 69 levantadas para a área), dentre as quais, aproximadamente, 96% migram do norte, aumentando a relevância ecológica da área. A maior parte destas é observada durante a primavera e verão. No entanto, uma reduzida parcela de aves migrantes do norte também pode ocorrer no período de outono e inverno. Nenhuma espécie de ave que ocorre na costa do Pará e do Maranhão é considerada ameaçada de extinção a nível mundial (IUCN, 2015), e seis espécies migrantes do norte são consideradas ameaçadas a nível nacional (MMA, 2014), sendo a Bатуíra-bicuda e o Trinta-réis-róseo considerados “Vulneráveis” (Risco alto de extinção na natureza), o Trinta-réis-real e o Maçarico-rasteiro enquadrados na categoria “Em perigo” (Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo) e o Maçarico-de-costas-branca e o Maçarico-de-papo-vermelho considerados como “ criticamente ameaçados” (Risco extremamente alto de extinção na natureza).

Concluindo, em função da presença das embarcações de apoio, das unidades de perfuração, bem como dos helicópteros, podem ocorrer interferências com aves marinhas e continentais na área de atividade. Especial atenção deve ser observada para espécies migratórias, visto que, segundo identificado no diagnóstico ambiental elaborado para a presente atividade, cerca de 40% das aves presentes na área de atividade são caracterizadas por espécies migratórias. Em função do exposto acima, se pode considerar o período de primavera e verão o mais sensível em relação à presença das unidades de perfuração na região, enquanto o período de outono e inverno apresenta sensibilidade reduzida.

Considerando a presença na região de espécies de aves ameaçadas de extinção e migratórias, o fator ambiental foi classificado como de alta sensibilidade. Vale mencionar, contudo, que não são esperadas variações na estrutura das comunidades, tanto no que se refere à abundância de organismos, como no que diz respeito à diversidade de espécies.

O impacto foi considerado negativo, direto, imediato (tempo de incidência), suprarregional, uma vez que envolve espécies migratórias e ameaçadas e com conseqüente relevância para a conservação, de duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, tendo em vista as atividades previstas para a região, pela própria BG Brasil, que prevê operação com duas sondas simultâneas, e pelas outras operadoras (BP, Chariot, Ouro Preto, Petrobras), embora nesse último caso não se tenha ainda ideia do cronograma das atividades. Vale mencionar que, Ouro Preto e Chariot não possuem compromisso de perfuração, e que, portanto, dificilmente ocorrerá simultaneidade dessas operações com a da BG Brasil. Adicionalmente, espera-se que o processo da Petrobras no BM-BAR-5 esteja concluído em fase anterior à atividade da BG Brasil, considerando o estágio avançado do processo de licenciamento da Petrobras.

Visto que a operação na Bacia de Barreirinhas ocorrerá por um período de 19 meses, e desta forma, irá se sobrepor a todos períodos migratórios das aves presentes na região, o impacto foi considerado de média magnitude.

Em função da alta sensibilidade, o impacto foi classificado como de grande importância.

Os atributos do impacto ambiental são resumidos nos quadros a seguir.

*Etapas de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luminosidade.</li> <li>▪ ASP 8 – Disponibilidade de substrato artificial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IMP 4 - Interferência com a avifauna</li> </ul>	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, contínuo – média magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Para o presente grupo biológico podem ser considerados como parâmetros, ou indicadores, a presença de indivíduos debilitados na unidade de perfuração ou embarcações de apoio, assim como observações de indivíduos com comportamentos ou aspectos físicos alterados no entorno da unidade. Estas alterações poderão ser identificadas através do Projeto de Monitoramento Ambiental – PMA e do Plano de Manejo de Fauna na Plataforma - PMFP.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

São listadas a seguir as leis relacionadas à conservação das aves marinhas:

- **Lei nº 5.197/67, de 03/01/1967 - Lei de Proteção à Fauna:** Define fauna silvestre como os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro. Também determina que a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, são propriedade da União e dá outras providências. Alterada pela Lei nº 7.584/87, de 06/01/1987; Lei nº 7.653/88, de 12/02/1988 e Lei nº 9.111/95, de 10/10/1995. Revogada Parcialmente pela Lei nº 7.679/88, de 23/11/1988 e Lei nº 9.985/00, de 18/07/2000;
- **Lei complementar nº 140/11, de 08/12/2011:** Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio

- ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora;
- **Decreto legislativo nº 33/92, de 16/06/1992:** Aprova o texto da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, concluída em RAMSAR, Irã, a 02 de fevereiro de 1971;
  - **Decreto nº 1.905/96, de 16/05/1996:** Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, concluída em RAMSAR, Irã, a 02 de fevereiro de 1971;
  - **Decreto s/n de 23 de Outubro de 2003:** Cria o Comitê Nacional das Zonas Úmidas e dá outras providências. Alterado pelo Decreto s/n de 05 de novembro de 2008;
  - **Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003;**
  - **Portaria MMA nº 46/09, de 30/01/2009 -** Designa as entidades que indicarão os/as representantes de ONGs ambientalista para compor o Comitê Nacional das Zonas Úmidas;
  - **Portaria ICMBIO nº 15/12, de 17/02/2012:** Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação de Albatrozes e Petréis – PLANACAP;
  - **Portaria ICMBIO nº 203/13, de 05/07/2013:** Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves Limícolas Migratórias, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, prazo e formas de implementação e supervisão.

**Devem ser consideradas as seguintes Instruções Normativas:**

- **Instrução Normativa Interministerial nº 07/14, de 30/10/2014:** Estabelece medidas mitigatórias para a diminuição da captura incidental de aves marinhas por embarcações pesqueiras que atuam na modalidade espinhel horizontal de superfície, ao sul de 20° S;
- **Instrução Normativa IBAMA nº 27/02, de 23/12/2002:** Normatiza as atividades de anilhamento e seus procedimentos executados no âmbito do Sistema Nacional de Anilhamento de Aves Silvestres SNA, sob a coordenação do Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres CEMAVE.
- Visando a conservação da fauna brasileira, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) elaborou os **Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção ou do Patrimônio Espeleológico (PAN)**. Seu objetivo principal é identificar e orientar as ações prioritárias para combater as ameaças que põem em risco populações de espécies e os ambientes naturais e assim protegê-los. Entre os PANs de aves destacam-se:
  - **Plano de ação de albatrozes e petréis:** Elaborado em 2006, para combater as ameaças que põem em risco populações de espécies e os ambientes naturais e assim protegê-los (NEVES et al, 2006);
  - **Plano de ação de aves de rapina:** Elaborado em 2006, com o objetivo geral assegurar a manutenção das populações e da distribuição geográfica das várias espécies de Falconiformes e Strigiformes (SOARES et al, 2008);
  - **Plano de ação de aves limícolas migratórias:** Elaborado em 2012, com o objetivo geral de ampliar e assegurar a proteção efetiva dos habitats críticos para as aves limícolas, minimizando os impactos antrópicos nos mesmos, principalmente aqueles decorrentes da implementação de atividades de infraestrutura e exploração de recursos naturais, além do turismo desordenado e avanço de empreendimentos imobiliários (Status: em elaboração).

Quanto aos planos e programas que podem ser considerados no presente impacto, destacam-se os seguintes:

- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

➤ **IMP 5 - Interferência com a ictiofauna**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luzes**

### **1. Apresentação**

O deslocamento das unidades de perfuração, durante as etapas de posicionamento e desativação, a movimentação das embarcações de apoio, durante toda a atividade bem como, a própria atividade rotineira das sondas, a atividade dos propulsores para a manutenção da posição das unidades de perfuração e a perfuração dos poços poderão gerar ruídos, vibrações e iluminação que podem influenciar de forma direta a ictiofauna da região de entorno.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

As unidades de perfuração, bem como os equipamentos necessários à atividade, terão que ser transportados até as locações na Bacia de Barreirinhas, a cerca de 76 km da costa, aumentando, temporariamente, a geração de ruídos no trajeto das embarcações, e na área de instalação das unidades de perfuração. Além disso, a própria atividade de perfuração do poço (manutenção da posição, atrito da broca de perfuração na rocha e operação de máquinas e equipamentos) será responsável pelo incremento de ruídos na área da atividade, durante a etapa de operação/perfuração.

Tanto as embarcações como a unidade de perfuração constituirão fontes de luzes durante o período noturno.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

A navegação das unidades de perfuração, durante a etapa de instalação e desativação da atividade, o trânsito das embarcações de apoio para o transporte de materiais, durante toda a atividade, e o funcionamento de máquinas e equipamentos para a manutenção de posição das sondas e para a perfuração dos poços, durante a etapa de perfuração, podem causar interferências com a ictiofauna em função da geração de ruídos. A constante emissão de luz que parte das embarcações e das unidades de perfuração também pode causar interferências nas comunidades de peixes atraindo os mais diversos organismos para a área.

Essas alterações são passíveis de gerar estresse aos peixes que eventualmente utilizem o local como zona de alimentação.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

O Projeto de Monitoramento Ambiental – PMA a ser realizado pelo técnico ambiental na unidade de perfuração tem o objetivo de observar e registrar a fauna marinha no entorno dessa unidade, em especial as espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, protegidas por lei e de interesse comercial, descrevendo seu

comportamento perante a presença da unidade de perfuração. Caso sejam observadas alterações anômalas na fauna do entorno, as causas serão investigadas e, caso se conclua que essas alterações são decorrentes da atividade de perfuração, serão tomadas as medidas cabíveis para a solução do problema.

Esta medida constitui um monitoramento e é considerada de baixa eficiência.

## **5. Descrição do impacto ambiental**

Os ruídos, vibrações e iluminação oriundos da circulação de embarcações e da própria atividade de perfuração, podem influenciar de forma direta a ictiofauna. Essas alterações são passíveis de gerar estresse aos peixes que utilizam o local como zona de alimentação e pode ainda modificar uma área reprodutiva. Vale ressaltar, no entanto, que as zonas costeiras são as mais utilizadas para reprodução e alimentação e que a atividade em questão está localizada a cerca de 76 km da costa.

As origens do som no ambiente natural são diversas e suas frequências de distribuição e intensidade dependem diretamente da fonte. Os efeitos geralmente são locais, porém podem se estender a centenas de quilômetros. Embora os estudos a respeito focalizem mamíferos marinhos, algumas frequências baixas de som (menores que 1 Hz) afetam certas espécies de peixes (POPPER, 2003). Espécies demersais, como o bacalhau, têm um apurado sistema de identificação sonora, com uma frequência de alta sensibilidade entre 20-300 Hz e outros entre 20Hz – 1.2 Khz. Em peixes com vesícula gasosa, a sensibilidade tende a aumentar com o tamanho (ICES, 2002).

Já foi comprovado o afugentamento de peixes em reação ao ruído causado pelas embarcações, quando estas excedem a barreira dos 30 dB. Fatores ambientais e fisiológicos desempenham importante papel na determinação dos níveis de ruído que irão causar o afugentamento dos peixes. Para muitas embarcações, a distância de afastamento dos peixes pode variar de 100 a 200 m, podendo chegar aos 400 m (ICES, 2002). As consequências serão o afugentamento, que embora temporário, ocorrem com frequência (APPEA Education Site, 2011).

Um estudo realizado por AMOSER & LADICH (2003) concluiu que algumas espécies de peixes são diretamente afetadas pela exposição a ruídos próximos a 158 dB, o que pode restringir sua percepção aos ruídos do habitat. Este tipo de restrição pode comprometer a sobrevivência de espécimes que sofram este efeito, prejudicando a captura de alimento, ou mesmo a percepção de potenciais riscos.

É importante mencionar que, com relação aos ruídos, apesar do esperado afugentamento de organismos, ao término da ação impactante, esses podem retornar ao ambiente. Além disso, a partir de um determinado momento, certas espécies de peixes que frequentam a área, assumem a acústica local como ritmos normais do ambiente onde vivem. Em contrapartida, outras espécies expostas por períodos curtos ou longos a sons de origem antrópica podem sofrer alterações comportamentais, bem como sofrer perdas temporárias ou permanentes de audição (POPPER, 2003; SCHOLIK, A. & YAN, H. 2002; AMOSER, S. & LADICH, F. 2003).

Vale ressaltar, que vários estudos relacionados a atividades de perfuração foram conduzidos sobre a mortalidade de peixes como resultado a exposição sonora, porém nenhuma mortalidade foi reportada em nenhum deles (JACQUES WHITFORD, 2006 *apud* CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006). Outros estudos têm mostrado que a morte de ovos e larvas só ocorre a poucos metros da fonte sonora, danos físicos em peixes adultos ocorrem somente a poucas dezenas



de metros e danos auditivos são possíveis somente dentro de poucas centenas de metros (JACQUES WHITFORD, 2006 *apud* CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006). Os resultados observados indicam que os efeitos sobre os cardumes são bastante variáveis e dependem da espécie, do estágio de vida, do comportamento corrente, da hora do dia, do que o peixe se alimentou e como o som se propaga em um substrato em particular (CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006).

A constante emissão de luz que parte das embarcações e da unidade de perfuração também pode causar interferências nas comunidades de peixes que apresentem fototactismo positivo, atraindo os mais diversos organismos para a área, e em último caso, em menor magnitude, causar alterações nos ritmos circadianos destas espécies (DA SILVA *et al*, 2015).

A atração de cardumes em função da presença física da plataforma é reconhecida no meio científico, em especial durante o período noturno. KEENAN *et al* (2007) estudando as consequências deste fenômeno, sugerem que unidades de perfuração propiciam um ambiente favorável para larvas, juvenis e adultos de peixes, pois fornecem luminosidade para a ação de predadores, bem como favorecendo a fototaxia, no caso de lulas, por exemplo.

Estudos hidroacústicos realizados por STANLEY & WILSON (1997), observaram que a densidade de peixes adultos apresentava-se maior em áreas próximas as unidades de perfuração e que a densidade destes diminuía a partir dos 30 metros. Os autores notaram ainda que não houve mudanças nestas densidades de peixes durante ciclos de 24 horas.

Os possíveis impactos sobre a ictiofauna estarão restritos às áreas de perfuração, e de circulação de embarcações, sendo os mesmos temporários. Mesmo considerando a possibilidade remota de perda de habitat, interferências reprodutivas e comportamentais, em função da grande capacidade de locomoção e deslocamento da ictiofauna, os impactos nos peixes podem ser considerados como de baixa magnitude.

O impacto foi considerado direto, imediato (tempo de incidência), regional (em função da circulação de embarcações), de duração imediata, reversível, cumulativo - tendo em vista as atividades previstas para a região, pela própria BG Brasil e por outros operadores, que podem ser simultâneas ou não, indutor – visto que pode levar a interferências com a pesca. Durante a etapa de instalação, operação e desativação da atividade os impactos serão contínuos, em função do funcionamento de máquinas e equipamentos durante as atividades de perfuração e deslocamento das embarcações de apoio.

O fator ambiental pode ser considerado de baixa sensibilidade, visto que são abundantes na região, e que não apresentam particularidades específicas. Adicionalmente, vale ressaltar que a atividade será realizada em áreas oceânicas, afastadas da costa, onde os recursos pesqueiros não são relevantes à economia.

De acordo com a metodologia adotada a importância do impacto é pequena, em função da baixa magnitude do impacto e da baixa sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapas de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 – Navegação da unidade de perfuração (instalação e desativação)</li> <li>▪ ASP 2 – Transporte de materiais e insumos (toda a atividade)</li> <li style="text-align: center;">↓</li> <li>▪ ASP 4 – Geração de ruídos, vibrações e luminosidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IMP 5 - Interferência com a Ictiofauna</li> </ul>	<p>Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, indutor, contínuo - baixa magnitude e pequena importância.</p>

**6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

Não foi verificada a necessidade de monitoramento deste impacto, classificado como de pequena magnitude e temporário. Os organismos atraídos pela presença da plataforma que serão identificados no escopo do Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA poderão, contudo, contribuir para um melhor conhecimento dos impactos da atividade sobre a fauna do entorno.

**7. Legislação e planos e programas aplicáveis**

O Brasil possui uma legislação específica de proteção aos recursos pesqueiros devido ao relevante impacto da pesca sobre o meio ambiente. Abaixo encontra-se a legislação de pesca para Bacia Amazônica (CEPNOR, 2014).

- **Portaria SUDEPE n° 681/67**, de 28/12/1967: Proíbe colocar artes de pesca fixas ou flutuantes nas zonas de confluência de rios, lagoas e corredeiras;
- **Instrução Normativa MMA n° 03/03, de 27/05/2003**: Lista Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção;
- **Instrução Normativa MMA n° 04/04**, de 11/03/2004 e **Instrução Normativa IBAMA n° 168/07**, de 04/09/2007: Limita a frota pesqueira que opera na captura de pargo (*Lutjanus purpureus*), na área compreendida entre o limite Norte do Amapá até a divisa dos Estados de Alagoas e Sergipe (Foz do Rio São Francisco);
- **Instrução Normativa MMA n° 05/04**, de 21/05/2004: Reconhece como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração, os invertebrados aquáticos e peixes, constantes dos Anexos a esta Instrução Normativa; Alterada pela **Portaria MMA n° 445/14**, de 17/12/2014 e pela **Portaria MMA n° 98/15**, de 28/04/2015;
- **Instrução Normativa MMA n° 09/04**, de 14/09/2004: Proíbe a pesca de arrasto com tração motorizada dos camarões rosa, branco e sete-barbas - Área entre a fronteira da Guiana Francesa com o Brasil e a divisa do Piauí e Ceará;
- **Instrução Normativa MMA n° 06/05**, de 15/12/2005: Estabelece o tamanho mínimo de captura do pargo - Área entre o limite Norte do Amapá até a foz do Rio São Francisco - Sessenta dias a partir do DOU de 13/04/2005;
- **Instrução Normativa MMA n° 08/05, de 08/04/2005**: Estabelece os tamanhos mínimos de captura das lagostas vermelha e cabo verde, define métodos e petrechos de pesca;

- **Portaria IBAMA n° 44-N, de 12/04/1994:** Orienta sobre a destinação adequada a ser dada aos aparelhos, petrechos, instrumentos, equipamentos e produtos de pescaria apreendidos pela fiscalização do IBAMA e Órgãos conveniados;
- **Portaria IBAMA n° 145-N, de 30/10/1998:** Estabelece normas para introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais;
- **Portaria IBAMA n° 34-N/03, de 24/06/2003:** Proíbe a captura, manutenção em cativeiro, transporte, beneficiamento, industrialização e comercialização da espécie *Ucides cordatus* (caranguejo-uçá), no estado do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, durante os dias de “andada”;
- **Decreto n° 4.703/03, de 21/05/2003.**

Além da legislação específica citada, o Brasil possui normas que estabelecem o período de defeso em determinadas zonas e épocas, bem como medidas de conservação e ordenação de diversas espécies de recursos pesqueiros. Tais medidas podem trazer consequências importantes para a indústria pesqueira. A seguir são apresentadas as espécies que apresentam uma época de defeso estabelecida para todo o território nacional.

Nome vulgar	Nome científico	Período de Defeso	Abrangência	Normas
Lagosta vermelha e Lagosta verde	<i>Palinurus argus</i> e <i>P. Laevicauda</i>	01/Dez a 31/Mai	Nacional	Instrução Normativa IBAMA n°206/08
Pargo	<i>Lutjanus purpureus</i>	15/Dez a 30/Abr	Nacional	Lei 8.617/93 e Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 08/12
Mero	<i>Epinephelus itajara</i>	De 23/Set/2007 a 23/Set/2012 Prorrogada em 18/Set/2012 até 2015	Nacional	Instrução Normativa Interministerial n° 13/12

Além disso, algumas ações têm sido realizadas no intuito de proteger espécies de peixes e invertebrados aquáticos. Dentre estas podem ser citadas a criação do **Plano Nacional para Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil** (SBEEL, 2005) e a **INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 05/04**, de 21 de maio de 2004 (BRASIL, 2004), alterada pela **IN N°52/05** de 08/11/2005, que discorre sobre as espécies de peixes e invertebrados ameaçadas de extinção (Anexo I da IN5) e sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração (Anexo II da IN5), que foi revogada pela Portaria MMA n° 445/14, de 17/12/2014, que, por sua vez, foi alterada pela Portaria MMA n° 98/15, de 28/04/2015.

Destacam-se, ainda, os seguintes planos e programas anteriormente descritos:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

## ➤ IMP 6 – Variação da Qualidade das Águas

### Aspecto Ambiental Associado: ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos

#### 1. Apresentação

O lançamento de rejeitos na água do mar – restos alimentares, efluentes sanitários e águas de drenagem, gerados nas embarcações e nas unidades de perfuração poderão causar variações na qualidade das águas.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

As unidades de perfuração e as embarcações alocadas na atividade possuem uma atividade rotineira, com uma equipe de profissionais permanente. Dessa forma, existe uma geração de rejeitos e efluentes, tais como efluente sanitário, resíduos alimentares, água oleosa, dentre outros, durante todo o desenvolvimento da atividade.

O efluente sanitário e o efluente oleoso serão encaminhados para tratamento e somente serão descartados no mar depois de atendidas às especificações mínimas estabelecidas pela legislação vigente (**Resoluções CONAMA nº 357/05, nº 430/11**, que complementou a **Resolução nº 357/05**). Os resíduos sólidos produzidos, também receberão manejo e destinação final adequados, incluindo os restos de alimentos, que, serão triturados antes de serem dispostos no mar.

O sistema de tratamento de esgoto sanitário a bordo da unidade de perfuração OCEAN RIG MYLOS consiste de duas unidades, ambas com princípio de tratamento biológico, sendo uma do modelo ST1A Super Trident do fabricante Hamworthy, com capacidade de tratamento de 1,74 m<sup>3</sup>/dia, e outra do modelo ISS-130N do fabricante IL Seung, com capacidade de tratamento é de 9,1 m<sup>3</sup>/dia. A unidade marítima tem um sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários no alojamento e na sala do motor de popa.

O navio-sonda ENSCO DS-4 é equipado com dois sistemas de tratamento de efluentes sanitários: um na proa e outro na popa do navio-sonda, sendo o primeiro com capacidade para 204 pessoas e o último para 5 pessoas. O equipamento da proa possui duas unidades de vácuo na entrada do sistema e duas bombas de transferência, além de indicadores e alarmes de nível. Na popa, o sistema conta com 1 bomba de transferência e recebe o efluente por gravidade. Dados de efluentes sanitários obtidos na DS-4, entre junho de 2011 e maio de 2012, indicam uma produção média de efluentes sanitários de aproximadamente 58 m<sup>3</sup>/dia e de 10,1 m<sup>3</sup>/pessoa.

Os restos alimentares gerados nas unidades de perfuração serão encaminhados para um triturador de alimentos, onde serão triturados e para depois serem lançados ao mar, atendendo as especificações MARPOL 73/78 (2,5 cm de diâmetro máximo). Dados obtidos na sonda DS-4 enquanto a mesma operava na Bacia de Campos, entre junho de 2011 e maio de 2012, indicam uma produção média de alimentos triturados de aproximadamente 55 kg/dia.

Quanto à água oleosa, o sistema de drenagem da DS-4 conta com drenos estrategicamente distribuídos por toda a unidade, tanques de armazenamento, tanque de drenagem, sistemas de separação de água oleosa, além de um monitor autônomo de teor de óleo na água. O separador de água-óleo da unidade é da marca Blom and

Voss Turbulo, modelo TMPB-10 e tem capacidade de processar 10 m<sup>3</sup>/h de água oleosa. Dados obtidos na sonda DS-4, entre junho de 2011 e maio de 2012, indicam uma produção média de água oleosa é de aproximadamente 34 m<sup>3</sup>/mês (entre 6,1 e 143,6 m<sup>3</sup>/mês).

Já o sistema de drenagem da OCEAN RIG MYLOS é constituído por uma rede de drenos, válvulas, tanques de coleta, bombas de transferência e separadores de água e óleo, além do sistema de contenção de coleta de óleo existentes em alguns equipamentos. Os efluentes oleosos (águas oleosas) coletados pelo sistema de drenagem são encaminhados para tratamento na unidade de separação (SAO), a qual utiliza a gravidade específica diferencial, placas de coalescência e sistema de filtração para separar e remover o óleo livre e emulsionado. A unidade marítima é dotada de duas unidades de separação de água e óleo (SAO), uma com capacidade de tratamento é de 5 m<sup>3</sup>/h e a outra com capacidade de tratamento é de 10 m<sup>3</sup>/h.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O descarte de rejeitos e efluentes, tais como efluente sanitário, resíduos alimentares e água oleosa poderá alterar temporariamente as propriedades físico-químicas das águas locais. O lançamento de efluente sanitário e restos alimentares, especificamente, poderá promover o incremento temporário de matéria orgânica nas águas oceânicas reconhecidamente oligotróficas.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos decorrentes do descarte de efluentes estarão sendo mitigados, principalmente, pelo Projeto de Controle da Poluição (PCP), através do controle e manejo das fontes de poluição. Adicionalmente, o Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT) contribuirá para a mitigação do impacto através da conscientização dos trabalhadores envolvidos na atividade. Essas medidas têm caráter preventivo e eficácia alta.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

A caracterização da qualidade da água na área dos blocos da BG Brasil, na Bacia de Barreirinhas, conforme dados coletados através da campanha de *baseline* e apresentados no diagnóstico ambiental, indicou uma baixa concentração de nutrientes, assim como de clorofila. Os resultados indicam que as águas oceânicas presentes na área dos blocos são consideradas oligotróficas.

O lançamento de rejeitos na água do mar – restos alimentares, efluente sanitário, gerados nas embarcações e unidade de perfuração poderão causar variações na qualidade das águas. Os efeitos dos descartes serão localizados a poucos metros do ponto de lançamento. A capacidade de dispersão das águas oceânicas rapidamente dilui o efluente lançado, minimizando qualquer efeito agudo gerado pelo lançamento do mesmo.

É importante mencionar que serão tomados procedimentos internos para minimização dos possíveis impactos, tais como sistema de tratamento de esgoto, separadores água-óleo e triturador de alimentos. Além disso, os rejeitos deverão estar de acordo com as regulamentações Brasileiras – como resoluções CONAMA e nota técnica do IBAMA, e internacionais (Marpol) – para lançamento na água do mar.

Baseado nas informações apresentadas, pode-se dizer que a alteração da qualidade da água nesta fase pode ser considerada de baixa magnitude, pois estará restrita à área de descarte. Além disso, todos os efluentes serão descartados após tratamento adequado.

O impacto foi classificado como direto, local, imediato, reversível e intermitente. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como indutor por poder induzir impactos nas comunidades biológicas, principalmente, no plâncton.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação também é baixa, pois constituem águas oceânicas profundas (> 1.600 m), com grande capacidade de dispersão. A atividade será desenvolvida a uma distância mínima de 76 km da costa, bastante afastada da região costeira onde estão situados ecossistemas de relevância ecológica, e onde se desenvolvem atividades turísticas e pesqueiras.

A importância do impacto também é pequena, em função da baixa magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapas de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos → Alteração dos níveis de poluentes	Alterações das propriedades físico-químicas e biológicas das águas → IMP 6 - Variação da qualidade das águas	Negativo, direto, incidência imediata, local, duração imediata, temporário, reversível, indutor, intermitente - baixa magnitude e pequena importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Os parâmetros e indicadores deste impacto serão os mesmos citados e discutidos no subitem II.10.7 (PCP), definidos pela NT N° 01/2011 e MARPOL 73/78, sendo utilizados para avaliação da implementação do Projeto de Controle da Poluição da atividade na Bacia de Barreirinhas.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Resolução CONAMA n° 274/00, de 29/11/2000:** Define padrões de balneabilidade;
- **Resolução CONAMA n° 357/05, de 17/03/2005:** Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pelas Resoluções n° 370/06, n° 397/08, n° 410/09, e n° 430/11. Complementada pela Resolução n° 393/09;
- **Resolução CONAMA n° 397/08, de 03/04/2008:** Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA n° 357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Alterada pela Resolução n° 410/09;
- **Resolução CONAMA n° 430/11, de 13/05/2011:** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA n° 357/05;

- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA No 01/11, de 22/03/2011:** Projeto de Controle da Poluição
- Estabelece um conjunto de procedimentos, tanto a bordo, nas unidades marítimas e embarcações inseridas nos processos de licenciamento offshore, quanto fora dessas unidades e embarcações, de modo a buscar a minimização da poluição advinda: da geração de resíduos a bordo, de sua disposição em terra, do descarte de rejeitos no mar e das emissões atmosféricas.

Destacam-se os seguintes planos e programas aplicáveis:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II);**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS):** Criado pela Comissão Oceanográfica Internacional, juntamente com a Organização Meteorológica Mundial e com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, tendo em vista os dispositivos da Convenção Nacional dos Direitos do Mar e da Agenda 21. O coordenador desse projeto é a Marinha do Brasil por intermédio da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), tendo membros representantes dos Ministérios da Educação, de Minas e Energia, da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, da Secretaria da CIRM (SECIRM) e da comunidade científica relacionada aos módulos do GOOS. O projeto tem como principal objetivo monitorar os problemas oceânicos na escala global, bem como contribuir para o desenvolvimento de um sistema nacional de observação dos oceanos visando à coleta, ao controle de qualidade e à distribuição de dados oceanográficos de forma operacional (MARINHA DO BRASIL, 2014).

#### ➤ **IMP 7 - Interferência com as Comunidades Planctônicas**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos**

##### **1. Apresentação**

O lançamento de rejeitos na água do mar – restos alimentares, efluente sanitário e água de drenagem, gerados nas embarcações e nas unidades de perfuração poderão causar variações na qualidade das águas, e conseqüentemente na comunidade planctônica local.

##### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

As unidades de perfuração e as embarcações de apoio /dedicadas possuem uma atividade rotineira, com uma equipe de profissionais permanente. Dessa forma, existe uma geração contínua de rejeitos e efluentes, tais como efluente sanitário, resíduos alimentares, água oleosa, dentre outros.

O efluente sanitário e o efluente oleoso serão encaminhados para tratamento e somente serão descartados no mar depois de atendidas às especificações mínimas estabelecidas pela legislação vigente (**Resoluções CONAMA nº 357/05, nº 430/11, que complementou a Resolução nº 357/05**). Os resíduos sólidos produzidos também receberão manejo e destinação final adequados, incluindo os restos de alimentos, que serão triturados antes de serem dispostos no mar.

Os sistemas de tratamento e descarte de efluentes apresenta-se descrito no impacto anterior.

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O descarte de rejeitos e efluentes, tais como efluente sanitário, resíduos alimentares e água oleosa poderá alterar, temporariamente, as propriedades físico-químicas das águas locais. O lançamento de efluente sanitário e restos alimentares, especificamente, poderá promover o incremento temporário de matéria orgânica nas águas oceânicas reconhecidamente oligotróficas. As alterações na qualidade das águas podem afetar diretamente a comunidade planctônica ali presente.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos decorrentes do descarte de efluentes estarão sendo mitigados, principalmente, pelo Projeto de Controle da Poluição (PCP), através do controle e manejo das fontes de poluição. Adicionalmente, o Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT) contribuirá para a mitigação do impacto através da conscientização dos trabalhadores envolvidos na atividade. Essas medidas têm caráter preventivo e eficácia elevada.

### 5. Descrição do impacto ambiental

Conforme mencionado anteriormente, os blocos da BG Brasil, na Bacia de Barreirinhas, estão localizados em águas oceânicas e caracterizadas como oligotróficas, segundo dados obtidos através de coletas realizadas para o *baseline* (BG BRASIL/AECOM, 2015).

Os resultados obtidos indicaram que para a comunidade fitoplanctônica, as diatomáceas foram as mais representativas dentro do microfitoplâncton, mantendo os mesmos padrões verificados em regiões oceânicas. Quanto às células do pico- e nanoplâncton, representadas pelo bacterioplâncton, houve um predomínio das células autotróficas em relação às heterotróficas, sendo dominante em todas as estações de coleta *Prochlorococcus* sp., resultado também esperado para águas oligotróficas (BG BRASIL/AECOM, 2015).

O macrozooplâncton foi caracterizado pelo predomínio de espécies holoplanctônicas, sendo Copepoda o grupo mais diverso e abundante, sendo indicador de águas oceânicas oligotróficas, beneficiados pela Corrente Norte do Brasil. As larvas do ictioplâncton estiveram bem representadas pelo grupo Myctophidae, cuja distribuição é influenciada pelas massas de águas tropicais. As larvas estiveram compostas principalmente por organismos pelágicos e demersais de plataforma, mas também por peixes mesopelágicos (BG BRASIL/AECOM, 2015).

Os possíveis impactos sobre as comunidades planctônicas, durante a etapa de instalação, serão decorrentes principalmente de alterações das propriedades físico-químicas das águas, em função do lançamento de rejeitos gerados pela atividade rotineira da unidade de perfuração – efluente sanitário, resíduos alimentares, efluentes líquidos não perigosos – presentes em todas as etapas da atividade.

O lançamento de efluentes sanitários e resíduos alimentares poderá promover o incremento temporário de matéria orgânica nas águas, disponibilizando nutrientes para o plâncton, com conseqüente aumento da produtividade primária local. Porém, essas alterações serão verificadas apenas nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é fator limitante para o crescimento do plâncton (LALLI & PARSONS, 1993). Também pode ser observado o aumento na turbidez da água em função do descarte de



efluentes, o qual dificulta a realização da fotossíntese por produtores. Ressalta-se, que o efluente sanitário é tratado antes do lançamento e os restos de alimentos são triturados, a fim de que os limites preconizados pela **Resolução CONAMA nº 357/05** sejam atendidos. A capacidade de dispersão das águas marinhas rapidamente dilui qualquer efeito gerado pelo lançamento desses efluentes, tornando os impactos resultantes temporários, de pequena magnitude, e restritos à área da unidade de perfuração e seu entorno.

Concluindo, os impactos ambientais resultantes do descarte de efluentes estarão restritos à área de intervenção, e deverão ser de baixa magnitude, devido à capacidade de dispersão das águas marinhas.

Além disso, os resultados obtidos através do *baseline* realizado para a atividade apontam uma baixa diversidade do plâncton de forma geral. O ictioplâncton apresentou índice médio de diversidade e o fitoplâncton variando de baixa a média. Já o zooplâncton apresentou baixa diversidade.

O impacto foi classificado como direto, local, imediato, reversível e intermitente. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como induzido visto que é decorrente de outro impacto (IMP 6 – Variações na qualidade das águas).

A sensibilidade do fator ambiental é baixa em função da improvável alteração na estrutura das comunidades planctônicas, principalmente, devido ao curto período de vida, à alta taxa reprodutiva dos organismos planctônicos, ao dinamismo das correntes que deslocam as comunidades planctônicas, além do fato das espécies ocorrentes não serem endêmicas da Bacia de Barreirinhas. A atividade será desenvolvida em águas ultraprofundas oligotróficas, bastante afastada da região costeira - onde ocorre a maior produtividade biológica. (distância mínima da costa de 76 km).

A importância do impacto também é pequena, em função da baixa magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapas de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 5 – Descarte de efluentes domésticos e oleosos → Alteração das propriedades físico-químicas das águas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IMP 6 - Variação da qualidade da água → IMP 7 - Interferência com as Comunidades Planctônicas</li> </ul>	Negativo, direto, incidência imediata, local, duração imediata, temporário, reversível, induzido, intermitente - baixa magnitude e pequena importância.

**6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

Os parâmetros e indicadores deste impacto serão os mesmos citados e discutidos no subitem II.10.7 (PCP), definidos pela **NT Nº 01/2011** e **MARPOL 73/78**, sendo utilizados para avaliação da implementação do Projeto de Controle da Poluição da atividade na Bacia de Barreirinhas.

**7. Legislação e planos e programas aplicáveis**

A seguir são apresentados legislação e planos e programas relacionados, de alguma forma, ao impacto. Informa-se, novamente, que toda legislação anteriormente descrita, encontra-se apenas aqui citada.

- Resolução CONAMA nº 357/05, de 17/03/2005;
- Resolução CONAMA nº 397/08, de 03/04/2008;
- Resolução CONAMA nº 430/11, de 13/05/2011;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 22/03/2011;
- Decreto nº 4.703/03, de 21/05/2003;
- Portaria MMA nº 98/15, de 28/04/2015;
- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);
- Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).

➤ **IMP 8 – Variação da Qualidade do Ar**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 6 – Emissões gasosas**

**1. Apresentação**

Os impactos ambientais na qualidade do ar ocorrerão durante toda a atividade e decorrerão principalmente das emissões de gases vinculadas ao funcionamento de motores, máquinas e turbinas a diesel das embarcações vinculadas à atividade e das unidades de perfuração, além da queima de óleo cru proveniente do queimador durante os testes de formação, caso ocorram.

**2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

O sistema composto por motores e geradores é o responsável pela geração e fornecimento de toda a energia elétrica necessária para o funcionamento adequado das unidades de perfuração.

A energia elétrica gerada pelo navio-sonda **OCEAN RIG MYLOS** é proveniente de seis geradores, composto de seis motores diesel de 7.000 kW de potência. No que se refere à **ENSCO DS-4**, a energia elétrica gerada é proveniente de seis geradores, composto de seis motores diesel de 8.000 kW de potência.

A estimativa de emissões apresentada considera que os sistemas de geração de energia operarão em carga máxima o tempo todo, ou seja, os seis motores de cada navio-sonda funcionarão 24 horas/dia durante o projeto. As estimativas apresentadas referem-se ao período de um mês (31 dias) de operação.

A utilização de combustível fóssil (diesel) gera emissões de:

- Material particulado: como PTS e PM10, devido a queima de combustível em motores. Tanto a operação do equipamento (regulagem) como a característica do combustível (teor de cinzas) impactam na geração deste parâmetro;
- Gases regulados: emissões de NO<sub>2</sub>, CO e SO<sub>2</sub>. As emissões de NO<sub>x</sub> e CO dependem da operação dos equipamentos (regulagem) principalmente, e as emissões de SO<sub>2</sub> estão relacionadas à características do combustível (teor de enxofre no combustível).
- Gases de efeito estufa: emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O proveniente da queima de combustível em motores a diesel

Para quantificar estas emissões foram considerados os fatores de emissões publicados no AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Chapter 2, Section 3.4*) da US-EPA para motores com potência superior a 600 hp, e no guia metodológico do IPCC (2006), *Volume 2: Energy, Chapter 2: Stationary Combustion*. Estes fatores estão apresentados nas tabelas abaixo:

**TABELA II.8.2.1.4 - Fatores de Emissão publicados no AP-42 para motores a diesel de grande porte**

Parâmetro	lb/hp-hr	g/hp-hr
NOx	0,024	10,89
SOx	1,21E-03	0,550
CO	5,50E-03	2,49
PTS	0,0007	0,318
CO <sub>2</sub>	1,16	526,17
CH <sub>4</sub>	7,50E-04	0,340

Ressalta-se que as emissões de SOx são definidas pelos teores de enxofre no combustível utilizado. Nesta quantificação de emissões foi tomado como base um combustível com 0,15% S.

**TABELA II.8.2.1.5 – Fatores de Emissão publicados no guia metodológico do IPCC (2006)**

Parâmetro	kg/TJ	
N <sub>2</sub> O	default	0,6
	inferior	0,2
	superior	2

Para a estimativa de emissões fez-se as seguintes considerações:

- Fator de emissão considerado: default
- Eficiência do motor: 35%. Assim, para a operação de um motor de 7.000 kW (9.387 HP) é necessária uma entrada de 26.820 HP de combustível e para um motor de 8.000 kW (10.728 HP), uma entrada de 30.652 HP de combustível;
- Estimando a energia necessária para cada HP em MJ/h, obtém o valor de 2,69 MJ/h
- Operação motor: 24 horas/dia, 31 dias/mês

A partir dos fatores de emissão apresentados e das premissas obteve-se um consumo energético de 321,41 TJ/mês para a OCEAN RIG MYLOS e 367,32 TJ/mês para a ENSCO DS-4. As estimativas mensais de emissões atmosféricas estão apresentadas nas tabelas a seguir.

**TABELA II.8.2.1.6 – Estimativa mensal de emissões geradas pela operação dos motores a diesel na unidade OCEAN RIG MYLOS**

Parâmetro	t/mês
NOx	456,18
SOx	23,07
CO	104,54
PTS	13,31
CO2	22.048,64
CH4	14,26
N2O	0,19
CO2Eq	22.407,79

**TABELA II.8.2.1.7 – Estimativa mensal de emissões geradas pela operação dos motores a diesel na unidade ENSCO DS-4**

Parâmetro	t/mês
NOx	521,35
SOx	26,36
CO	119,48
PTS	15,21
CO2	25.198,45
CH4	16,29
N2O	0,22
CO2Eq	25.608,91

Vale mencionar, que os motores de combustão interna presentes em ambas as unidades de perfuração passam por manutenção preventiva para trabalhar sempre regulados a eficiência máxima, minimizando-se as perdas de combustível e emissões atmosféricas descontroladas.

As emissões atmosféricas são função direta da queima do combustível para o funcionamento dos seus moto-geradores. O número de horas de funcionamento dos moto-geradores implicará diretamente na quantidade de poluentes atmosféricos emitidos. É importante ressaltar que não serão incinerados resíduos sólidos ou efluentes líquidos a céu aberto na unidade de perfuração, não sendo geradas, desta forma, emissões atmosféricas relacionadas a estes processos.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

As emissões gasosas geradas pelo funcionamento dos equipamentos geradores de energia listados acima poderão levar a uma variação temporária na qualidade do ar local.

**4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos na qualidade do ar estarão sendo mitigados através das adequadas operação e manutenção dos equipamentos geradores de energia, bem como pelo Projeto de Controle da Poluição - PCP, através do controle e manejo das fontes de poluição. Ressalta-se, que o PCP também prevê um inventário semestral das emissões atmosféricas, atendendo as diretrizes da NT 01/11, item III.1.4, como medida de monitoramento.

Essa medida tem caráter preventivo e eficácia média.

**5. Descrição do impacto ambiental**

Conforme apresentado anteriormente, os principais poluentes atmosféricos emitidos pelos equipamentos de geração de energia são NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, MP e THP.

Os impactos na qualidade do ar decorrentes da emissão de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, MP e THP pela atividade de perfuração deverão ser de baixa magnitude. Espera-se que os gases emitidos permaneçam nas proximidades do local de trabalho sendo dispersos pelos ventos locais. Serão diretos, imediatos, regionais (em função da circulação de embarcações), de duração imediata, reversíveis e não cumulativos. A geração do impacto pode ser considerada contínua em todas as fases da atividade, visto o funcionamento contínuo de máquinas e equipamentos nas embarcações de apoio durante as fases de instalação e desativação, além da unidade de perfuração durante a perfuração dos poços.

Vale ressaltar que, os poços a serem perfurados estão localizados em região *offshore*, onde se verifica a ausência de barreiras topográficas, o que favorece a dispersão e dificulta a concentração dos gases gerados durante a atividade planejada, ocasionando uma alta resiliência do fator ambiental. Nesse sentido, entende-se que a sensibilidade do fator ambiental (ar / qualidade do ar) é baixa. As operações se darão em alto mar e os gases gerados não atingirão as áreas urbanas.

De acordo com a metodologia adotada a importância do impacto é pequena, em função da pequena magnitude e da baixa sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos nos quadros seguintes.

*Etapas de Instalação, operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Navegação e da unidade de perfuração</li> <li>▪ Transporte de materiais e insumos</li> <li>▪ Perfuração da rocha ↓</li> <li>▪ Funcionamento de motores, máquinas, turbinas a diesel e queimadores. ↓</li> <li>▪ ASP 6 – Emissão de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IMP 8 - Variação da qualidade do ar</li> </ul>	<p>Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, não cumulativo, contínuo - baixa magnitude e pequena importância.</p>

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O parâmetro que se pretende utilizar para o monitoramento do impacto é o consumo de combustível, previsto no escopo do Projeto de Controle da Poluição – PCP.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Portaria ANP nº 249/00, de 01/11/2000:** Aprova o Regulamento Técnico de Queimas e Perdas de Petróleo e Gás Natural. Dispõe sobre as questões relacionadas com as queimas em flares e as perdas de gás natural, com os limites máximos de queimas e perdas autorizadas e não sujeitas ao pagamento de royalties e estabelece parâmetros para o controle das queimas e perdas de gás natural;
- **Resolução CONAMA nº 05/89, de 15/06/1989:** Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, e dá outras providências;
- **Resolução CONAMA nº 03/90, de 28/05/1990:** Dispõe sobre a qualidade do ar e define padrões;
- **Resolução CONAMA nº 08/90, de 06/12/1990:** Estabelece limites de emissão de poluentes (padrões de emissão) para processos de combustão externa em fontes novas fixas de poluição com potências nominais totais até 70 MW e superiores. Complementa a Resolução CONAMA nº 03/90;
- **Resolução CONAMA nº 382/06, de 26/12/2006:** Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas;
- **Resolução CONAMA nº 436/11, de 22/12/2011:** Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 2 de janeiro de 2007, complementando assim a Resolução CONAMA nº 05/89 e Resolução CONAMA nº 382/06, impondo às fontes antigas novos limites;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 22/03/2011.**

### ➤ IMP 9 – Contribuição para o efeito estufa

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 6 – Emissões gasosas**

### 1. Apresentação

As emissões para a atmosfera de gases de efeito estufa (GEE) vinculadas ao funcionamento de motores, máquinas e turbinas a diesel das embarcações vinculadas à atividade, assim como dos queimadores das unidades de perfuração, em caso de realização de um teste de poço de curta duração, bem como dos equipamentos utilizados para a perfuração do poço, podem contribuir para o fenômeno das mudanças climáticas.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Da mesma forma que descrito para o impacto anterior (IMP 8 – Variação da Qualidade do Ar), os geradores e motores, responsáveis pela geração e fornecimento de toda a energia elétrica necessária para o funcionamento adequado da unidade de perfuração, são responsáveis pela liberação de gases, os quais contribuem com o efeito estufa.

Vale mencionar, que os motores de combustão interna, presentes no navio-sonda, passam por manutenção preventiva para trabalhar sempre regulados a eficiência máxima, minimizando-se as perdas de combustível e emissões atmosféricas descontroladas.

As emissões atmosféricas das unidades de perfuração são função direta da queima do combustível para o funcionamento dos seus moto-geradores. O número de horas de funcionamento dos moto-geradores implicará diretamente na quantidade de poluentes atmosféricos emitidos. É importante ressaltar, que não serão incinerados resíduos sólidos ou efluentes líquidos a céu aberto na unidade de perfuração, não sendo geradas, desta forma, emissões atmosféricas relacionadas a estes processos.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

As emissões gasosas acarretadas pelo funcionamento dos equipamentos geradores de energia listados no IMP 8 – Variação da Qualidade do Ar, poderão contribuir para o fenômeno global de mudanças climáticas.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos no clima serão minimizados através da adequada operação e manutenção dos equipamentos geradores de energia, bem como pelo Projeto de Controle da Poluição - PCP, através do controle e manejo das fontes de poluição. Ressalta-se, que o PCP também prevê um inventário semestral das emissões atmosféricas, atendendo as diretrizes da NT 01/11, item III.1.4, como medida de monitoramento.

A medida é preventiva e de eficácia média.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

O efeito estufa é resultado do fenômeno de reabsorção, por certos gases naturalmente presentes na atmosfera (denominados gases de efeito estufa), de parte da radiação infravermelha emitida pelo sol que é refletida pela superfície do planeta. Assim, a radiação que seria refletida de volta para o espaço na ausência destes gases, fica retida na baixa atmosfera da Terra, causando seu aquecimento. O efeito estufa é um processo que ocorre naturalmente, porém com intensidade inferior e em escala de tempo muito maior do que se tem observado nas últimas décadas. Após a revolução industrial, a concentração destes gases na atmosfera aumentou em escala exponencial, sendo o homem (geração de energia pela queima de combustíveis fósseis) o grande responsável por este desequilíbrio. Assim, em termos de combate aos impactos das emissões de GEE (o aquecimento global), o ponto focal são as emissões antropogênicas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, 2007a*).

A intensidade da reabsorção por parte dos referidos gases é função do forçamento radiativo de cada um deles, que por sua vez é calculado através de um conjunto de equações complexas (que datam desde 1896, sendo o conhecido cientista Arrhenius seu primeiro grande expoente), que são função da sua concentração total na atmosfera (SCHAEFFER, comunicação pessoal<sup>3</sup>). Desta forma, o efeito estufa (i.e., o aquecimento previsto) é estimado com base na concentração total destes gases na atmosfera. Assim, por definição, o(s)

<sup>3</sup> Roberto Schaeffer é professor da UFRJ, e cientista-membro do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, da ONU) e foi um dos ganhadores do prêmio Nobel por conta dos trabalhos da comitiva brasileira no órgão, juntamente com outros nomes brasileiros famosos na área, como Emílio Lebre La Rovere e Luiz Pinguelli Rosa.

impacto(s) resultante(s) da emissão destes gases é (são) relevante(s) a nível global, sendo sua concentração local/regional com pouca ou nenhuma significância, uma vez que afeta(m) o sistema climático de maneira uniforme e homogênea. O seu desmembramento é difícil, sendo ainda inédito na literatura conhecida.

Além disso, vale ressaltar que, segundo SÁNCHEZ (2006), a avaliação de impacto ambiental pode ser analisada sob o viés técnico-científico ou como um processo de avaliação. Não só é preciso levar em conta todas as variáveis associadas a um sistema ambiental, incluindo os meios físicos, bióticos e socioeconômicos, bem como as inter-relações entre os mesmos. Ademais, é preciso identificar e listar os fatores ambientais afetados por cada um dos aspectos ambientais de cada fase do empreendimento, como planejamento e instalação, dentre outros. Tal associação prevê que a área de influência da atividade seja mensurável, o que não é o caso das emissões de GEE, posto que não é possível atribuir ações diretas do empreendimento sobre uma área, i.e, os impactos decorrentes da concentração dos GEE, e não das emissões, podem se fazer sentir em qualquer parte do planeta e não podem ser atribuídas a um determinado local (de impacto) e nem a um determinado empreendimento (de origem das emissões).

No que se refere à mudança do clima, a avaliação possível é, na verdade, oposta à lógica que rege a avaliação ambiental aplicada a poluentes regulados, que investiga o impacto direto da emissão de determinados gases para a população e meio físico do entorno.

Para a mudança do clima, as emissões de GEE que derivam de um empreendimento, ou atividade, como a exploração e produção de óleo e gás, não podem ser associadas a um impacto que acometa a uma determinada comunidade ou local. Primeiro, porque os impactos não são associados às emissões de um empreendimento e sim à concentração dos gases na atmosfera, conforme já observado. Segundo, porque a análise de impacto, no caso da mudança do clima, ocorre após uma análise de vulnerabilidade de um determinado local e de acordo com mudanças estimadas em um cenário de aquecimento global, que pode envolver elevação de temperatura, aumento do nível do mar e redução de chuvas, além de premissas sobre o cenário macroeconômico que prevalecerá em tal cenário. A determinação da vulnerabilidade, portanto, depende das características do local que está sendo avaliado e das possíveis mudanças que poderão ocorrer em função do aquecimento global. Da mesma forma, a avaliação de impacto depende do cenário de mudança climática que se projeta e de análises de probabilidade, não tendo, contudo, nenhuma relação direta com emissões provenientes de um determinado empreendimento.

Para contornar o fato de os impactos da emissão de GEE não poderem ser relacionadas a uma única atividade ou país, os países participantes das conferências das partes das Nações Unidas para o combate às mudanças climáticas absorveram o conceito de “responsabilidade comum, mas diferenciada” proposta pelo Brasil (na Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima - conhecida como Cúpula da Terra ou Rio 92, realizada no Rio de Janeiro em 1992). Neste sentido, essa abordagem se justifica, pois o impacto de um único empreendimento de um país possui baixa significância para a alteração do sistema climático, sendo o somatório das emissões das atividades/empreendimentos de todo o globo o fator realmente relevante.

A divisão das emissões por países e por atividades é realizada a fim de se otimizar ações de mitigação, assim como apontar pontos críticos para a elaboração de políticas públicas.



Além dos fatos expostos, existem ainda incertezas associadas à própria mudança climática, tanto em relação à interferência humana quanto aos possíveis impactos, visto que o tema é baseado em arcabouços teóricos, observações pontuais e/ou resultados de modelagens, todos os quais possuem incertezas associadas.

Assim, tendo em vista todas as incertezas associadas e a falta de definição sobre um método adequado para avaliar o impacto sobre os recursos que apresentam sensibilidade climática, fica evidente não ser possível fazer inferências definitivas sobre o real impacto das emissões de GEE oriundas da presente atividade de perfuração.

Devido às emissões do empreendimento serem proporcionalmente pequenas, este impacto pode ser considerado como de baixa magnitude. Além disso, foi classificado como direto, imediato, suprarregional (em função do caráter global), longa duração, irreversível, cumulativo (visto que outros fatores podem afetar o clima). Em todas as fases da operação os impactos serão contínuos, visto o funcionamento contínuo de máquinas e equipamentos durante a perfuração dos poços e relativo à atuação contínua das embarcações de apoio.

A sensibilidade do fator ambiental (clima) foi classificada como alta, porque mesmo considerando que as emissões sejam proporcionalmente pequenas, elas contribuem para um fenômeno de escala global.

De acordo com a metodologia adotada, a importância do impacto é média, em função da pequena magnitude e da grande sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapa de Instalação, Operação e Desativação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Navegação e da unidade de perfuração</li> <li>▪ Transporte de materiais e insumos</li> <li>▪ Perfuração da rocha</li> <li style="text-align: center;">↓</li> <li>▪ Funcionamento de motores, máquinas e turbinas a diesel.</li> <li style="text-align: center;">↓</li> <li>▪ ASP 6 – Emissão de gases – Emissão de GEE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IMP 9 – Contribuição para o efeito estufa</li> </ul>	<p>Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração longa, permanente, irreversível, cumulativo, contínuo - baixa magnitude e média importância.</p>

**6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

O parâmetro que se pretende utilizar para o monitoramento do impacto é o consumo de combustível, previsto no escopo do Projeto de Controle da Poluição – PCP.

**7. Legislação e planos e programas aplicáveis**

A seguir, é apresentada a legislação aplicável.

- **Portaria ANP nº 249/00, de 01/11/2000;**
- **Lei Federal Nº 12.187/09, de 29/11/2009:** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 22/03/2011.**

Destaca-se, ainda, o seguinte programa:

- **Programa de Desenvolvimento de Baixo Carbono:** Lançado em 2012 na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável-Rio +20) em parceria com o Banco Mundial, o Programa de Desenvolvimento de Baixo Carbono é uma ação pioneira na esfera municipal no que tange ao desenvolvimento de baixo carbono da cidade do Rio de Janeiro. A meta da cidade do Rio de Janeiro é garantir 2,3 milhões de toneladas de reduções de emissão até 2020, o que equivale a 20% das emissões do município em 2005 (Banco Mundial, 2012). Segundo o Banco Mundial, O Programa de Desenvolvimento de Baixo Carbono está em conformidade com as normas ISO 14064-2 (Gases de Efeito Estufa) e ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental). O Programa é administrado pela Prefeitura do Rio e o Instituto Pereira Passos (IPP), responsável pelo armazenamento dos dados relativos às reduções de emissão.

#### ➤ **IMP 10 – Variação da Qualidade das Águas**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração**

### **1. Apresentação**

Durante a etapa de perfuração dos poços, o descarte de cascalho e fluido de perfuração no mar poderá causar variações na qualidade das águas. Os impactos de maior destaque serão os decorrentes do lançamento de cascalho com fluido aderido e do fluido de perfuração excedente.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Um poço de exploração é perfurado com broca de diferentes diâmetros, conforme vai se aprofundando através do assoalho marinho. Cada trecho de poço perfurado com brocas de diâmetros diferentes corresponde a uma fase (ou seção) do poço. As fases iniciais possuem maiores diâmetros de broca e as mais profundas menores diâmetros.

À medida que a broca atravessa as rochas do substrato marinho são gerados pequenos pedaços de rochas, chamados de cascalhos. Para auxiliar a retirada do cascalho, e lubrificar a broca, é injetado um fluido de perfuração através da própria broca, o qual circula pelo poço e retorna a unidade de perfuração através do *riser*. Os fluidos de perfuração são utilizados, ainda, para manter a estabilidade do poço, prevenindo situações de potencial perigo.

O projeto de poço previsto para a atividade de perfuração é de sete fases, com a utilização de fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada nas duas primeiras fases, juntamente com água do mar (Bentonita pré-hidratada ou *Bentonite Sweeps*). Nas demais fases, a BG Brasil planeja utilizar fluidos de base aquosa. Só em caso de necessidade técnica será usado um fluido de contingência de base não aquosa. A

decisão de uso de fluido de base não aquosa somente será possível após a análise dos resultados da sísmica 3D, ou mesmo durante as operações de perfuração.

No caso de utilização de fluido de base não aquosa, o mesmo não será descartado, retornando para a empresa fornecedora e sendo reaproveitado. Para a separação do fluido de base não aquosa dos cascalhos, será utilizado um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, de modo a minimizar a concentração de fluido associado aos cascalhos descartados e permitir o descarte dentro dos padrões de concentração estipulados.

O principal aspecto gerador do impacto nas águas do mar é o descarte de cascalho com fluido agregado (base aquosa ou não aquosa), oriundo das fases de perfuração com *riser* e o descarte de fluido base água excedente, ambos a partir da unidade de perfuração. Esses serão descartados da superfície, em uma coluna d'água com aproximadamente 1.600 m de profundidade.

Os descartes das fases sem *riser* serão realizados diretamente no fundo oceânico e o fluido utilizado será de composição simplificada e baixa toxicidade, provocando alterações menos relevantes nas águas do entorno.

Ressalta-se que os fluidos de perfuração, complementares e pastas de cimento, a serem utilizados durante as atividades de perfuração, deverão cumprir os requisitos para uso e descarte preconizados pelo IBAMA.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O descarte de cascalho com fluido aderido e de fluido de base aquosa excedente poderá alterar temporariamente as propriedades físico-químicas das águas oceânicas da área da atividade, tendo em vista que os fluidos de perfuração descartados ao mar possuem diversos produtos químicos em sua composição, o que pode gerar a alteração temporária das concentrações naturais de alguns elementos, como o bário, o cádmio e o cromo, integrantes de alguns tipos de baritina (EPA, 1999). Também é esperado um aumento temporário na turbidez das águas, na área afetada pelos descartes.

Vale mencionar, que é exigida pelo IBAMA uma série de condições para o uso e descarte de fluidos de perfuração e complementares e pastas de cimento, que serão rigorosamente seguidas pela BG Brasil (vide item II.11.1.1 – Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho).

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos na qualidade da água serão mitigados pelo Projeto de Monitoramento de Cascalhos e Fluido de perfuração (PMCF), subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA), que monitorará o descarte de cascalho e fluido de perfuração e realizará a avaliação do fluido utilizado durante a atividade. Os fluidos a serem utilizados na atividade de perfuração deverão ser consistentes com as condições para uso e para descarte em mar previstas na versão preliminar do documento do IBAMA, denominado “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, atualmente em consulta pública. Salienta-se, que o documento supracitado trata-se da Minuta de Nota Técnica, e que ainda poderão ocorrer alterações nas regras atuais.

Essa medida tem caráter preventivo e eficácia alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Os impactos de maior destaque ocorrerão durante a perfuração dos poços e serão aqueles decorrentes do lançamento de cascalho com fluido aderido.

Dentre os impactos gerados na qualidade da água, pode-se citar o aumento da turbidez, levando a alterações físico-químicas da água do mar, como: transparência, densidade, mudança de pH e efeito térmico

Vale destacar que os fluidos de perfuração, complementares e pastas de cimento a serem utilizados durante as atividades de perfuração, deverão cumprir os requisitos para uso e descarte preconizados pelo IBAMA. O teor máximo de fluido-base aderido ao cascalho, por exemplo, é de 6,9% do peso de sólidos secos, por média acumulada do poço. Adicionalmente, os fluidos a serem utilizados somente poderão ser descartados se forem considerados aprovados de acordo com o limite de toxicidade praticado de 30.000 ppm para a toxicidade aguda (CL50-96h > 30.000 ppm).

É importante ressaltar, que com o conhecimento atual sobre as características da atividade de perfuração sobre a composição dos fluidos de perfuração usados, bem como sobre as condições hidrodinâmicas que regem a dispersão do material descartado, pode-se afirmar, de forma segura, que não é esperada uma interferência significativa na qualidade das águas decorrente do descarte ao mar de cascalho com fluido aderido ou de fluido de base aquosa excedente.

Diversos autores reforçam a afirmativa acima, destacando-se os estudos desenvolvidos por NEFF *et al* (1987), PATIN (1999), OGP (2003), BELL & SMITH (2000), NEFF (2005) e VEIGA (2010). Outro aspecto que corrobora a pequena interferência na qualidade das águas é a grande quantidade de estudos e trabalhos científicos focados nos efeitos ambientais da perfuração no sedimento marinho, e não na coluna d'água. De forma semelhante, os programas de monitoramento ambiental com foco na avaliação dos impactos da atividade de perfuração avaliam, de forma prioritária, o compartimento sedimento, tendo em vista que não são esperadas interferências na qualidade das águas.

De acordo com NEFF (2005), cerca de 90% dos sólidos oriundos do descarte de fluidos de base aquosa e de seus cascalhos depositam-se rapidamente no fundo oceânico. A fração restante (10%), composta basicamente de partículas finas argilosas e componentes solúveis do fluido, forma uma pluma na coluna d'água que se afasta da plataforma com a ação das correntes predominantes, sendo rapidamente diluída devido ao hidrodinamismo local. A rápida diluição dos descartes é também corroborada por AYERS (1994), MAIRS *et al.* (1999) e NEDWED *et al.* (2004).

O estudo de NEFF (2005) também ratifica a baixíssima interferência dos descartes na qualidade das águas, ressaltando que pequenos aumentos periódicos na turbidez da água e na quantidade de material particulado em suspensão durante os descartes citados por PATIN (1999), não causam um efeito ambiental significativo devido à rapidez da dispersão e ao caráter descontínuo dos descartes.

Nos estudos coordenados pela OGP (2003) para avaliação do uso e descarte de fluidos de base não aquosa, pode-se concluir que os impactos na coluna d'água decorrentes do descarte de cascalho com este tipo de fluido aderido podem ser considerados negligenciáveis, tendo em vista a baixa solubilidade dos fluidos, a

pequena dispersão ao longo da coluna d'água e o fato do descarte não ser contínuo, mas intermitente. Os autores também afirmam que os programas de monitoramento implementados ao redor do mundo confirmam que não são esperados impactos na coluna d'água decorrente do descarte de fluidos de base aquosa ou de cascalho com fluidos de base aquosa e não aquosa aderido.

Ainda com relação aos fluidos de base não aquosa, cujo uso desperta maiores preocupações do ponto de vista ambiental, ressalta-se o comportamento hidrofóbico sendo insolúvel em água. Desta forma, o cascalho descartado com este tipo de fluido aderido apresenta comportamento diferente do cascalho com fluido de base água, tendendo a se precipitar rapidamente ao longo da coluna d'água, pois apresentam baixa capacidade de dispersão, devido à força de coesão dos sólidos com a base orgânica, o que leva a um rápido assentamento do material no assoalho oceânico, dentro de uma área mais restrita no entorno da plataforma, não causando impactos representativos na massa d'água.

Diante do exposto, com relação ao fluido de base não aquosa, são esperados impactos de menor intensidade ainda que para fluidos base água. Os cascalhos com fluido de base não aquosa aderido tendem a se juntar com os maiores aglomerados afundando rapidamente (NEFF *et al.*, 2000; OGP, 2003). NEFF *et al.* (2000) e BERNIER *et al.* (2003) afirmam que o impacto na coluna d'água e nas comunidades pelágicas decorrentes do descarte de cascalho com fluido sintético pode ser considerado desprezível, tendo em vista a baixa solubilidade em água dos fluidos sintéticos e a baixa dispersão na coluna d'água.

De modo a reduzir ainda mais o impacto nas águas e nos sedimentos marinhos será utilizado, na unidade de perfuração, um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, para a separação do fluido dos cascalhos, minimizando a concentração de fluido associado aos cascalhos descartados. Para o uso de fluido de perfuração de base não aquosa, a unidade de perfuração contará ainda com um sistema para a secagem de cascalho. A função do secador de cascalhos é reprocessar o cascalho a ser descartado e, com isso, extrair o máximo possível de fluido que ainda estiver aderido aos mesmos, promovendo, desta forma, o reaproveitamento do fluido e o descarte de cascalho para o mar com teor de fluido aderido adequado. Todo fluido de base não aquosa recuperado será transportado para terra para reutilização e/ou disposição final. Ressalta-se que o teor máximo de fluido-base aderido ao cascalho é de 6,9% do peso de sólidos secos, por média acumulada do poço.

Segundo as simulações realizadas especificamente para esse estudo (**Anexo C** deste item), as altas concentrações localizam-se muito próximas do ponto de descarte e sua permanência na coluna d'água está limitada ao período de descarte.

Com base na série temporal de correntes utilizadas para o estudo, foram separados dois cenários: um de correntes mais intensas (Cenário Intenso), e outro de correntes mais fracas (Cenário Fraco). Os cenários ambientais utilizados nas modelagens procuraram reproduzir as principais características oceanográficas da região do bloco. As plumas de sólidos em suspensão formadas pelos descartes foram monitoradas até atingirem uma concentração de 5 mg/L (*limiar monitorado*).

Os resultados mostram que as plumas de fluidos de perfuração estão localizadas nas camadas superficiais, já que os descartes com *riser* são realizados em superfície. As altas concentrações (até 10,9 mg/L, Poço E) localizam-se próximas ao ponto de descarte e sua permanência na coluna d'água está limitada ao período do próprio descarte.

No que se refere, especificamente, ao descarte do fluido excedente, quando este ocorre, estudos desenvolvidos em diversos locais, tais como Golfo do México (AYERS *et al.*, 1980a), Oceano Atlântico (AYERS *et al.*, 1980b), Pacífico (RAY & MEEK, 1980, O'REILLY *et al.*, 1989), dentre outros, corroboram com os resultados obtidos na modelagem realizada, visto que tem demonstrado que o fluido de perfuração se dispersa rapidamente após o descarte. AYERS *et al.* (1980a) demonstraram que os valores de temperatura, salinidade, e oxigênio dissolvido estiveram dentro da normalidade numa distância de 45 m a partir do ponto de descarga de fluido excedente. Os autores encontraram concentrações de sólidos em suspensão em níveis de *background* em distâncias de 350 e 590 m durante descargas de fluido de perfuração de 44 m<sup>3</sup>/h e 80 m<sup>3</sup>/h, respectivamente.

Modelos numéricos da dispersão do fluido de perfuração corroboram com as afirmações acima, já que ilustram a rápida diluição do fluido após a descarga, e que o aumento de sólidos na coluna d'água é bastante localizado e tem duração limitada (SMITH *et al.*, 2001).

Conclui-se, então, que a degradação da qualidade da água se dá, principalmente, em função do descarte de fluido excedente e de cascalho com fluido de base aquosa agregado, que alteram a condição da qualidade da água durante o tempo de solubilização. Na determinação da magnitude dos impactos sobre a qualidade das águas deve-se considerar o elevado hidrodinamismo da região, que leva à alta capacidade de dispersão das águas oceânicas, gerando a diluição de qualquer efeito negativo com relativa rapidez.

Dessa forma, considerando a alta resiliência do fator ambiental, mesmo durante a etapa de perfuração, quando haverá descarte de cascalho com fluido agregado, os impactos na qualidade das águas foram considerados como de baixa magnitude. Em função da baixa toxicidade dos fluidos de perfuração e do curto tempo de permanência na coluna d'água, não é esperada a contaminação do ambiente marinho, apenas um aumento temporário e localizado da turbidez (NEFF *et al.*, 2000). Em adição, conforme já mencionado (item 3 deste impacto), os fluidos a serem utilizados na atividade de perfuração terão que atender a uma série de condições para uso e para descarte em mar.

O impacto foi classificado como direto, local, imediato, reversível e intermitente. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como indutor por poder induzir impactos nas comunidades biológicas, principalmente, no plâncton.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação também é baixa, pois constituem águas oceânicas profundas (> 1.600 m), com grande capacidade de dispersão e com isso alta resiliência. Além disso, a atividade será desenvolvida a uma distância mínima de 76 km da costa, bastante afastada da região costeira onde estão situados ecossistemas de relevância ecológica, e onde se desenvolvem atividades turísticas e pesqueiras.

Vale mencionar a boa qualidade das águas da região, o curto tempo de duração dos impactos e a grande capacidade de autodepuração do fator ambiental.

A importância do impacto também é pequena, em função da baixa magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapa de Operação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração → Alteração dos níveis de poluentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alterações das propriedades físico-químicas das águas → IMP 10 - Variação da qualidade das águas</li> </ul>	Negativo, direto, incidência imediata, local, duração imediata, temporário, reversível, indutor, intermitente - baixa magnitude e pequena importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Para o monitoramento do impacto serão realizadas medições dos parâmetros físico-químicos nos fluidos de perfuração (densidade, salinidade, pH e temperatura), concentração de metais e HPAs, bem como a avaliação prévia e posterior da toxicidade dos fluidos a serem utilizados. Esses parâmetros serão medidos no escopo do Projeto de Monitoramento Ambiental – Subprojeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos, que será desenvolvido durante o desenvolvimento da atividade.

Conforme já descrito, os fluidos a serem utilizados na atividade de perfuração terão que atender as condições para uso e para descarte em mar previstas no documento do IBAMA “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, atualmente em consulta pública.

As condições para o uso e descarte de fluidos e pastas foram discriminadas no item 3 da descrição deste impacto.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Destaca-se a seguinte legislação aplicável ao impacto.

- “**Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural**” – Documento do IBAMA, atualmente em consulta pública;
- **Resolução ANP nº 71/15, de 31/12/2014** – DOU 2.1.2015 – Efeitos a partir de 2.1.2015: Estabelecer os procedimentos para a coleta e manejo de amostras de rocha, sedimento e fluidos obtidos em poços e levantamentos de superfície terrestre e de fundo oceânico, nas bacias sedimentares brasileiras, por operadores de concessões exploratórias, de desenvolvimento e produção petróleo e gás, assim como, operadores de contratos de partilha, cessão onerosa e empresas de aquisição de dados. Revoga a Portaria ANP nº 283/01, de 14/11/2001.
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/IBAMA Nº 06/09**, de 2009: Objetiva realizar uma análise de sensibilidade dos parâmetros envolvidos na modelagem computacional de dispersão de cascalho e fluido de perfuração e avaliar as consequências da imprecisão dos dados de entrada referentes às características das descargas para diferentes condições de profundidade e volume de material descarregado;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011.

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

➤ **IMP 11 - Interferência com as Comunidades Planctônicas**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração**

### **1. Apresentação**

Durante a etapa de perfuração dos poços, o descarte de cascalho e fluido de perfuração no mar poderá causar variações na qualidade das águas, e conseqüentemente na comunidade planctônica local.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Conforme já descrito no IMP 10 – Variação da qualidade das águas, a perfuração dos poços vai gerar cascalho, cascalho com fluido aderido e fluido excedente que serão descartados no mar. O aspecto ambiental gerador do impacto é o descarte desses produtos na água do mar.

Nessas duas primeiras fases serão empregados fluidos de perfuração de base aquosa de composição simplificada e baixa toxicidade. Nas demais fases (III – VII) será utilizado, primordialmente, fluido de base aquosa, e apenas em casos de necessidade técnica, o fluido de base não aquosa. No caso de utilização de fluido de base não aquosa, o mesmo não será descartado, retornando para a empresa fornecedora e sendo reaproveitado. Para a separação do fluido de base não aquosa dos cascalhos, será utilizado um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, de modo a minimizar a concentração de fluido associado aos cascalhos descartados.

Ressalta-se que os fluidos de perfuração, complementares e pastas de cimento a serem utilizados durante as atividades de perfuração, deverão cumprir os requisitos para uso e descarte preconizados pelo IBAMA.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

Os fluidos de perfuração possuem diversos produtos químicos em sua composição. O descarte de cascalho com fluido aderido e de fluido excedente poderá alterar, temporariamente, as propriedades físico-químicas das águas oceânicas da área do entorno da atividade, afetando, por conseguinte, as comunidades planctônicas ali presentes. Além disso, é esperado um incremento de sólidos na área de descarte, e conseqüentemente da turbidez (vide IMP 10 – Variação da qualidade das águas).

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

O presente impacto será mitigado pelo Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA), que monitorará o descarte de cascalho e fluido de perfuração e realizará a avaliação do fluido utilizado durante a atividade (vide IMP 10 – Variação da qualidade das águas). Essa medida tem caráter preventivo e eficácia alta.



## 5. Descrição do impacto ambiental

De acordo com os dados obtidos através do projeto de caracterização ambiental (*baseline*) desenvolvido para a presente atividade, a comunidade microfítotoplanctônica esteve representada por um total de 52 taxa genéricas e infragenéricas distribuídos em três divisões: Bacillariophyta (32), Dynophyta (17) e Cianobacteria (3). Dentre essas divisões, as diatomáceas (Bacillariophyta) se destacam como o grupo mais representativo, chegando a contribuir com até 64% (BG BRASIL/AECOM, 2015).

A predominância dos taxa de diatomáceas e dinoflagelados na comunidade microfítotoplanctônica é comum nos ambientes oceânicos, sendo reportada por diversos autores para regiões no Atlântico Sul (*e.g.*, OLGUÍN *et al.*, 2006 *apud* BG BRASIL/AECOM, 2015).

A comunidade zooplânctônica do *Baseline* de Barreirinhas esteve constituída na sua maioria por 94% de organismos holoplânctônicos, sendo Copepoda o grupo mais representativo, e 6% de organismos meroplânctônicos, estes últimos concentrados nas estações mais próximas à costa de cada perfil (BG BRASIL/AECOM, 2015). Nenhuma espécie do zooplâncton foi identificada nas listagens oficiais pertinentes (portarias do IBAMA nº 1522/89, 45/92, IN IBAMA nº 03/03, IN MMA nº 05/04, MMA nº 52/2005, lista IUCN 2014.3 e anexos da lista CITES) para avaliação das existências raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção. Quanto ao ictioplâncton, algumas espécies do meroplâncton apareceram apenas na lista IUCN 2014.3: taxa *Acanthurus bahianus*, *Caranx crysos*, *Neoconger vermiformis*, *Sparisoma radians*, *Auxis rochei*, *Sphoeroides maculatus* e *Colomesus psittacus* como “menor preocupação” e espécie *Epinephelus striatus* como “ameaçada”. Quanto ao interesse econômico, os taxa *Epinephelus* sp. (garoupa) e *Caranx crysos* (garajuba) foram identificados no ictio/meroplâncton.

Dentre os impactos ambientais previstos para as comunidades planctônicas, o descarte de cascalho e fluido, durante a etapa de perfuração dos poços, constitui o principal impacto operacional decorrente das atividades de perfuração.

No que se refere aos sólidos combinados na coluna d'água, após o descarte, as concentrações com valores significativos normalmente permanecem próximas ao ponto de lançamento, decrescendo rapidamente com o distanciamento da fonte. Possivelmente, depois de encerrada a atividade de perfuração, não ocorrerão concentrações de sólidos em suspensão em níveis detectáveis ou que causem aumento de turbidez na coluna d'água (Vide IMP 10 – Variação da qualidade das águas), retornando o ambiente rapidamente ao seu equilíbrio original.

A redução da intensidade de luz no corpo d'água, em função do aumento da turbidez, pode influenciar, temporariamente, a capacidade fotossintética dos organismos fitoplanctônicos. No entanto, observa-se que os impactos nos organismos planctônicos, no que diz respeito a este fator serão irrelevantes, já que o aumento da turbidez será pouco significativo e limitado, principalmente, no entorno do ponto de lançamento durante o descarte de fluidos com cascalhos agregados. Com relação às fases sem *riser*, deve ser acrescentado que devido à profundidade em que ocorrerá o evento – superior a 1.600 m, não se espera impactos sobre o fitoplâncton.

Para o zooplâncton, as consequências do lançamento do cascalho deverão estar relacionadas, principalmente, com a diminuição da concentração do fitoplâncton, ou seja, da oferta de alimento. Além disto, um possível impacto direto ocorreria sobre os organismos filtradores que, eventualmente, poderiam ter seus aparatos filtradores entupidos pelos sólidos em suspensão, dificultando a alimentação do organismo.

Os impactos nos organismos planctônicos serão irrelevantes, contudo, de maior intensidade no caso do cascalho agregado ao fluido de base-água, em que os organismos estarão expostos aos componentes do fluido, e, adicionalmente, ao aumento da turbidez nas proximidades do ponto de descarte. No caso do descarte de cascalhos com fluidos base-óleo ou sintéticos, a exposição na coluna d'água é mínima, visto que os cascalhos encontram-se com fluido sintético adsorvido, que por ter características hidrofóbicas, não se mistura eficientemente com as águas do corpo receptor. Eles tendem a formar agregados que se depositam mais rapidamente (NEFF *et al.*, 2000).

Quanto aos efeitos tóxicos, deve-se destacar que os fluidos a serem utilizados somente poderão ser descartados se forem considerados aprovados de acordo com o limite de toxicidade praticado de 30.000 ppm para a toxicidade aguda (CL50-96h > 30.000 ppm), e a grande capacidade de dispersão das águas marinhas, o que torna os efeitos de pequena intensidade.

Muitos estudos sobre impactos ambientais de descartes de fluidos base-água têm mostrado que a toxicidade do fluido é baixa, não sendo esperados efeitos adversos em organismos pelágicos de águas oceânicas. No que diz respeito aos efeitos dos cascalhos com fluidos sintéticos espera-se que sejam inferiores àqueles com fluidos base-água devido à sua baixa toxicidade (similar ou inferior à toxicidade do fluido base-água), e ao reduzido tempo de exposição, uma vez que, conforme já mencionado, ocorre um rápido afundamento dos aglomerados de cascalhos com fluidos sintéticos (NEFF *et al.*, 2000).

No que se refere ao descarte de fluido excedente, estudos realizados por AYERS (1994), para modelagens de descarte de 160 m<sup>3</sup>/h de fluido de perfuração, consideraram que a concentração de sólidos em suspensão decresceu rapidamente, reduzindo duas ordens de grandeza em menos de 1 minuto e em uma distância inferior a 10 m. Considerando a presença de organismos planctônicos se deslocando com as correntes atuantes no local durante o momento em que o descarte esteja ocorrendo, o tempo máximo que este organismo seria exposto a concentrações superiores ao valor de toxicidade mínimo seria de aproximadamente 1,2 minutos, tendo em vista a velocidade média das correntes superficiais. Baseado nesta análise, o descarte de fluidos de perfuração apresenta um potencial tóxico pouco significativo na coluna d'água.

As simulações de dispersão do cascalho e fluido mostraram que ocorre um decaimento rápido na concentração de sólidos com o distanciamento da fonte de lançamento. Os resultados mostram que as plumas de fluidos de perfuração estão localizadas nas camadas superficiais, já que os descartes com *riser* são realizados em superfície. As altas concentrações (até 10,9 mg/L, Poço E) localizam-se próximas ao ponto de descarte e sua permanência na coluna d'água está limitada ao período do próprio descarte.

A reduzida toxicidade dos fluidos de perfuração, o reduzido tempo de exposição às concentrações potencialmente tóxicas e o reduzido volume de água afetado indicam, nitidamente, que efeitos biológicos significativos na coluna d'água são bastante improváveis. Assim sendo, pode-se afirmar que os impactos ambientais resultantes estarão restritos à área de descarte de fluido e da mistura fluido/cascalho, sendo

classificados como de baixa magnitude. Vale ressaltar, ainda, a grande capacidade de dispersão das águas marinhas e a toxicidade – que deverá ser testada e aprovada – dos fluidos que serão utilizados.

O impacto foi classificado como indireto (visto que é influenciado por outro impacto – variação da qualidade das águas), local, imediato, reversível e intermitente. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como induzido visto que é induzido por outro impacto (IMP 10 – Variações na qualidade das águas).

A sensibilidade do fator ambiental é baixa em função da improbabilidade de alterações na estrutura das comunidades, principalmente, devido ao curto período de vida, a alta taxa reprodutiva dos organismos planctônicos, ao dinamismo das correntes que deslocam as comunidades planctônicas e ao fato das espécies planctônicas ocorrentes na área de descarte não serem endêmicas da Bacia de Barreirinhas. Além disso, ressalta-se que atividade será desenvolvida em águas ultraprofundas, a cerca de 76 km da costa, em área bastante afastada da região costeira onde ocorre a maior produtividade biológica.

A importância do impacto também é pequena, em função da baixa magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

#### *Etapa de Operação:*

<b>Ação Geradora</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Atributos</b>
ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração → Alteração das propriedades físico-químicas das águas.	IMP 10 - Variação da qualidade da água → IMP 11 - Interferência com as Comunidades Planctônicas	Negativo, direto, incidência imediata, local, duração imediata, temporário, reversível, induzido, intermitente - baixa magnitude e pequena importância.

## **6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

Conforme descrito no IMP 10 – Variação da qualidade das águas, para o monitoramento do impacto serão realizadas medições dos parâmetros físico-químicos nos fluidos de perfuração (densidade, salinidade, pH e temperatura), concentração de metais e HPAs, bem como a avaliação da toxicidade dos fluidos utilizados antes e durante a atividade. Esses parâmetros serão medidos no escopo do Projeto de Monitoramento Ambiental – Subprojeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos, que será desenvolvido durante todo o período de desenvolvimento da atividade.

Os fluidos a serem utilizados na atividade de perfuração terão que atender a uma série de condições para uso e para descarte em mar segundo as instruções do documento do IBAMA denominado “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, atualmente em consulta pública.

## **7. Legislação e planos e programas aplicáveis**

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **“Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos**

**empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural** – Documento do IBAMA, atualmente em consulta pública.

- **Resolução ANP nº 71/14**, de 31/12/2014;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/IBAMA Nº 06/09**, de 2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011.
- **Decreto nº 4.703/03**, de 21/05/2003;
- **Portaria MMA nº 98/15**, de 28/04/2015.

Destacam-se os seguintes planos e programas:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

➤ **IMP 12 – Variação da Qualidade dos Sedimentos**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração**

### **1. Apresentação**

Durante a etapa de perfuração dos poços, o descarte de cascalho e fluido de perfuração no mar poderá causar variações na qualidade dos sedimentos, no que diz respeito a alterações granulométricas e à contaminação por metais e outros constituintes dos fluidos.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Um poço de exploração é perfurado com broca de diferentes diâmetros, que são modificadas conforme vai se aprofundando através do assoalho marinho. Cada trecho de poço perfurado com brocas de diâmetros diferentes corresponde a uma fase (ou seção) do poço. As fases iniciais são de maior diâmetro de broca e as mais profundas, de menor diâmetro.

À medida que a broca atravessa as rochas do substrato marinho são gerados pequenos pedaços de rochas, chamados de cascalhos. Para auxiliar a retirar o cascalho e lubrificar a broca, é injetado um fluido de perfuração através da própria broca, o qual circula pelo poço e retorna a unidade de perfuração através do *riser*.

O projeto de poço a ser utilizado pela BG Brasil nas atividades de perfuração na Bacia de Barreirinhas está previsto para ser realizado em sete fases. Nas duas primeiras fases será utilizado fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada, juntamente com água do mar (Bentonita pré-hidratada ou *Bentonite Sweeps*). Nas demais fases, a BG Brasil planeja utilizar fluidos de base aquosa. Só em caso de necessidade técnica será usado um fluido de contingência de base não aquosa. A decisão de uso de fluido de base não

aquosa somente será possível após a análise dos resultados da sísmica 3D, ou mesmo durante as operações de perfuração.

No caso de utilização de fluido de base não aquosa, o mesmo não será descartado, retornando para a empresa fornecedora e sendo reaproveitado. Para a separação do fluido de base não aquosa dos cascalhos, será utilizado um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, de modo a minimizar a concentração de fluido associado aos cascalhos descartados.

O aspecto gerador do impacto nos sedimentos é o descarte de fluidos (de base aquosa de composição simplificada e baixa toxicidade) e cascalhos gerados nas primeiras fases de perfuração, diretamente no fundo oceânico, além do descarte de cascalho com fluido agregado (base aquosa ou não aquosa), oriundo das demais fases de perfuração, a partir da unidade de perfuração (sonda) na superfície.

Ressalta-se que os fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento, a serem utilizados durante as atividades de perfuração, deverão cumprir os requisitos para uso e descarte preconizados pelo IBAMA. O teor máximo de fluido-base aderido ao cascalho, por exemplo, é de 6,9% do peso de sólidos secos, por média acumulada do poço.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

Durante a fase de perfuração, o lançamento de fluidos de perfuração e cascalhos poderá causar variações na qualidade dos sedimentos, no que diz respeito às possíveis alterações granulométricas e à contaminação do substrato marinho por metais, compostos orgânicos e outros constituintes dos fluidos.

As seções da perfuração sem *riser* apresentam cascalho associado aos resíduos de fluido base-água, com composição simplificada e de baixa toxicidade. Nessas fases, as alterações no sedimento ocorrem a partir da modificação da granulometria, em função da deposição de material particulado, e em função do aumento nos teores do metal bário no sedimento. Nas demais seções com *riser*, quando haverá o descarte de cascalho com fluido aderido (base aquosa ou não aquosa) poderá ocorrer, também, a contaminação dos sedimentos afetados pelos demais constituintes do fluido, como por exemplo, hidrocarbonetos.

Vale mencionar que é exigida pelo IBAMA uma série de condições para o uso e descarte de fluidos (vide item II.11.1.1 – Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho).

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos na qualidade dos sedimentos estarão sendo monitorados e mitigados pelos Projetos de Monitoramento Ambiental (PMA) e Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), subprojeto do PMA.

O PMA prevê a inspeção visual com veículo operado remotamente (*Remote Operated Vehicle – ROV*), no entorno do poço, antes e após a perfuração. Essa inspeção permitirá a verificação da existência de estruturas biogênicas relevantes em fase anterior a perfuração, bem como, permitirá a avaliação das pilhas de cascalho formadas no entorno do poço após a atividade. O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC)

visa o monitoramento do descarte de cascalho e fluido de perfuração, e a avaliação do fluido utilizado durante a atividade. Essas medidas têm caráter preventivo e eficácia alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Conforme mencionado anteriormente, o lançamento de fluido de perfuração e cascalho poderá causar variações na qualidade dos sedimentos no que diz respeito às alterações granulométricas e à contaminação por metais e outros constituintes dos fluidos.

De acordo com os dados obtidos através da caracterização ambiental (*baseline*) para a presente atividade, o sedimento na área dos blocos é no geral composto por lama arenosa. Em relação a seleção do sedimento, os resultados indicam que os mesmos são “muito pobremente selecionados” (MPS) e “pobremente selecionados” (PS), refletindo a heterogeneidade na distribuição dos grãos dentro de cada amostra coletada.

Através das filmagens de fundo realizadas, não foi observada a presença de bancos de rodolitos, algas calcárias, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica ou feições geomorfológicas relevantes na área inspecionada. De acordo com esta análise visual, pode-se afirmar que o sedimento da área apresenta predomínio de frações lamosas, porém com contribuições relevantes de frações arenosas (classificação majoritária como lama-arenosa).

Para o presente estudo foram realizadas simulações numéricas do descarte de cascalhos e fluidos de perfuração, provenientes das operações de perfuração na Bacia de Barreirinhas. A modelagem foi conduzida com a utilização de fluido base aquosa em todas as fases. Os cenários ambientais utilizados nas modelagens procuraram reproduzir as principais características oceanográficas da região do bloco. Com base nas análises das correntes, para as duas direções predominantes (ESE/SE e WNW/NW) na região, foram selecionadas duas condições: correntes mais intensas e correntes menos intensas. Foram realizadas simulações para os sete pontos, correspondentes as locações dos poços a serem perfurados. Para cada ponto foram analisados quatro cenários (ESE/SE e WNW/NW – mais intenso e menos intenso).

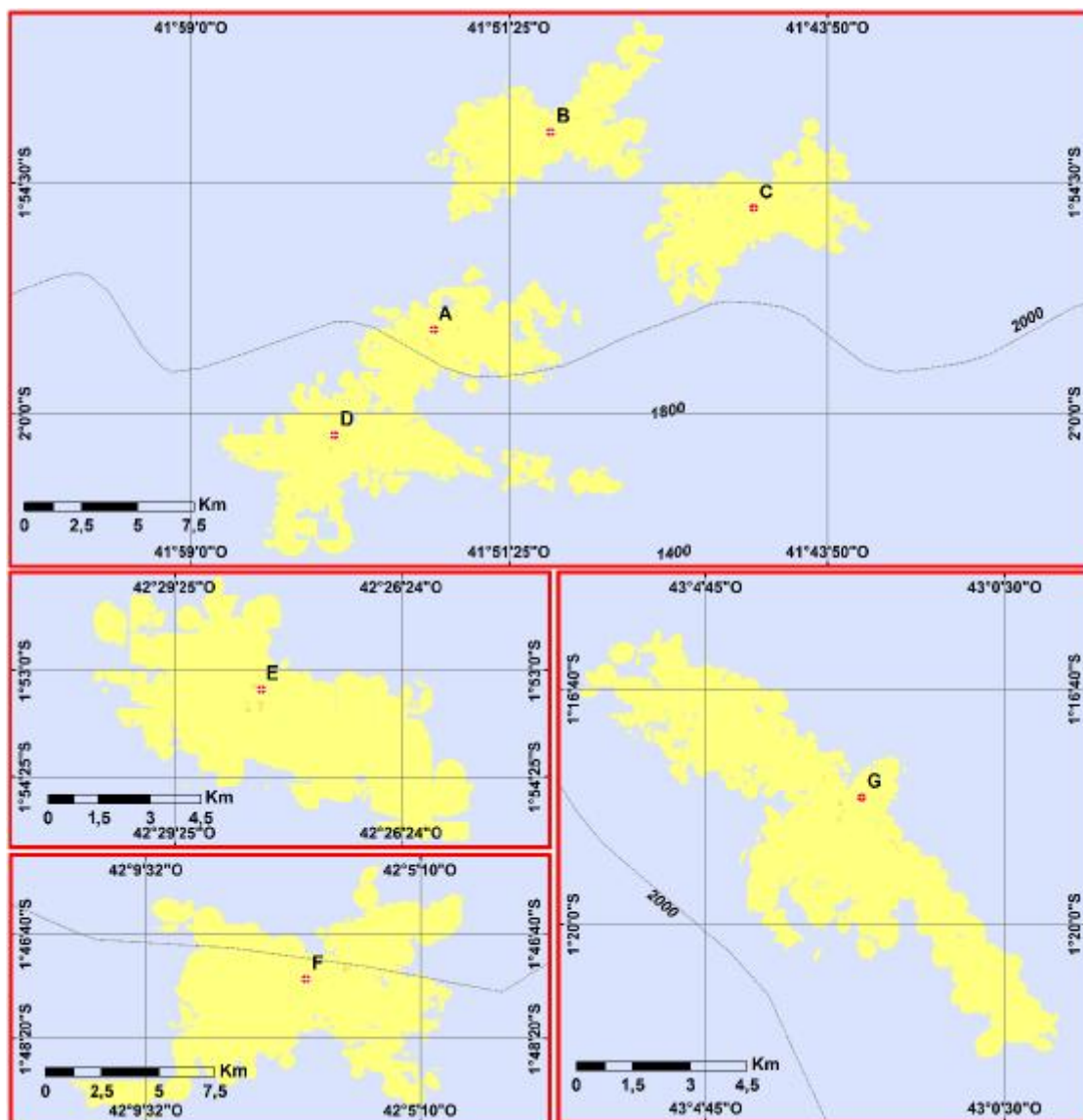
Considerando todo o período de perfuração, os resultados mostraram espessuras variando de 114,0 a 260,3 cm. As áreas de deposição variaram de 8,8 km<sup>2</sup> a 17,3 km<sup>2</sup> considerando o limiar de 0,01 mm. Para espessuras iguais ou superiores a 1,0 mm as áreas de deposição são significativamente inferiores, variando de 0,01 km<sup>2</sup> a 0,2 km<sup>2</sup>.

A probabilidade de deposição ocorre, preferencialmente, nas imediações dos poços, havendo pouca probabilidade de encontrar depósitos superiores a 5 mm em distâncias superiores a 500 m do ponto de descarte de cada poço, considerando ambos cenários: menor intensidade e maior intensidade das correntes.

A área de abrangência total potencialmente impactada pelo material descartado pela atividade, considerando a integração de todos os cenários simulados para espessuras iguais ou superiores a 0,01 mm, é de 63,18 km<sup>2</sup> (referente à locação do Poço D). No entanto, considerando o limiar de 1,0 mm, a área potencialmente impactada pelo material descartado é de 0,48 km<sup>2</sup> (referente ao Poço E).

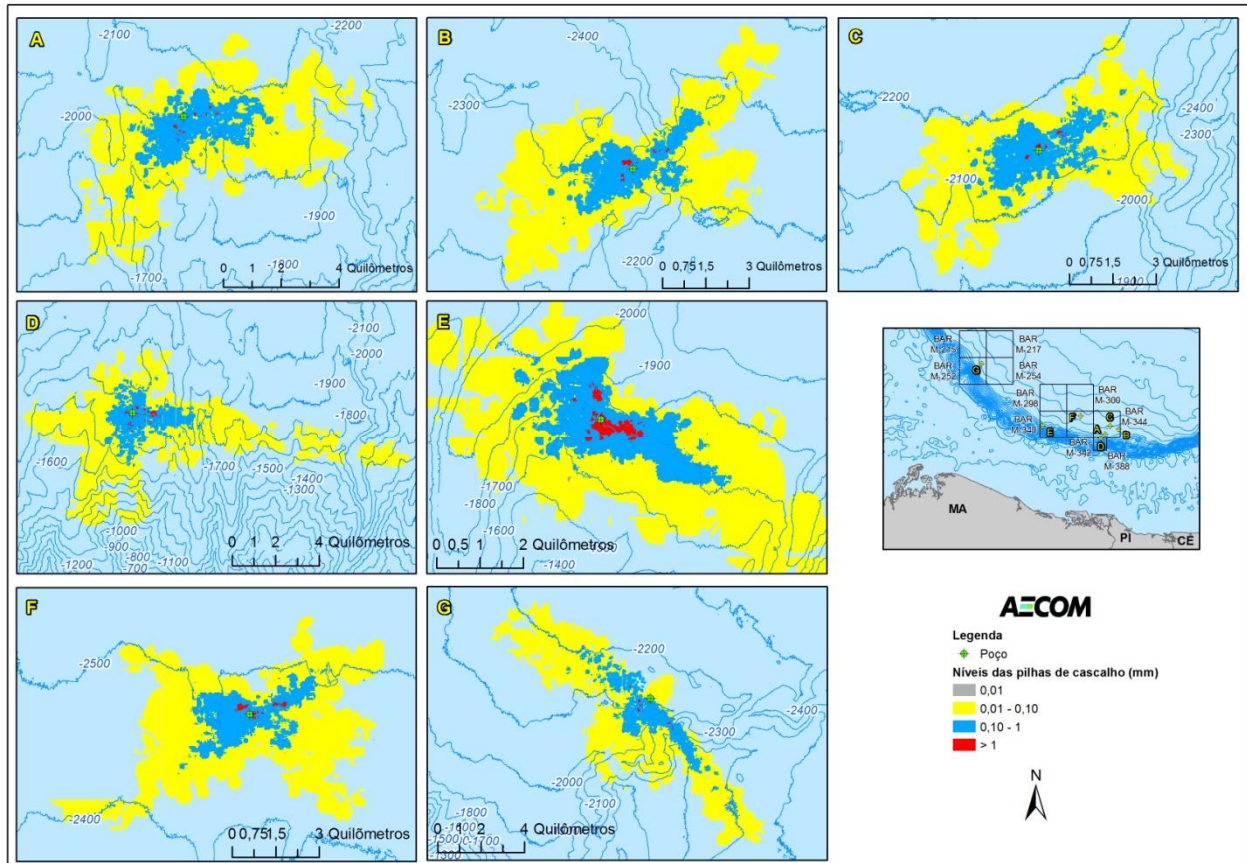
Considerando-se um raio, medido a partir da maior distância alcançada com relação ao poço de perfuração para espessuras superiores a 0,01 mm e para espessuras acima de 1,00 mm, nota-se que os maiores raios medidos ocorreram para o Poço G (8,27 km para espessuras superiores a 0,01 e 1,77 km para espessuras superiores a 1,00) e os menores raios ocorreram para o Poço C (3,51 km para espessuras superiores a 0,01 mm e 0,11 km para espessuras superiores a 1,00 mm).

Cabe destacar que a área total coberta pelas pilhas de cascalho considerando os sete poços é de 372,23 km<sup>2</sup> para o limiar maior de 0,01 mm e de 1,34 km<sup>2</sup> para o limiar acima de 1 mm. É possível observar na **Figura II.8.2.1.1** que existe sobreposição das pilhas geradas na perfuração dos poços A e D.



**FIGURA II.8.2.1.1 - Área de abrangência total considerando espessuras iguais ou superiores a 0,01 e 1,0 mm, ao final das operações de descarte na Bacia de Barreirinhas para os sete poços.**

A figura a seguir representa as espessuras dos depósitos de cascalho para cada ponto modelado, indicando que as maiores espessuras estão restritas ao entorno dos poços.



**FIGURA II.8.2.1.2 – Pilhas de deposição de cascalho, ao final das operações de descarte na Bacia de Barreirinhas para os sete poços.**

Os resultados obtidos no projeto MAPEM (2004) demonstram que a composição granulométrica do sedimento sofre alterações devido à perfuração de poços exploratórios em águas ultraprofundas, devido principalmente ao depósito de cascalhos e à variação dos teores de areia e argila, além da concentração de argilo-minerais. Entretanto, estas alterações foram sentidas de forma mais intensa em distâncias de até 150 m do poço perfurado. Um estudo mais recente, realizado por TRANNUM (2011), em área de elevada energia e hidrodinamismo – tal como a região a ser perfurada na bacia de Barreirinhas – não verificou efeitos do descarte de fluidos e cascalhos de perfuração em distâncias superiores a 250 m do poço exploratório.

É importante ressaltar que, dependendo do tipo de fluido a ser utilizado – fluido base-água ou fluido base-sintética, os impactos esperados podem ser diferentes. A composição básica de qualquer fluido de perfuração é função do tipo de base utilizada (aquosa, oleosa ou sintética) e da mistura de aditivos variados que definem as propriedades do fluido (GERRARD *et al.*, 1999). Atualmente, os fluidos não aquosa e os fluidos aquosos são mais amplamente utilizados por possuírem moléculas mais solúveis e serem mais facilmente degradáveis (PATIN, 1999).



Os efeitos do lançamento de fluido de perfuração de base aquosa no sedimento, aderido aos cascalhos, nas fases com *riser*, quando ocorrem, normalmente, são em longo prazo, causando uma contaminação química por metais pesados, principalmente por bário, e mais raramente por cromo, cobre, níquel, chumbo e zinco (BREUER *et al.*, 2004). A concentração dos metais, apesar de pouco significativa, é geralmente maior em sedimentos próximos à unidade de perfuração, decrescendo com o aumento da distância. Em ambientes de alta energia, os metais tendem a se dispersar e serem diluídos rapidamente para concentrações ao nível do *background* local em sedimentos. A própria movimentação das correntes e o fato do descarte ser feito em alto mar (profundidades superiores a 1.600 m), facilita a sua dispersão. Essa dispersão pode ocasionar uma diminuição da concentração das substâncias químicas presentes na mistura cascalho/fluido, o que minimiza este impacto ao longo do tempo.

De acordo com vários autores (SMITH, NEFF, MENZIE e outros), não há significativos efeitos de toxicidade após perfuração, principalmente quando o fluido de perfuração utilizado é de base-água. A distribuição espacial das acumulações de cascalho/fluido no fundo oceânico é governada pelas correntes de fundo predominantes (BREUER *et al.*, 1999), com eixo principal na direção da corrente residual (VAN HET GROENEWOUND *et al.*, 1999 *apud* ABÍLIO, 2004).

Os metais pesados oriundos dos fluidos geralmente se apresentam sob uma forma química que limita a sua solubilidade e sua biodisponibilidade para o ambiente, estando presentes na forma sólida ou complexados, apresentando baixa disponibilidade (NEFF *et al.*, 2000). De acordo com levantamentos realizados por SMITH *et al.* (2001), o bário, e outros metais, além de não terem demonstrado efeitos de bioacumulação, não tem apresentado biomagnificação na cadeia trófica.

Segundo BREUER *et al.* (2004), a composição final das acumulações de cascalho/fluidos no sedimento será função dos processos biogeoquímicos que ocorrem no sedimento marinho, resultantes das diferentes taxas de degradação dos diferentes produtos químicos e dos teores de matéria orgânica e oxigênio dissolvido presentes no sedimento. SCHAANNING *et al.* (2008) e TRANNUM *et al.* (2010) revelaram que a deposição de fluidos de base água no assoalho marinho aumenta o consumo de oxigênio e nitrato nos sedimentos em função da presença de compostos orgânicos facilmente biodegradáveis (p.ex., glicol). Além disso, há a ocorrência de alteração química (alteração do potencial redox do sedimento e conseqüentemente variação do pH, oxigênio dissolvido etc.) oriunda da deposição física dos fluidos de perfuração e materiais particulados.

Com relação aos efeitos do lançamento de fluido de perfuração base não aquosa, quando ocorrem, normalmente são também a longo prazo, causando uma contaminação química, por metais pesados (majoritariamente o Ba), sendo maior em sedimentos próximos à unidade de perfuração. Segundo NEFF *et al.* (2000), a acumulação do cascalho no sedimento de fundo é dependente de uma complexa interação do nível e massa de descarga, coluna d'água (profundidade), estrutura da corrente da coluna d'água e do tipo de fluido sintético e cascalho. Os fluidos sintéticos assentam mais rapidamente que os fluidos base-água, e por conseqüência dispersam menos na coluna d'água, acumulando mais no sedimento marinho próximo ao local de descarga. De acordo com NEFF *et al.* (2000), o empilhamento do cascalho com fluido sintético varia amplamente, desde não evidente até alguns metros de altura.

Ainda de acordo com NEFF *et al.* (1999), e segundo a EPA (1999, 2000), os compostos orgânicos dos fluidos de base não aquosa são rapidamente biodegradados em ambientes oxigenados. A grande maioria dos estudos utilizados como referência na avaliação de impactos geoquímicos do descarte de fluidos e cascalhos de perfuração (NEFF *et al.*, 2000, MAPEM, 2004, PULGATI *et al.*, 2005, DEMORE, 2005, TRANNUM, 2011) verificaram incrementos dos teores de hidrocarbonetos alifáticos lineares (n-alcenos) de baixo peso molecular (na faixa de C12 – C20), além de mistura complexa não resolvida (MCNR), aumentos estes atribuídos a presença de fluidos de base sintética (não aquosos). Contudo, os estudos revelaram também que as perfurações exploratórias não acarretaram em elevações nas concentrações de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) nos sedimentos na área de entorno dos poços. Além disso, em nenhuma destas referências foi verificado qualquer tipo de alteração em distâncias superiores a 500 m do poço, sendo que em distâncias radiais superiores a 250 m os teores de HTP e HPA estiveram bastante abaixo dos valores estipulados para critério de qualidade de sedimentos marinhos segundo órgãos internacionais (p.ex., NOAA EPA e CCME).

Diante do exposto, foi definido que a magnitude do impacto pode ser classificada, conservativamente, como média, pois embora em área bastante restrita, as condições do sedimento da região de deposição no entorno dos sete poços serão bastante alteradas. Vale mencionar que, a possibilidade de mobilização da acumulação de cascalho depositado é baixa, haja vista que as correntes de fundo na profundidade em questão não terão força suficiente para mobilizar o cascalho acumulado.

Vale ressaltar, contudo, que os fluidos a serem utilizados na atividade de perfuração terão que atender a uma série de condições para uso e para descarte em mar preconizadas pelo IBAMA, segundo as instruções do documento “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”. Dentre outros, todos os fluidos de perfuração a serem utilizados nas atividades foram devidamente testados quanto à sua toxicidade - avaliada em todos os fluidos propostos; biodegradabilidade, teor de hidrocarbonetos poliaromáticos e potencial de bioacumulação - avaliados nos fluidos de base não aquosa, ressaltando-se que os resultados atendem às atuais práticas ambientais.

O impacto foi classificado como negativo, direto, de incidência imediata, temporário, reversível, intermitente e local, visto que os efeitos mais significativos do impacto, estão restritos ao entorno dos poços, de acordo com a modelagem. É de longa duração, pois é esperado que as pilhas de depósito permaneçam por um tempo considerável no fundo marinho – em função da baixa velocidade das correntes marinhas a grandes profundidades. No que se refere à cumulatividade, foi classificado como indutor por poder induzir impactos nas comunidades biológicas, principalmente no bentos.

Em função da ausência de bancos de rodolitos, algas calcárias, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica ou feições geomorfológicas relevantes na área inspecionada, ou ainda, qualquer outra estrutura que funcione como barreira a dispersão de sedimentos, a sensibilidade do fator ambiental foi classificada como baixa.

A importância do impacto é média, em função da média magnitude e baixa sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapa de Operação:*

<b>Ação Geradora</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Atributos</b>
ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração → Geração de cascalho e deposição ao redor da cabeça dos poços → Geração da mistura fluido/cascalho e descarte a partir da superfície	Alterações das propriedades físico-químicas e granulométricas dos sedimentos → IMP 12 - Variação da qualidade dos sedimentos	Negativo, direto, incidência imediata, local, longa duração, temporário, reversível, indutor, intermitente - média magnitude e média importância.

**6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

Para o monitoramento do impacto serão realizadas medições dos parâmetros físico-químicos nos fluidos de perfuração (densidade, salinidade, pH e temperatura), concentração de metais e HPAs, bem como a avaliação da toxicidade dos fluidos utilizados antes e durante a atividade. Esses parâmetros serão medidos no escopo do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) – Subprojeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos, que será desenvolvido durante o desenvolvimento da atividade.

Adicionalmente, as condições do sedimento no entorno do poço são parâmetros a serem utilizados para o monitoramento do impacto. Essas condições serão verificadas através de inspeções de ROV antes e após a perfuração de cada poço, previstas no escopo do PMA.

**7. Legislação e planos e programas aplicáveis**

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **“Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”** – Documento do IBAMA, atualmente em consulta pública;
- **Resolução ANP nº 71/15**, de 31/12/2014;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/IBAMA Nº 06/09**, de 2006;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011.

Quanto aos planos e programas aplicáveis ao impacto, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

## ➤ IMP 13 - Interferência nas Comunidades Bentônicas

### Aspecto Ambiental Associado: ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração

#### 1. Apresentação

A deposição de cascalho e fluido de perfuração sobre o assoalho oceânico, durante a etapa de perfuração dos poços, poderá provocar impactos sobre o sistema bêntico marinho.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Para a presente atividade é previsto um projeto de poço em sete fases. Nas duas primeiras fases será utilizado fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada, juntamente com água do mar (Bentonita pré-hidratada ou *Bentonite Sweeps*). Nas demais fases a BG Brasil planeja utilizar fluidos de base aquosa. Só em caso de necessidade técnica será usado um fluido de contingência de base não aquosa. A decisão de uso de fluido de base não aquosa somente será possível após a análise dos resultados da sísmica 3D, ou mesmo durante as operações de perfuração.

No caso de utilização de fluido de base não aquosa, o mesmo não será descartado, retornando para a empresa fornecedora e sendo reaproveitado. Para a separação do fluido de base não aquosa dos cascalhos, será utilizado um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, de modo a minimizar a concentração de fluido associado aos cascalhos descartados.

O aspecto gerador do impacto na comunidade bentônica é o descarte de fluidos (de base aquosa de composição simplificada e baixa toxicidade) e cascalhos gerados nas primeiras fases de perfuração, diretamente no fundo oceânico, além do descarte de cascalho com fluido agregado (base aquosa ou não aquosa), oriundo das demais fases de perfuração, a partir da unidade de perfuração (sonda) na superfície.

Ressalta-se que os fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento, a serem utilizados durante as atividades de perfuração, deverão cumprir os requisitos para uso e descarte preconizados pelo IBAMA. O teor máximo de fluido-base aderido ao cascalho, por exemplo, é de 6,9% do peso de sólidos secos, por média acumulada do poço.

#### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

Durante a fase de perfuração, o descarte de cascalho e cascalho com fluido de perfuração aderido poderá causar interferências na comunidade bentônica, visto as possíveis alterações granulométricas do sedimento, a possibilidade de soterramento de organismos e à contaminação por metais e outros constituintes dos fluidos.

Vale mencionar que é exigida pelo IBAMA uma série de condições para o uso e descarte de fluidos (vide item II.11.1.1 – Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho).

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos nas comunidades bentônicas estarão sendo monitorados e mitigados pelos Projetos de Monitoramento Ambiental (PMA) e Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), subprojeto do PMA. O PMA prevê a inspeção visual com ROV, no entorno do poço, antes do e após a perfuração. Essa inspeção permitirá a verificação da existência de estruturas biogênicas relevantes em fase anterior a perfuração, bem como, permitirá a avaliação das pilhas de cascalho formadas no entorno do poço após a atividade. Vale ressaltar que, caso sejam identificadas estruturas biogênicas, a perfuração não poderá ocorrer na locação específica, e o poço terá que ser realocado para fora dessa área. O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC) visa o monitoramento do descarte de cascalho e fluido de perfuração, e a avaliação do fluido utilizado durante a atividade.

Essas medidas têm caráter preventivo e eficácia alta.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

O sedimento do assoalho marinho é o substrato das comunidades bentônicas, podendo ser considerado como o principal compartimento de depósito dos resíduos oriundos da atividade de perfuração. A deposição de cascalho sobre o fundo oceânico pode afetar de forma bastante significativa a fauna benthica, que está presente não apenas na superfície do sedimento (epibentos) como também na parte interna do substrato (endobentos). Os efeitos decorrentes da deposição deste material sobre os organismos do fundo podem provocar diferentes respostas da fauna benthica.

A deposição de cascalho sobre o assoalho oceânico poderá provocar impactos sobre o bentos de três naturezas distintas - impacto físico, provocado pelo acúmulo de cascalho sobre o assoalho oceânico; impacto químico, decorrente da presença do fluido base água ou sintético adsorvido ao cascalho, que se torna disponível para a biota marinha após sua deposição; e impactos bioquímicos, referentes à diminuição da concentração de oxigênio no sedimento decorrente da degradação do fluido. Estes impactos são descritos a seguir, de forma a proporcionar um melhor entendimento dos aspectos inerentes a cada etapa da perfuração.

Vale mencionar que, a comunidade bentônica da área de estudo foi bem caracterizada a partir dos resultados da campanha *Baseline*. De acordo com os resultados obtidos, as densidades e frequências da macrofauna presentes nas áreas da atividade concordam com os observados em outros trabalhos realizados no Atlântico, especialmente no que diz respeito a tendência do bentos de mares profundos de apresentar baixas densidades faunísticas, alta riqueza de espécies e pequeno tamanho dos indivíduos. Adicionalmente, a inspeção visual do fundo sob as sete locações de poços exploratórios previstos e seu entorno, indicou uniformidade sedimentar, ausência de bancos de rodolitos, algas calcárias ou moluscos, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica.

##### ***Impacto físico – sedimentação do cascalho***

A maioria das espécies da fauna epibenthica é composta por formas vageis, ou seja, com alguma capacidade de locomoção, e que podem escapar quando as condições do meio tornam-se adversas. Já as formas que constituem o endobentos possuem limitada capacidade de locomoção e, portanto, são mais vulneráveis a este tipo de alteração do meio. Tais espécies, em sua maioria, vivem enterradas no sedimento dentro de galerias internas ou em tubos e mantêm apêndices projetados em direção à massa d'água, tais como sífões, tentáculos e cerdas, responsáveis por mecanismos de respiração e alimentação (MAPEM, 2004).

O cascalho lançado próximo ao fundo durante as primeiras fases de perfuração, principalmente, pode provocar variações na composição granulométrica do sedimento. LEVINTON (1995) relata que o tipo de sedimento pode afetar extremamente a comunidade bentônica nele estabelecida, sendo que o tamanho das partículas do sedimento tem função importante na composição e diversidade das comunidades bentônicas de águas profundas (ETTER & GRASSLE, 1992 *apud* MAPEM, 2004). Em relação aos fluidos de base aquosa, a EPA (2000), afirma que as alterações nas comunidades bentônicas são mais frequentemente atribuídas a alterações físicas no sedimento do que aos efeitos tóxicos (químicos). Entretanto, um estudo mais atual, realizado por TRANNUM (2011), verificou que os efeitos do sufocamento e as variações granulométricas relativas ao tamanho de grãos – gerados a partir da deposição de cascalhos – foram menos significantes que outros fatores (p.ex., oxigenação). Além disso, os efeitos sobre o recrutamento da fauna bentônica foi descrito como brando, sendo significativo somente em distâncias inferiores a 250 m do poço, onde a camada de deposição possuía espessura superior a 10 mm.

Com relação às diferentes seções de perfuração, o impacto físico do soterramento do bentos será mais representativo nas fases iniciais, sem *riser*, quando o descarte de cascalhos é feito diretamente no fundo oceânico. Nas demais seções, os rejeitos serão lançados em profundidades superiores a 1.600 m, onde é esperada uma maior dispersão do fluido/cascalho até atingir o fundo do mar.

Conforme mencionado anteriormente (IMP 12 – Variação da qualidade dos sedimentos), os resultados da modelagem mostraram espessuras de cascalho depositado no fundo oceânico variando de 114,0 a 260,3 cm e as áreas de deposição variando de 8,8 km<sup>2</sup> a 17,3 km<sup>2</sup> considerando o limiar de 0,01 mm. Para espessuras iguais ou superiores a 1,0 mm as áreas de deposição são significativamente inferiores, variando de 0,01 km<sup>2</sup> a 0,2 km<sup>2</sup> (vide **Figura II.8.2.1.2**). A probabilidade de deposição ocorre, preferencialmente, nas imediações dos poços, havendo pouca probabilidade de encontrar depósitos superiores a 5 mm em distâncias superiores a 500 m do ponto de descarte de cada poço, considerando ambos cenários: menor intensidade e maior intensidade das correntes.

A área de abrangência total potencialmente impactada pelo material descartado pela atividade, considerando a integração de todos os cenários simulados para espessuras iguais ou superiores a 0,01 mm, é de 63,18 km<sup>2</sup> (referente à locação do Poço D). No entanto, considerando o limiar de 1,0 mm, a área potencialmente impactada pelo material descartado é de 0,48 km<sup>2</sup> (referente ao Poço E).

Considerando-se um raio, medido a partir da maior distância alcançada com relação ao poço de perfuração para espessuras superiores a 0,01 mm e para espessuras acima de 1,00 mm, nota-se que os maiores raios medidos ocorreram para o Poço G (8,27 km para espessuras superiores a 0,01 e 1,77 km para espessuras superiores a 1,00) e os menores raios ocorreram para o Poço C (3,51 km para espessuras superiores a 0,01 mm e 0,11 km para espessuras superiores a 1,00 mm).

Cabe destacar que a área total coberta pelas pilhas de cascalho considerando os sete poços é de 372,23 km<sup>2</sup> para o limiar maior de 0,01 mm e de 1,34 km<sup>2</sup> para o limiar acima de 1 mm. É possível observar na **Figura II.8.2.1.1** que existe sobreposição das pilhas geradas na perfuração dos poços A e D.

Destaca-se que para partículas menores que 1 mm não são esperados efeitos significativos no ambiente. Segundo KJEILEN-EILERTSEN *et al.* (2004), o limite de 5 mm não promove efeito adverso à biota e de acordo com HOLTHAUS *et al.* (2003) a espessura mínima para a qual o soterramento não seria considerado nocivo à comunidade bentônica é equivalente a 9,6 mm para sedimentos exógenos.

De acordo com SMITH *et al.* (2001), o recobrimento do fundo pelo cascalho descartado pode causar a morte de organismos, principalmente do macro e megabentos, por soterramento e asfixia. Porém, estes efeitos são verificados principalmente para as comunidades que habitam as proximidades do ponto de lançamento, especialmente em regiões de águas rasas, o que é corroborado por diversos autores (MENZIE *et al.*, 1980; EPA, 1999, 2000; UKOOA, 2001). Alterações no sedimento ou na camada de água adjacente podem gerar impactos nos organismos componentes da fauna endobentônica, que devido à sua restrita capacidade de locomoção, são mais vulneráveis às alterações do ambiente. Um exemplo desse tipo de impacto é o soterramento dos tubos e galerias dos anelídeos poliquetas, que constituem um grupo abundante da fauna benthica. Por outro lado, os organismos vágéis da epifauna são menos suscetíveis ao impacto da sedimentação do cascalho (HOUGHTON *et al.*, 1980).

Adicionalmente, estudos recentes no Atlântico Nordeste revelaram a presença de cascalhos provenientes da perfuração até cerca de 200 m do poço com redução da densidade e diversidade da megafauna na área perturbada (DOB *et al.* 2006; DOB *et al.*, 2007).

Em estudo realizado por GATES & JONES (2012), através de coletas de sedimento para avaliação dos impactos gerados pelo descarte de cascalho com fluido de perfuração aderido no Mar da Noruega, constatou-se que os depósitos chegaram a ultrapassar os 100 metros de distância do poço, no entanto, eram geralmente inferiores a esta distância. Isto equivale a uma área de, pelo menos, 26.601 m<sup>2</sup>. Estes resultados são consideravelmente menores do que observado em estudos mais antigos de poços de exploração no Atlântico Nordeste, onde foram utilizados fluidos base óleo e com regulações menos restritivas para as descargas (OLSGARD & GRAY, 1995; DAVIES *et al.*, 1981). Os resultados de deposição também foram inferiores ao relatado em estudos mais recentes, a uma profundidade semelhante no Canal Faroe-Shetland (> 66.800 m<sup>2</sup>) (DOB *et al.*, 2006), embora este último estudo tenha sido realizado em uma área com vários poços perfurados. A persistência dos efeitos do fluido base água e cascalhos de perfuração na megafauna bentônica é ainda pouco conhecido, e o aumento do número de poços num campo pode resultar em maiores áreas afetadas, com potenciais efeitos sinérgicos de acumulação ou de longo prazo (GATES & JONES, 2012).

Ainda, segundo os resultados observados no estudo de GATES & JONES (2012), apesar de em 2009, três anos após a perfuração, ainda ser possível observar perturbações relacionadas ao depósito de cascalho, a área total afetada tinha diminuído consideravelmente desde 2006. Através de filmagens de fundo com ROV, o mesmo estudo mostrou que pilhas com mais de 400 mm de espessura foram observadas a 10 m de distância do poço, enquanto a 50 m havia uma fina cobertura de cascalhos de perfuração, desigualmente distribuída, estimada em menos de 50 mm de espessura. Embora a área com presença de cascalhos com maiores espessuras apresente-se como mais impactada neste estudo, a área com a camada mais finas de cascalho não pode ser desconsiderada, visto que mesmo a presença de finas camadas podem afetar o sedimento e frações menores de fauna bentônica (GATES *et al.*, 2012).

Cabe destacar que segundo NEFF et al., (1987) e NEFF, (2005) a composição da granulometria do cascalho vai depender das características presentes na estratigrafia do poço a ser perfurado. Estudos mostram que as alterações nos organismos bentônicos tendem a ser menores quanto mais semelhantes forem os sedimentos inseridos no ambiente (TURK & RISK, 1987; MAURER ET AL., 1981a,b, 1982; CHANDRASEKARA & FRID, 1998).

No caso do descarte de cascalhos com fluidos de base não aquosa, devido as suas características hidrofóbicas, estes não se misturam eficientemente com as águas do oceano receptor, tendendo a formar agregados que se depositam mais rapidamente (NEFF et al., 2000; BERNIER et al., 2003), podendo afetar mais diretamente a comunidade bentônica.

Em MAPEM (2004) foi evidenciada, após a perfuração, a diminuição da densidade de crustáceos e poliquetas (grupos mais abundantes encontrados) devido às alterações do sedimento e sufocação física dos organismos. Adicionalmente, os resultados obtidos no monitoramento do poço Eagle, localizado em águas ultraprofundas da Bacia de Campos, evidenciaram que após a perfuração houve dominância de organismos oportunistas e de detritívoros tubícolas, em detrimento dos organismos vágeis detritívoros de superfície e subsuperfície (MAPEM, 2004).

#### ***Impacto químico – efeitos de substâncias tóxicas dos fluidos sobre o bentos***

No que diz respeito ao lançamento da mistura fluido/cascalho nas seções de perfuração com *riser*, deve-se considerar que, além da possibilidade de deposição do cascalho sobre os organismos, existe a possibilidade de contaminação com os fluidos de perfuração. É importante ressaltar que na atividade de perfuração poderão ser utilizados fluidos de base aquosa e não aquosa.

De acordo com SMITH *et al.*(2001), além dos efeitos imediatos gerados pela sedimentação do cascalho de perfuração, a comunidade bentônica poderá sofrer, em médio-longo prazo, o efeito da contaminação química do sedimento. A deposição do cascalho com fluido de perfuração aderido/adsorvido no fundo oceânico pode disponibilizar compostos químicos para o sedimento, e, muitas vezes, para os organismos bentônicos, sobretudo os detritívoros. Quanto a isso, ressalta-se que as concentrações de bário são normalmente elevadas nos sedimentos próximos ao ponto de lançamento, contudo os metais presentes nos fluidos, sendo bário o majoritário, geralmente encontram-se em formas químicas que limitam em muito sua solubilidade e a sua disponibilidade para os organismos, informação essa corroborada por OLSGARD & GRAY (1995).

Para serem utilizados e descartados os fluidos de perfuração devem apresentar baixo potencial tóxico. Especificamente para o fluido base-água, o descarte e posterior diluição e dispersão do fluido no oceano garantem que os efeitos tóxicos sentidos pela comunidade bentônica serão pouco significativos. Vários autores, em estudos sobre os efeitos do descarte de fluido base-água na comunidade bentônica, relataram a ausência de efeitos mensuráveis, ou efeitos tóxicos pouco significativos (DAAN & MULDER, 1993; MENZIE, 1980; HOUGHTON *et al.*, 1980; MARIANI *et al.*; 1980; BOTHNER *et al.*, 1985; NEFF *et al.*, 1989).

Pesquisas mais recentes demonstraram que fluidos de base aquosa em suspensão causaram danos no aparelho filtrador em moluscos bivalves (BECHMANN *et al.* 2006), fato verificado através dos efeitos ocorridos em biomarcadores anatômicos, fisiológicos, genético e bioquímico. BERLAND *et al.* (2006) também verificaram brandos efeitos em bivalves, semelhantes ao demonstrado no estudo anteriormente citado.



Desta forma, para o presente estudo, pode-se considerar o impacto por descarte de cascalho/fluido base-água pouco significativo, já que não se espera efeitos químicos diretos. Os fluidos de perfuração de base não aquosa causarão efeitos diretos à biota, principalmente, em função da toxicidade dos componentes orgânicos dos fluidos. Contudo, tal toxicidade é baixa e restrita a poucos metros do ponto de descarte junto ao substrato oceânico. Em adição, ressalta-se que a rápida biodegradabilidade dos compostos orgânicos leva à diminuição do tempo de exposição dos organismos aos componentes do fluido.

### ***Impacto bioquímico – efeitos da degradação dos fluidos no sedimento***

Segundo EPA (2000), um fator importante na avaliação dos impactos ambientais do descarte de fluidos e cascalhos é o potencial para bioacumulação. No entanto, de acordo com levantamentos realizados por SMITH *et al.* (2001), o bário e outros metais apresentam pequeno potencial de bioacumulação.

Assim como para os fluidos de base aquosa, os fluidos de perfuração de base não aquosa possuem baixa bioacumulação e toxicidade, sendo muitas vezes a toxicidade inferior à apresentada para o fluido base-água. As substâncias-base dos fluidos de base não aquosa, além de hidrofóbicas, têm muito baixa biodisponibilidade aos organismos marinhos, possuindo reduzido ou nenhum risco de bioacumular nos tecidos. A tendência do cascalho com fluido de base não aquosa aderido é de assentar no assoalho marinho rapidamente, sendo a persistência dos compostos orgânicos associados ao fluido o principal fator impactante à comunidade bentônica local (BERNIER *et al.*, 2003).

Estudos indicam que muitos dos efeitos prejudiciais por altas concentrações de cascalhos com fluidos de base não aquosa nos sedimentos são causados prioritariamente pelo enriquecimento de nutrientes, e a resultante queda de oxigênio nos sedimentos por biodegradação microbológica, quando comparado com a toxicidade das substâncias dos fluidos. Se houver altas concentrações de fluidos sintéticos nos cascalhos, maior é a biodegradação dos produtos químicos orgânicos presentes no fluido.

Por exemplo, PETERSEN & HERTWICH (2008) demonstraram que a biodisponibilidade dos metais presentes na barita é muito baixa. No entanto, BECHMANN *et al.* (2006) verificaram que bivalves acumularam metais após 3 semanas de exposição a fluidos de perfuração em suspensão, porém os efeitos negativos à biota não puderam ser vinculados à toxicidade dos metais e sim ao estresse físico, demonstrando que os metais podem estar biodisponíveis, porém em concentrações seguras aos organismos aquáticos. Com relação aos compostos orgânicos sintéticos (majoritariamente n-alcenos lineares) dos fluidos de base não aquosa, a baixa solubilidade dificulta a bioacumulação em organismos marinhos (BERNIER *et al.* 2003), corroborando que o efeito da disposição de fluidos de base aquosa e não aquosa ocorre, principalmente, em função dos efeitos químicos (diminuição de oxigênio) e físicos (dano ao sistema de filtração/alimentação); e, secundariamente, à toxicidade dos elementos (hidrocarbonetos).

Ressalta-se também que o cascalho de perfuração com fluido de perfuração de base não aquosa aderido que poderá ser utilizado na perfuração dos poços na Bacia de Barreirinhas irá passar por um sistema completo de tratamento a bordo da sonda, composto por hidrociclones, centrifugas e secador de cascalho, a fim de garantir a máxima remoção do fluido adsorvido ao cascalho. Desta forma, o percentual de fluido base aderido ao cascalho descartado no mar deverá ser inferior a 6,9%.

O enriquecimento orgânico resultando na anoxia do sedimento pode causar a eliminação de espécies sensíveis, aumentando a colonização por um grande número de espécies tolerantes e oportunistas. A recuperação inicia-se quando a matéria orgânica do sedimento diminui e o potencial redox aumenta. Em alguns casos, o aumento da matéria orgânica, após perfuração, pode inclusive atrair peixes demersais (NEFF et al., 2000).

FECHHELM *et al.* (1999) relataram um aumento dos grupos Polychaeta e Gastropoda, após perfuração com fluido sintético. O autor postulou que a biodegradação deve ter sustentado a atividade bacteriana a certo nível que pode ter influenciado o aumento de organismos tolerantes da macrofauna. SMITH *et al.* (1991) e MAPEM (2004) observaram também um aumento de poliquetas oportunistas após a perfuração de poços, ratificando estudos anteriores

### ***Considerações Finais***

Ressalta-se que mesmo que haja uma diminuição de organismos bentônicos, após a perfuração, decorrente de todos os impactos a que esta comunidade está submetida, a recolonização será rápida, primeiro por organismos oportunistas, depois pelas demais espécies que vão retornando, tanto via imigração quanto via reprodução, reestruturando a comunidade. Em regiões tropicais (águas quentes), como a área de estudo, a reestruturação da comunidade é ainda mais rápida.

Segundo vários autores, dentre eles SMITH *et al.* (2001), foi relatado que a recolonização da comunidade bentônica se dá de forma acelerada, entretanto, como não se pode precisar quando a comunidade se recuperará, e considerando que a colonização da área afetada pode ser feita por espécies distintas daquelas afetadas pela atividade, os impactos foram conservativamente considerados como de longa duração para a localidade afetada. Acredita-se, contudo, que a tendência, ainda que a longo prazo, seja o retorno à composição predominante na região.

Pode-se concluir, então, que os impactos ambientais resultantes das atividades de perfuração estarão restritos às áreas mais contíguas aos poços, mas deverão ser de alta magnitude, considerando os efeitos agudos no entorno dos poços a serem perfurados. Vale mencionar que, embora localizado, as condições do sedimento da região de deposição serão severamente alteradas física e quimicamente, alterando tanto a composição como a estrutura da comunidade bentônica, com a mortalidade imediata de organismos. Deve-se considerar ainda que a possibilidade de mobilização da acumulação de cascalho depositado é baixa, haja vista que as correntes de fundo na profundidade em questão não terão força suficiente para mobilizar o cascalho acumulado.

Também deve se levar em consideração que a ingestão de sedimento contaminado por espécies detritívoras, é uma via de contaminação da biota por metais – teoricamente bioindisponíveis em sua maior parte –, o que pode significar uma porta de entrada representativa para as cadeias alimentares. Considerando-se ainda que o fluido de perfuração de base não aquosa possa ser usado, deve-se considerar que a degradação deste tipo de base é demorada, sendo sua presença no sedimento prolongada, causando impacto de longo prazo.

O impacto foi classificado como negativo, direto, de incidência imediata, local, visto que os efeitos mais significativos estão restritos ao entorno dos poços. É de longa duração – em função da baixa velocidade das correntes marinhas a grandes profundidades, temporário, reversível e intermitente.

No que se refere à cumulatividade, foi classificado como induzido por poder ser induzido por impactos nos sedimentos de fundo.

Quanto à sensibilidade do fator ambiental, esta foi classificada como alta considerando-se (i) as três naturezas nas quais a comunidade bentônica poderá ser afetada, sendo que as três podem ocorrer simultaneamente; e que (ii) a recolonização que poderá ocorrer na área afetada poderá ser feita por outras espécies que não as afetadas. Além disso, vale destacar a escassez de dados para a região e as características intrínsecas da comunidade bentônica, a qual possui grande importância ecológica no leito oceânico de regiões profundas, além de baixa resiliência a impactos gerados neste ambiente.

Vale ressaltar que, através das filmagens de fundo realizadas, não foi observada a presença de bancos de rodolitos, algas calcárias, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica ou feições geomorfológicas relevantes na área inspecionada. De acordo com esta análise visual, pode-se afirmar que o sedimento da área apresenta predomínio de frações lamosas, porém com contribuições relevantes de frações arenosas (classificação majoritária como lama-arenosa).

De acordo com a metodologia adotada, o impacto foi classificado como de grande importância, em função da alta magnitude e alta sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

*Etapa de Operação:*

<b>Ação Geradora</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Atributos</b>
ASP 7 – Descarte de cascalho e fluido de perfuração → Geração de cascalho e deposição ao redor da cabeça dos poços → Geração da mistura fluido/cascalho e descarte a partir da superfície	→ Variação da composição granulométrica → Recobrimento do fundo e contaminação → Contaminação química ↓ IMP 13 - Interferência nas comunidades bentônicas	Negativo, direto, incidência imediata, local, longa duração, temporário, reversível, induzido, intermitente - alta magnitude e grande importância.

**6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto**

Para o monitoramento do impacto serão realizadas medições dos parâmetros físico-químicos nos fluidos de perfuração (densidade, salinidade, pH e temperatura), concentração de metais e HPAs, bem como a avaliação da toxicidade dos fluidos utilizados antes e durante a atividade. Esses parâmetros serão medidos no escopo do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) – Subprojeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), que será desenvolvido durante o desenvolvimento da atividade.

Adicionalmente, as condições do sedimento no entorno do poço são parâmetros a serem utilizados para o monitoramento do impacto. Essas condições serão verificadas através de inspeções de ROV anteriormente a perfuração, para avaliação de estruturas biogênicas, previstas no escopo do PMA.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Destaca-se a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto. Ressalta-se que toda legislação anteriormente descrita, encontra-se apenas citada a seguir:

- “**Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural**” – Documento do IBAMA, atualmente em consulta pública;
- **Resolução ANP nº 71/15**, de 31.12.2014;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/IBAMA Nº 06/09**, de 2006;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011;
- **Instrução Normativa MMA nº 03/03**, de 26/05/2003: Lista Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção;
- **Portaria MMA nº 98/15**, de 28/04/2015;
- **Decreto nº 4.703/03**, de 21/05/2003;

Adicionalmente, não existem leis específicas de proteção aos organismos bentônicos, a não ser aqueles que constituem recursos pesqueiros, como as lagostas e os camarões. Estes animais são protegidos por períodos de defeso, além de terem os seus criadouros protegidos conforme dispõe a **Lei nº 11.959/09** que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, proibindo a pesca de espécies em período de reprodução.

Quanto aos planos e programas, destacam-se:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

### ➤ **IMP 14 – Atração de organismos**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 8 – Disponibilidade de substrato artificial**

#### **1. Apresentação**

A partir do posicionamento da unidade de perfuração, já durante a fase de operação, serão criados substratos adicionais para o assentamento de organismos bentônicos e, em especial, dos organismos recifais. O ambiente local poderá ter sua ecologia alterada em decorrência de uma ação antrópica.

#### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Está prevista a permanência de duas unidades de perfuração na área da atividade durante a perfuração dos poços que poderá durar 19 meses. Ressalta-se que as unidades previstas são navios-sonda com sistema de posicionamento dinâmico, ou seja, sem sistema de ancoragem.

Esse novo elemento no ambiente marinho oferecerá um substrato adicional para a fixação de organismos bentônicos, funcionando como recife artificial.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

A presença das unidades de perfuração no local onde será desenvolvida a atividade – Bacia de Barreirinhas – proporcionará substrato artificial adicional para a instalação de organismos bentônicos, levando, conseqüentemente, a uma atração de peixes e aves. Assim, a atração/fixação de organismos, nessas estruturas, poderá levar a uma alteração da ecologia local.

A atração de organismos para o entorno da unidade de perfuração será incrementada pelos descartes de efluentes domésticos efetuados a partir da unidade.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Não há uma medida específica para impedir a atração de organismos para as unidades de perfuração. Contudo, o descarte de efluentes domésticos (efluente sanitário e resíduos alimentares), que também é um fator responsável pela atração de organismos, será tratado no escopo do PCP – Projeto de Controle da Poluição, responsável pelo controle e manejo das fontes de poluição.

Vale considerar, também, o Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) a ser realizado por técnicos ambientais na plataforma com o objetivo de avaliar qualquer alteração na biota marinha no entorno da unidade, e, considerando o efeito atrativo de estruturas artificiais em ambiente *offshore* sobre animais marinhos, o Plano de Manejo de Fauna na Plataforma (PMFP). Esse último descreve os procedimentos de resposta e manejo emergencial a serem seguidos em caso de presença de fauna no perímetro das unidades de perfuração ou em sua adjacência imediata.

O Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT) também contribuirá para a mitigação dos impactos através da sensibilização dos profissionais envolvidos na atividade sobre os riscos e danos ambientais potenciais do empreendimento, bem como através da capacitação dos mesmos no que se refere ao manejo de resíduos e efluentes.

As medidas têm caráter preventivo e eficácia baixa.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

Durante o desenvolvimento da atividade, a(s) unidade(s) de perfuração permanecerá (ão) na área da atividade por cerca de 19 meses, proporcionando, durante esse período, substrato artificial adicional para organismos bentônicos, e conseqüentemente para peixes e aves. A própria presença da unidade de perfuração e o sombreamento proporcionado pela mesma pode constituir em atrativo extra para a fauna do entorno. A atração de organismos para as proximidades da unidade de perfuração será incrementada, também, pelos descartes de efluentes domésticos (efluente sanitário e restos alimentares triturados) efetuados a partir da unidade.

Diversos trabalhos científicos demonstram que as estruturas de plataformas marinhas são importantes locais de aglomeração de peixes (HELVEY, 2002; PITCHER & SEAMAN, 2000; GROSSMAN, JONES & SEAMAN, 1997; SEAMAN *et al.*, 1989; HASTINGS, OGREN & MABRIL, 1976). Estima-se, por exemplo, que as plataformas de petróleo e gás constituam cerca de 28% da área de substrato duro conhecido nas costas da Louisiana e do Texas, EUA (STANLEY & WILSON, 1990).

Estudos hidroacústicos realizados por STANLEY & WILSON (1997), observaram que a densidade de peixes adultos apresentava-se maior em áreas próximas as unidades de perfuração e que a densidade destes diminuía a partir dos 30 metros. Os autores notaram ainda que não houve mudanças nestas densidades de peixes durante ciclos de 24 horas.

Ressalta-se que, apesar dos benefícios com relação a um possível incremento temporário da biodiversidade local em função da disponibilidade de substrato artificial, vale lembrar que será inserido em um ambiente natural já estruturado, um fator passível de gerar, temporariamente, alterações na ecologia do sistema, fato esse considerado negativo.

Desta forma, este impacto, embora possua aspectos positivos relacionados a um possível incremento da biodiversidade local, será classificado como negativo, considerando-se que o ambiente local poderá ter sua ecologia alterada temporariamente em decorrência de uma ação antrópica.

Quanto à magnitude, a classificação é baixa, visto que a estrutura atratora é uma plataforma flutuante, movimentando-se no nível mais superficial da lâmina d'água maior do que 1.600 m, em área afastada da costa e por tempo limitado. É provável um aumento da densidade e diversidade de organismos no local, gerando alterações temporárias na ecologia do sistema. O impacto foi classificado como direto, de incidência imediata, de duração imediata, reversível e contínuo. A abrangência espacial foi classificada como regional, visto que as espécies que realizam grandes deslocamentos podem ser atraídas para o entorno da unidade de perfuração, quando próximas a esta. Desta forma, os efeitos do impacto poderão ser sentidos em um raio superior a 5 km da fonte geradora. Considerando outros aspectos de atração da fauna, como a iluminação, por exemplo, bem como, em função das outras atividades possíveis de serem implantadas na Bacia de Barreirinhas, por outros operadores, o impacto foi classificado como cumulativo.

Pode-se considerar o fator ambiental, neste caso, como de média sensibilidade devido às características inerentes ao mesmo que estão vinculadas à variação da ecologia local, mesmo sendo nesse caso, uma alteração temporária e localizada.

A importância foi classificada como média, em função da baixa magnitude e da média sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

*Etapa de Operação:*

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 8 – Posicionamento da unidade de perfuração → ASP 5 – Disponibilidade de substrato artificial	→ IMP 14 - Atração de organismos Incrustação de organismos bentônicos – agregação de biomassa íctica, atração de aves → Variação da biodiversidade.	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, contínuo - baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Os organismos atraídos pela presença da plataforma que serão identificados no escopo do Plano de Manejo de Fauna de Plataforma (PMFP), e no Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) poderão ser utilizados como parâmetros indicadores do impacto.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir, são apresentados legislação e planos e programas aplicáveis ao impacto. Ressalta-se que legislação e planos e programas anteriormente descritos, encontram-se apenas citados.

- **Lei nº 6.938/1981**, de 31/08/1981;
- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Decreto nº 4.339/02**, de 22/08/2002;
- **Decreto nº 4.703/03**, de 21/05/2003.
- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar**;
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR)**;
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO)**;
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)**.

## Síntese dos Impactos Efetivos/Operacionais

A **Tabela II.8.2.1.8** constitui a matriz de impacto ambiental para a etapa operacional da atividade, relativa aos impactos sobre os meios físico e biótico.

Todos os 14 impactos relacionados aos meios físico e biótico foram identificados como **negativos**. Na etapa de posicionamento da unidade de perfuração (etapa de instalação/mobilização) foram identificados 9 (nove) impactos. Na etapa de perfuração do poço (operação) foram identificados 13 (treze) impactos, e na etapa de desativação/desmobilização da atividade foram identificados 8 (oito) impactos.

Considerando todos os impactos identificados, 71,4 % foram considerados de **baixa magnitude**, 21,4% de **média magnitude** e 7,2 % de **alta magnitude** em condições normais de operação (impactos efetivos/operacionais). Adicionalmente, 43% foram considerados de **pequena importância**, 36% de **média importância** e 21% de **grande importância**.

Os impactos de maior relevância foram o IMP 3, relacionado aos mamíferos marinhos e tartarugas marinhas em função da geração de ruídos e luminosidade; o IMP 4 – Interferência com a avifauna, relacionado à geração de iluminação artificial nas embarcações de apoio e na unidade de perfuração; e IMP 13, relacionado à comunidade bentônica em função do descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido.

O IMP 3 – Interferência com **mamíferos marinhos e tartarugas marinhas** - é decorrente da geração de ruídos, durante toda a atividade. Este impacto pode alterar de forma pontual o comportamento de organismos que dependem do som para suas atividades biológicas. Os efeitos de sons e ruídos podem levar à atração ou ao afastamento destes organismos em relação à atividade. O impacto foi classificado, conservadoramente, como de **média magnitude e grande importância**. Vale mencionar que, esse fator ambiental – mamíferos marinhos e tartarugas marinhas – também está sujeito ao impacto decorrente da navegação da unidade de perfuração e embarcações de apoio (IMP 1), visto o risco de colisão dessas embarcações com os organismos ocorrentes na região. Esse impacto foi classificado como de **baixa magnitude e média importância**.

Quanto ao fator ambiental **Avifauna**, foi verificada a incidência de apenas um impacto, embora de **média magnitude e grande importância** - o IMP 4 – Interferência com a avifauna, relacionado à geração de iluminação artificial nas embarcações de apoio e na unidade de perfuração. Fontes luminosas em áreas abertas funcionam como atratores de aves, em especial migratórias. Este efeito pode, excepcionalmente, levar a lesões ou mortes por colisão com as unidades marítimas.

No que se refere ao **Bentos**, o IMP 13 – Interferência nas comunidades bentônicas ocorre em função do descarte de cascalho com fluido de perfuração aderido, sendo este o único impacto incidente sobre este fator ambiental. Apesar dos impactos mais relevantes estarem restritos às áreas mais contíguas aos poços, o impacto foi considerado como de **alta magnitude**. O fator ambiental foi classificado, conservadoramente, como de **alta sensibilidade**, considerando o pouco conhecimento da região e as características intrínsecas à comunidade bentônica, a qual possui, de maneira geral, grande importância ecológica no leito oceânico de regiões profundas, além de baixa resiliência a impactos gerados neste ambiente. Vale mencionar que a comunidade bentônica pode ser afetada por três naturezas distintas de impacto (física, química e bioquímica), sendo que as três podem ocorrer simultaneamente. Desta forma o mesmo é tido como de **grande importância**.

Quanto à **biodiversidade**, foi identificado apenas 01 (um) impacto com incidência sobre o fator ambiental. O IMP 2 – Introdução de Espécies Exóticas, classificado como de **baixa magnitude e média importância**. Este impacto é resultante do posicionamento das sondas nas locações, e está vinculado à possibilidade de introdução de espécies exóticas no ambiente através de larvas de organismos que se encontram incrustadas na unidade de perfuração. Esses organismos, em casos extremos, podem levar ao desaparecimento de espécies nativas por competição e predação. O fator ambiental (biodiversidade) foi avaliado como de **alta sensibilidade**.

O IMP 14 – Atração de Organismos, de **baixa magnitude e média importância**, também está relacionado ao posicionamento da unidade de perfuração na locação, mas neste caso, proporcionando a criação de substratos adicionais para o assentamento de organismos bentônicos. Neste caso o fator ambiental afetado é a **ecologia** do sistema. A atração de organismos bentônicos, associada ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares, e a sombra criada pela unidade de perfuração, atrairá peixes e aves para o entorno da unidade. Apesar dos benefícios com relação a um possível incremento temporário e pontual da biodiversidade, será inserido em um ambiente natural já estruturado, um fator passível de gerar alterações, também temporárias e pontuais, na ecologia do sistema, fato esse considerado negativo. O fator ambiental (ecologia) foi classificado como de **média sensibilidade** devido às características inerentes ao mesmo que estão vinculadas à variação da ecologia local, mesmo sendo nesse caso, uma alteração temporária e localizada.



Dentre os demais fatores ambientais, destacam-se como os mais afetados a **água** e o **plâncton**, em função da incidência de 02 (dois) impactos - relativos ao descarte de efluentes domésticos e oleosos e ao descarte de cascalho e fluido de perfuração. Ressalta-se, contudo, que os impactos identificados sobre esses fatores foram classificados como de **baixa magnitude** e **pequena importância**, levando-se em conta que todos os efluentes passarão por tratamento adequado anterior ao seu descarte ao mar, e considerando a grande capacidade de dispersão das águas oceânicas. Em função dessa grande capacidade de dispersão, associado à lâmina d'água superior a 1.600 m no local da atividade, não é esperada deterioração da qualidade destes fatores ambientais.

O **sedimento** será afetado, apenas, pelo impacto decorrente do descarte de cascalho e fluido de perfuração, e pode ser classificado como de **média magnitude** e **média importância**. O impacto pode ser considerado como local, visto que os efeitos mais significativos estarão restritos ao entorno dos poços.

As possíveis interferências no **ar** e no **clima** serão decorrentes das emissões gasosas a partir das embarcações de apoio e das unidades de perfuração, que poderão afetar a qualidade do ar de forma localizada e temporária, bem como contribuir para o efeito estufa. Os impactos identificados foram classificados como de **baixa magnitude**, sendo no caso da qualidade do ar de **pequena importância**, e para o efeito estufa de **média importância**, considerando a **alta sensibilidade** do fator ambiental (clima). Em função da duração da atividade e da grande dispersão dos gases na atmosfera, não é esperada, porém, deterioração da qualidade destes fatores ambientais.

A interferência sobre a **ictiofauna** é decorrente da geração de ruídos e luminosidade pelas embarcações de apoio e pela sonda de perfuração. Os impactos foram classificados como de **baixa magnitude** e **pequena**. O fator ambiental pode ser considerado de **baixa sensibilidade**, visto que são abundantes na região, e que não apresentam particularidades específicas. Adicionalmente, vale ressaltar que a atividade será realizada em áreas oceânicas, afastadas da costa, onde os recursos pesqueiros não são relevantes à economia. Em função das características da atividade não é esperada uma piora na qualidade deste fator ambiental em decorrência do desenvolvimento da mesma.

Cabe destacar que a atividade em questão será realizada em águas ultraprofundas (> 1.600 m) e afastada da costa (distância mínima de aproximadamente 76 km). Os impactos identificados são, em sua maioria, temporários e reversíveis, sendo grande parte de abrangência localizada. Vale destacar, contudo, que a presença de outros empreendimentos da mesma natureza que o empreendimento em foco na Bacia de Barreirinhas, contribuirá para aumentar os riscos de danos ambientais na região, considerando a cumulatividade dos impactos previstos. Na 11ª Rodada de Licitações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para a Bacia de Barreirinhas foram arrematados 19 blocos, sendo 05 (cinco) no setor SBAR-AP1 – BAR-M-213 (OGX) e BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252 e BAR-M-254 (BG Brasil); 06 (seis) no setor SBAR-AP2 – BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340, BAR-M-342, BAR-M-344 (BG Brasil) e BAR-M-346 (BP); e 08 (oito) no setor SBAR-AR2 – BAR-M-251 e BAR-M-389 (OGX), BAR-M-292, BAR-M-293, BAR-M-313 e BAR-M-314 (CHARIOT); BAR-M-367 (OURO PRETO) e BAR-M-388 (BG Brasil). Além desses, vale mencionar os Blocos BM-BAR-1 e BM-BAR-5, da PETROBRAS. Excluindo-se os três blocos arrematados pela OGX, os quais foram devolvidos para a ANP, pode-se considerar a possibilidade de atividade em 18 blocos na bacia.

Apesar do desconhecimento do cronograma das demais atividades na bacia, não é esperado um incremento significativo nos danos previstos. Vale mencionar que, a OURO PRETO e a CHARIOT não tem compromisso de perfuração. Adicionalmente, espera-se que o processo da PETROBRAS no BM-BAR-5 esteja concluído em fase anterior à atividade da BG Brasil, considerando o estágio avançado do processo de licenciamento da Petrobras. Desta forma, é provável que caso ocorra simultaneidade de operações, está se dê apenas com a atividade da BP, na Bacia de Barreirinhas, previstas para serem de curta duração.

Deve-se ressaltar que os impactos passíveis de ocorrência na operação normal do empreendimento serão, em sua maioria, monitorados e/ou mitigados através dos projetos ambientais que serão implantados e que se encontram detalhados no item II.10 – Medidas Mitigadoras e Compensatórias e Projetos de Controle e Monitoramento.

**TABELA II.8.2.1.8 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental**

Aspectos Ambientais (ASPs)	Fator Amb.	Impactos Ambientais (IMPs)	Fase	ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS																															
				Natureza		Forma de Incidência		Tempo de Incidência		Abrangência Espacial			Duração			Permanência		Reversibilidade		Cumulatividade					Frequência				Impacto em UCs		Magn.	Import.			
				Pos.	Neg.	Dir.	Ind.	Imed.	Post.	Local	Reg.	Suprar.	Imed.	Curta	Média	Longa	Temp.	Perm.	Rev.	Irrev.	Não Cumul.	Cumul.	Indutor	Induz.	Sinerg.	Pont.	Cont.	Cíclico	Intermit.	Sim			Não		
ASP 1 - Navegação da unidade de perfuração	MT	IMP 1 - Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas	I; O; D		x	x		x									x													x			x	B	M
ASP 2 - Transporte de insumos e resíduos																																			
ASP 3 - Posicionamento da unidade de perfuração	BIO	IMP 2 - Introdução de espécies exóticas	I		x	x			x								x															x	B	M	
ASP 4 - Geração de ruídos e luminosidade	MT	IMP 3 - Interferência com mamíferos marinhos e tartarugas marinhas	I; O; D		x	x		x									x														x	M	G		
	AVI	IMP 4 - Interferência com a avifauna	I; O; D		x	x		x									x													x	M	G			
	ICT	IMP 5 - Interferência com a ictiofauna	I; O; D		x	x		x									x													x	B	P			
ASP 5 - Descarte de efluentes domésticos e oleosos	AG	IMP 6 - Variação da Qualidade das Águas	I; O; D		x	x		x									x													x	B	P			
	PLA	IMP 7 - Interferência com as Comunidades Planctônicas	I; O; D		x	x		x									x													x	B	P			
ASP 6 - Emissão de gases	AR	IMP 8 - Variação da qualidade do ar	I; O; D		x	x		x									x													x	B	P			
	CLI	IMP 9 - Contribuição para o efeito estufa	I; O; D		x	x		x									x													x	B	M			
ASP 7 - Descarte de cascalho e fluido de perfuração	AG	IMP 10 - Variação da Qualidade das Águas	O		x	x		x									x													x	B	P			
	PLA	IMP 11 - Interferência com as Comunidades Planctônicas	O		x	x		x									x													x	B	P			
	SED	IMP 12 - Variação da Qualidade dos Sedimentos	O		x	x		x									x												x	M	M				
	BENT	IMP 13 - Interferência nas Comunidades Bentônicas	O		x	x		x									x												x	A	G				
ASP 8 - Disponibilidade de substrato artificial	ECO	IMP 14 - Atração de organismos	O		x	x		x									x													x	B	M			

**Fator Ambiental:** MT - Mamíferos Marinhos e Tartarugas Marinhas; BIO - biodiversidade; AVI - Avifauna; ICT - Ictiofauna; AG - água; PLA - Plâncton; AR - ar; CLI - Clima; SED - Sedimento; BENT - Bentos; ECO - Ecologia

**Fase:** I - Instalação (Posicionamento); O - Operação (Perfuração); D - Desativação

**Magnitude:** B - Baixa; M - Média; A - Alta e **Importância:** P - Pequena; M - Média; G - Grande

### II.8.2.1.2 Cenário Acidental – Impactos Potenciais

Neste item é realizada uma análise dos acidentes passíveis de ocorrência, e seus possíveis efeitos sobre os diversos compartimentos, considerando sempre a pior hipótese. Uma análise quantitativa completa de impactos é impossível neste caso, visto que os possíveis efeitos de um acidente serão dependentes do tipo e da proporção do acidente.

Para a avaliação dos impactos passíveis de ocorrência em caso de acidentes, **não se leva em conta a probabilidade de ocorrência do acidente**, e sim a do impacto caso o acidente ocorra. Portanto, as probabilidades de toque do óleo na costa, expressas em percentagens, estão associadas a um derramamento acidental decorrente do “cenário de pior caso”, tal como definido pela **Resolução CONAMA 398/08**, de 11/06/08. Estes percentuais não podem ser confundidos com a probabilidade de toque na costa devido a qualquer acidente com derramamento de óleo no mar.

Ressalta-se que, com base na análise histórica de acidentes (item II.12 - Análise e Gerenciamento de Risco), as atividades de exploração e produção apresentam pouca relevância em relação aos grandes derramamentos de óleo.

Com relação à frequência média de ocorrência dos diferentes tipos de acidente em unidades navio-sonda, de acordo com o WOAD (1998), a tipologia acidental mais frequente está relacionada ao dano estrutural ( $20 \times 10^{-3}$  unid./ano), seguido de contato acidental entre embarcações relacionadas à atividade com a unidade de perfuração ( $16,67 \times 10^{-3}$  unid./ano), incêndio ( $13,33 \times 10^{-3}$  unid./ano), e falhas de máquinas ( $11,67 \times 10^{-3}$  unid./ano). *Blowouts* ( $10 \times 10^{-3}$  unid./ano) e demais problemas nos poços ( $11,67 \times 10^{-3}$  unid./ano), apresentaram, em conjunto, cerca de  $21,67 \times 10^{-3}$  ocorrências por unidade/ano.

Ainda de acordo com a série histórica apresentada no WOAD (1998), verifica-se ainda que 55% dos registros de acidentes/incidentes com unidades móveis provocam danos de pequena relevância. Para as unidades móveis operando em todo o mundo no período de 1980-1997, o tipo de vazamento mais frequente (cerca de 50%) está relacionado com liberação de gás, representando consequências menos severas para o ambiente marinho. Em seguida aparecem os tipos de liberação classificados como óleo leve e óleo e gás.

Os volumes de óleo envolvidos em casos de vazamento decorrentes das atividades de exploração e produção tendem a ser pequenos. Considerando casos de liberações acidentais de óleo cru, óleo e gás, óleo leve e substâncias químicas em unidades móveis em todo o mundo, no período de 1980-1997, a quantidade liberada em cerca de 73% dos casos com volume liberado conhecido ficou entre 0 –  $10 \text{ m}^3$ .

A despeito dos dados históricos, para os fins do presente estudo a análise do cenário acidental considera o resultado das modelagens de dispersão de óleo (**Anexo B** deste item), embora essas tenham sido elaboradas com base em cenários extremamente conservadores, os quais se encontram descritos no Item II.12 – Análise e Gerenciamento de Riscos. No presente caso considerou-se os critérios de descarga constantes na seção 2.2.1 do Anexo II da Resolução CONAMA 398/08, ou seja, descargas pequenas –  $8 \text{ m}^3$ , descargas médias – até  $200 \text{ m}^3$  e descarga de pior caso. As simulações de  $8 \text{ m}^3$  e de  $200 \text{ m}^3$  foram elaboradas considerando vazamentos instantâneos na superfície. Para as simulações de pior caso foi considerado um vazamento contínuo de fundo, correspondente a um *blowout* dos poços (**Tabela II.8.2.1.9**).

**TABELA II.8.2.1.9 – Volumes de *blowout* modelados por poço.**

Poços	VOLUME (m <sup>3</sup> )
A	7.494,50
B	4.072,10
C	8.900,50
D	3.654,10
E	7.542,10
F	8.098,80
G	4.792,10

Para todos os casos simulados a deriva do óleo foi acompanhada por 30 dias conforme estabelece a Resolução CONAMA 398/08, totalizando 60 dias de simulação, no caso do vazamento de pior caso. As simulações foram realizadas utilizando-se um óleo cru de 35,0° API, tendo sido desenvolvidas para 02 (dois) cenários sazonais, verão (janeiro a junho) e inverno (julho a dezembro), para os sete poços da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas.

Todas as simulações realizadas para esse cenário não levam em conta as ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Ações Emergenciais.

A seguir são apresentados os resultados obtidos nas modelagens realizadas.

#### ➤ Principais Resultados das Modelagens Realizadas

De acordo com as simulações probabilísticas, apenas considerando os volumes de vazamento de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves à Cururupu, no estado do Maranhão.

Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 0,1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de, aproximadamente, 10 dias (257 horas) a 43 dias (1026 horas), com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo, com a probabilidade de 17%. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades inferiores a 1%. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias (1056 horas).

No que se refere às Unidades de Conservação, a maior probabilidade de presença de óleo se dá na APA da Foz do rio Preguiças / Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente (22%), no PARNA dos Lençóis Maranhenses (17%), e na APA Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças, com 11% de probabilidade de presença de óleo, todas no cenário de verão, e com um tempo mínimo de toque superior a 250 horas (> 10 dias). No cenário de inverno as probabilidades de toque são inferiores a 1%. O menor tempo de toque ocorre no PE Marinho do Parcel de Manuel Luís (89 horas), embora a probabilidade de presença de óleo nesta UC seja próxima a 1%.

Os resultados obtidos em relação ao intemperismo do óleo utilizado nas simulações mostraram que a evaporação e a interação com a coluna d'água são os principais processos que atuam na redução da massa de óleo na superfície da água, equivalente a mais de 95% da massa original do óleo.

➤ **Avaliação dos Impactos**

O quadro a seguir sintetiza os principais acidentes passíveis de ocorrer em cada fase da atividade em questão.

<b>Etapa</b>	<b>Ação Geradora</b>
<b>Fase de Instalação</b>	
Instalação da Unidade de Perfuração	Vazamento de óleo diesel das embarcações de apoio e unidade de perfuração.
<b>Fase de Operação</b>	
Perfuração dos Poços	Vazamento de óleo diesel em função da movimentação de embarcações.
	Transporte de rejeitos para a costa → acidente com embarcação → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc., lançados no mar.
	Vazamento de óleo diesel dos tanques durante abastecimento, vazamento de válvulas, juntas, ruptura.
	<i>Blowout</i> – vazamento de óleo em quantidades incontroláveis.
<b>Fase de Desativação</b>	
Desativação da Atividade	Vazamento de óleo diesel das embarcações de apoio e unidade de perfuração.

Foram identificados para esta este cenário (Cenário Acidental) os seguintes aspectos ambientais e impactos ambientais relacionados aos meios físico e biótico.

A numeração dos aspectos ambientais e impactos ambientais é independente das demais etapas da atividade.

Os Aspectos Ambientais (ASP) identificados são:

- ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo
- ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa

Os Impactos Ambientais (IMPs) identificados encontram-se abaixo discriminados.

- Variação da qualidade das águas
- Variação da qualidade do ar
- Variação da qualidade dos sedimentos
- Interferência com as comunidades planctônicas
- Interferência com as macroalgas/algas calcárias
- Interferência com as comunidades zoobentônicas
- Interferência com a ictiofauna
- Interferência com os mamíferos marinhos
- Interferência com os quelônios
- Interferência com a avifauna
- Interferência nas praias
- Interferência nos manguezais

- Interferência nos recifes de corais
- Interferência nos costões rochosos

A **Tabela II.8.2.1.10** apresenta os aspectos ambientais identificados para este cenário, os fatores ambientais afetados por cada um destes, bem como uma descrição sintética de cada impacto ambiental.

A **Tabela II.8.2.1.11** representa a matriz de interação entre os fatores ambientais, aspectos ambientais e impactos ambientais.

As interferências com Unidades de Conservação em caso de acidentes estão sendo consideradas no item II.8.2.3 deste capítulo.

**TABELA II.8.2.1.10 – Relação entre os aspectos ambientais, fatores ambientais e impactos ambientais identificados**

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo  ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa	Água	IMP 1 – Variação da qualidade das águas – o derramamento de óleo (ASP 1) ou despejo de resíduos (ASP 2), nas águas marinhas poderão levar a contaminação das águas atingidas pelos variados poluentes associados.
	Ar	IMP 2 – Variação na qualidade do ar – a evaporação do óleo vazado no mar (ASP 1) pode levar a alterações na qualidade do ar na região atingida pelo vazamento de óleo.
	Sedimento	IMP 3 – Variação na qualidade dos sedimentos – caso o óleo vazado atinja o fundo do mar (ASP 1) poderá haver uma contaminação dos sedimentos na região atingida.
	Plâncton	IMP 4 – Interferência com as comunidades planctônicas – o derramamento de óleo (ASP 1), ou de resíduos (ASP 2) nas águas marinhas poderão gerar variações na qualidade das águas atingidas, e por conseguinte nas comunidades planctônicas.
	Macroalgas / Algas calcárias	IMP 5 – Interferência com as macroalgas e algas calcárias – um derramamento de óleo (ASP 1), ou de resíduos (ASP 2) em águas marinhas pode levar a contaminação e morte de macroalgas.
	Zoobentos	IMP 6 – Interferência com as comunidades bentônicas - em caso de acidente envolvendo vazamento de óleo (ASP 1) os impactos passíveis de ocorrência sobre o sedimento e as comunidades bentônicas do local seriam a contaminação do sedimento e, por conseguinte, dos organismos bentônicos.
	Ictiofauna	IMP 7 – Interferência com a ictofauna - o derramamento de óleo (ASP 1) ou despejo de resíduos (ASP 2), nas águas marinhas poderão levar a contaminação de peixes na região afetada.
	Mamíferos Marinhos	IMP 8 – Interferência com mamíferos marinhos - o derramamento de óleo (ASP 1) ou despejo de resíduos (ASP 2), nas águas marinhas poderão levar a contaminação de mamíferos marinhos ocorrentes na região afetada.

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
	Quelônios	IMP 9 – Interferência com quelônios - o derramamento de óleo (ASP 1) ou despejo de resíduos (ASP 2), nas águas marinhas poderão levar a contaminação de tartarugas marinhas na região afetada.
	Avifauna	IMP 10 – Interferência com a avifauna - A contaminação da água por óleo (ASP 1) pode atingir as aves marinhas de uma maneira geral. No caso do lançamento de resíduos no mar (ASP 2), as aves marinhas podem ser afetadas por ingestão direta ou indireta destes elementos.
	Praias	IMP 11 – Interferência com praias – em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções (descarga de pior caso) (ASP 1) praias da região, e fauna associada, poderão ser atingidas.
	Manguezais	IMP 12 – Interferência com manguezais – em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções (descarga de pior caso) (ASP 1) manguezais da região, e fauna associada, poderão ser atingidos.
	Recifes de Corais	IMP 13 – Interferência com recifes de corais – em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções (descarga de pior caso) (ASP 1) recifes da região, e fauna associada, poderão ser atingidos.
	Costões Rochosos	IMP 14 – Interferência com costões rochosos – em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções (descarga de pior caso) (ASP 1) costões rochosos, e fauna associada, poderão ser atingidos.



**TABELA II.8.2.1.11 – Matriz de Interação – aspectos ambientais, fatores ambientais, impactos ambientais**

Aspectos Ambientais	Fatores Ambientais													
	Água	Ar	Sedi-mento	Plâncton	Macroalgas Algas Calcárias	Zoobentos	Ictiofauna	Mamíferos Marinhos	Quelônios	Avifauna	Praias	Mangue- zais	Recifes de Corais	Costões Rochosos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo	IMP 1	IMP 2	IMP 3	IMP 4	IMP 5	IMP 6	IMP 7	IMP 8	IMP 9	IMP 10	IMP 11	IMP 12	IMP 13	IMP 14
ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa		NA									NA	NA	NA	

A descrição dos impactos ambientais identificados para os meios físico e biótico, durante o cenário acidental, é apresentada a seguir.

Vale mencionar que, as interferências com Unidades de Conservação em caso de acidentes estão sendo consideradas no item II.8.2.3 deste capítulo.

### ➤ **IMP 1 – Variação da Qualidade das Águas**

**Aspecto Ambiental Associado:** *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

*ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa*

#### **1. Apresentação**

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração, embarcações de apoio e dedicada, ou de resíduos no caso de acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos, poderão levar a contaminação das águas atingidas pelos variados poluentes associados.

#### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves à Cururupu, abrangendo ao todo doze municípios, considerando os dois cenários (verão e inverno).

#### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O derramamento de óleo ou de resíduos sólidos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas.

#### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado, conforme prescritos no PGR (Plano de Gerenciamento de Riscos) – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

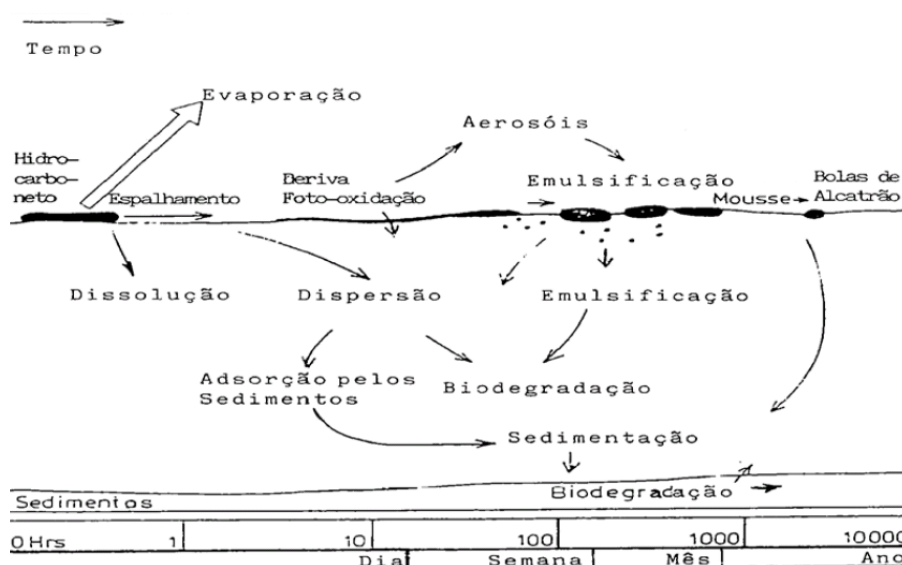
A eficácia dessas medidas é alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Dentre os acidentes passíveis de afetarem o meio ambiente destacam-se os relacionados a vazamento ou derrames de óleo/hidrocarbonetos, em qualquer uma das fases da atividade, com efeitos diretos sobre a qualidade das águas da região.

O óleo bruto e seus derivados, quando liberados no mar, sofrem uma grande variedade de alterações e transformações através de processos físicos, químicos e biológicos, sendo possível destacar: o espalhamento, devido à ação de ventos, marés, ondas e correntes; a evaporação, com a eliminação dos compostos mais leves e conseqüente aumento da viscosidade do óleo derramado; a dissolução, transferência da fração de hidrocarbonetos aromáticos e saturados de baixo peso molecular para a coluna d'água (WHEELER; 1978; NRC, 2003; UNEP, 1991; BÍCEGO, 1996, SILVA, 2005 *apud* RODRIGUES, 2009); a dispersão, responsável pela formação de pequenas gotículas do produto derramado que ficam suspensas na coluna d'água e facilitam o processo de biodegradação (SILVA, 2004); a emulsificação, processo irreversível que dificulta a degradação da mancha e provoca o surgimento de uma mistura viscosa e flutuante chamada *mousse*; a adsorção e floculação, adesão das gotículas aos tecidos de organismos vivos e partículas suspensas; sedimentação, transferência do óleo da coluna d'água para o sedimento; biodegradação, com a seguinte ordem de preferência, alcanos > alcenos > aromáticos > cicloalcanos, transformando as moléculas em subprodutos oxidados, que serão, por fim, degradados a CO<sub>2</sub> e água (SILVA, 2004; RODRIGUES, 2009); e a foto-oxidação, que transforma quimicamente os componentes do óleo através de uma reação fotoquímica, dependente da presença de oxigênio e radiação solar, produzindo novos compostos que tendem a ser mais solúveis e tóxicos, no entanto este processo não tem grande significância na intemperização do óleo (CETESB, 2002 *apud* SILVA, 2004).

Os principais processos que afetam a mancha de óleo após o vazamento em uma escala temporal, segundo a relevância dos fenômenos em função do tempo transcorrido é apresentado por SILVA (2004), conforme **Figura II.8.2.1.3**, abaixo:



**FIGURA II.8.2.1.3 – Principais processos de intemperismo que atuam na mancha de óleo após o vazamento.**

Segundo NEFF & ANDERSON (1981 *apud* ROMERO *et al.*, 2011), as características físico-químicas do óleo combustível pesado, tais como sua alta viscosidade e densidade, favorecem a formação de gotículas, que em lugar de dissolver-se na coluna d'água terminam misturando-se a ela em suspensão. Com o derramamento de grandes volumes de óleo, observa-se que a qualidade da água é mais afetada na superfície. As principais alterações são a mudança da sua coloração, odor e transparência, que podem afetar a penetração de luz e conseqüentemente a atividade fotossintética da área atingida.

Os hidrocarbonetos provenientes do petróleo dissolvem-se na coluna d'água, podendo ser degradados por bactérias, no entanto as frações de maior peso molecular são mais persistentes devido à baixa solubilidade em água, volatilidade e elevada capacidade de adsorção. Estes compostos podem acumular-se nas membranas lipídicas dos organismos produzindo alterações estruturais e funcionais (SIKKEMA *et al.*, 1994 *apud* PEDROZO *et al.*, 2002).

Cabe destacar que a solubilidade de hidrocarbonetos na água é indiretamente relacionada com o tamanho das moléculas. Na verdade, quanto menor for a molécula de um hidrocarboneto, maior sua solubilidade em água. Entretanto, os hidrocarbonetos aromáticos como o benzeno e o tolueno, de conhecido potencial tóxico agudo ao ambiente marinho, são reconhecidos como mais solúveis do que os alifáticos como as parafinas (SILVA, 2000). O benzeno e tolueno representam de 70 a 85% do total de aromáticos dissolvidos em um óleo cru. Quando hidrocarbonetos aromáticos são descartados no mar, a concentração elevada de sais na água salgada favorece a solubilidade dos compostos aromáticos. No entanto, alguns processos podem diminuir esta taxa de dissolução, como a formação de emulsificação (aumento da viscosidade), adsorção e floculação das gotículas às partículas em suspensão, removendo o óleo da coluna d'água, a própria chegada da mancha à costa e a limpeza mecânica ou queima da mancha na superfície (FRENCH-McCAY & PAYNE, 2001 *apud* ROMERO *et al.*, 2011).

Adicionalmente, os hidrocarbonetos apresentam diversos compostos voláteis que apresentam maior solubilidade em água. Esses compostos voláteis tendem a evaporar rapidamente após o descarte. De acordo com MCAULIFFE (1979), diversos estudos indicam que não são encontradas concentrações detectáveis de hidrocarbonetos dissolvidos em águas oceânicas, principalmente se o aporte ocorreu pela superfície, onde os processos turbulentos do oceano (ondas e marés) favorecem a evaporação dos compostos dissolvidos. Outro aspecto que deve ser lembrado é o significativo, porém lento, processo de degradação bacteriana que se inicia logo após a disponibilização do óleo pelos processos intempéricos, com o pico de crescimento da população de bactérias ocorrendo dentro do primeiro mês após o vazamento (SILVA, 2004).

Os hidrocarbonetos poliaromáticos compreendem centenas de estruturas e são conhecidos por incluírem inúmeros compostos que são carcinogênicos e genotóxicos em animais, cujos efeitos encontrados são dependentes de vários fatores, como concentração, comportamento de quebra e a sua degradação no ambiente aquático (LYE, 2000). Em estudos de toxicidade de curta duração, o efeito mais observado foi a narcose apolar. Outros efeitos como ativação bioquímica, efeitos mutagênicos, carcinogênicos e distúrbios hormonais, podem ocorrer como resultado de uma exposição prolongada a baixas concentrações de HPA.

O fracionamento no meio ambiente remove vários HPAs, resultando em uma limitada biodisponibilidade para os organismos aquáticos. A maior parte dessas substâncias quando livres na água irão adsorver fortemente para sedimentos e substância particulada que removerá a maior parte deles da solução (KEITH, 1997 *apud* LYE, 2000). Estudos apontam que mais de 50% da fração dos hidrocarbonetos insolúveis dispersa pela coluna d'água, sendo removida pela matéria particulada em suspensão que sedimenta e contribui para o transporte do poluente da superfície para o fundo dos oceanos (LEE, 2002; GEARING et al., 1980; WADE & QUINN, 1980 *apud* ROMERO et al., 2011). Esse fenômeno ocorre mais comumente em águas rasas com ação de ondas (FRENCH-McCAY & WHITTIER, 2003 *apud* ROMERO et al., 2011).

O óleo cru geralmente tem alta concentração de moléculas de HPAs de baixo peso molecular, que são menos tóxicas que os outros hidrocarbonetos aromáticos, mas relativamente solúveis em água podendo ser absorvidos biologicamente. Dados coletados de uma variedade de organismos aquáticos em distâncias de 0-2000 m de plataformas de produção têm confirmado que embora HPAs bioacumulem na biota aquática eles não fazem biomagnificação (NEFF & SAUER, 1996 *apud* LYE, 2000).

Apesar de haver captação de HPAs pelos organismos, a maior parte dos animais aquáticos, principalmente crustáceos e peixes, também possuem uma função-mista da enzima oxigenase, que rapidamente metaboliza a HPAs mais polares, derivados solúveis que são rapidamente excretados de maneira ativa ou passiva, minimizando, dessa forma, a acumulação (LYE, 2000).

Existem muitos estudos laboratoriais relevantes que poderiam auxiliar indicando efeitos endócrinos potenciais dos HPAs. Apesar de realizados com águas de produção, estudos demonstram que muitas espécies de peixes podem com sucesso desencadear reações endócrinas em resposta a água de produção oleosa (10-75% WSF – Water-Soluble Fraction, Fração Solúvel em Água), ou seja, apresentam reações aos HPAs. No entanto, as altas concentrações (>10%) utilizadas por esses trabalhos estão acima das concentrações ambientalmente realistas de hidrocarbonetos de petróleo e com isso, não devem induzir essas respostas (LYE, 2000).

Além dos prejuízos causados pelo óleo, como a toxicidade, destaca-se também que manchas de hidrocarbonetos na água formam uma película superficial que dificulta a troca gasosa com a atmosfera.

Vale destacar que, o resultado do aporte de óleo na coluna d'água e na atmosfera em decorrência dos vazamentos de superfície ou de águas profundas é muito diferente. Durante os vazamentos superficiais, componentes altamente solúveis, como o BTEX, C3-benzeno e naftalenos, rapidamente se volatilizam e são transferidos para a atmosfera em períodos de horas a poucos dias, limitando sua dissolução na coluna d'água. No caso de vazamentos em águas profundas, no entanto, os gases e óleos experimentam um significativo período de residência na coluna d'água, com pouca ou nenhuma possibilidade de volatilização. Por esta razão, a dissolução dos componentes do petróleo na coluna d'água é muito mais extensa que o tipicamente observado para vazamentos superficiais (REDDYA et al., 2012).

Os volumes de óleo envolvidos em caso de vazamento tendem a ser pequenos. No entanto deve se considerar cenários de grandes proporções de óleo, que segundo a simulação de dispersão realizada, irão causar, com baixas probabilidades de ocorrência, impactos na região costeira – onde se situam ecossistemas ambientalmente importantes.

A simulação da dispersão de óleo indicou que apenas para os volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa, onde os corpos de água apresentam-se com maior sensibilidade, com baixa probabilidade. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves à Cururupu, considerando os dois cenários (verão e inverno). No cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de presença de óleo. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades inferiores a 1% de presença de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

Os resultados obtidos em relação ao intemperismo do óleo utilizado nas simulações mostraram que a evaporação e a interação com a coluna d'água são os principais processos que atuam na redução da massa de óleo na superfície da água, equivalente a mais de 95% da massa original do óleo.

Pequenos a médios vazamentos de óleo também podem ocorrer durante o deslocamento de embarcações, no transporte de resíduos da área do empreendimento para a costa. O volume de óleo liberado seria menor que o de um poço controlado *offshore*, e o tipo do óleo poderia ser caracterizado como combustível ou lubrificante (PERRY, 2005). A evaporação de frações leves de combustível é mais rápida que a de um derrame bruto, com isso uma boa proporção do conteúdo volátil é removida para a atmosfera (PERRY, 2005). A gasolina, o querosene e a nafta possuem grandes frações de aromáticos e são mais tóxicos que o óleo diesel e o óleo cru, porém esses últimos são mais persistentes no ambiente, causando impactos de longa duração (MONTEIRO, 2003).

Apesar da menor quantidade e da maior probabilidade de evaporação, as consequências ambientais de um derrame próximo à costa são potencialmente maiores. A poluição crônica e aguda por óleo é reconhecida como uma ameaça significativa para os organismos que vivem nos ecossistemas costeiros (PERRY, 2005).

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da área do empreendimento para a costa, também podem levar a consequências sobre a qualidade das águas, em função dos resíduos que essas embarcações transportam - resíduos industriais, perigosos (pilhas e baterias), ambulatoriais, domésticos, além de óleos residuais, líquidos contaminados com óleo, dentre outros.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, no caso de grandes vazamentos de óleo (equivalente a descarga de pior caso), de duração imediata - visto que os efeitos sobre o fator ambiental terão duração inferior a cinco anos, reversível e indutor - por induzir a ocorrência de outros impactos.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes na qualidade das águas vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação é alta, visto que segundo as simulações realizadas o óleo pode chegar à região costeira, onde se situam regiões e ecossistemas de importante relevância ecológica e baixa resiliência.

A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte. Cabe ressaltar que os atributos referem-se aos impactos e não às ações geradoras. Para a avaliação dos impactos passíveis de ocorrência em caso de acidentes, não se leva em conta a probabilidade de ocorrência do acidente, e sim a do impacto caso o acidente ocorra.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante transporte de resíduos para a costa → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc.</li> </ul>	Alterações das propriedades físico-químicas e/ou biológicas das águas → IMP 1 - Variação da qualidade da água.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, indutor – alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo é a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA. Eventualmente, dependendo da intensidade da contaminação das águas, e dos tipos de contaminantes, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises adicionais.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto. Informa-se, novamente, que toda legislação anteriormente descrita, encontra-se apenas aqui citada.

- **Lei de Crimes Ambientais** nº 9.605/98, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000: Dispõe sobre a prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo em águas nacionais, definindo procedimentos de contenção de acidentes e classificação dos acidentes em razão da abrangência dos efeitos. Além disso, determina de forma genérica, normas para o transporte de óleo e substâncias nocivas ao meio ambiente e, genericamente, as sanções a serem aplicadas no caso de acidentes ambientais;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002: Regulamenta a Lei nº 9.966/00, dispondo sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas nacionais;
- **Resolução CONAMA nº 001-A/86**, de 23/01/1986: Estabelece normas gerais relativas ao transporte de produtos perigosos;
- **Resolução CONAMA nº 274/00**, de 29/11/2000;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;

- **Resolução CONAMA nº 397/08**, de 03/04/2008;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11: Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007: Institui o Regime de Segurança Operacional para as Instalações de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural. Essa norma considera como regime de Segurança Operacional a estrutura regulatória estabelecida pela ANP visando à garantia da Segurança Operacional, consideradas as responsabilidades do Concessionário e as atribuições da ANP na condução das atividades de perfuração e produção de petróleo e gás natural;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009: Estabelece o procedimento para comunicação de incidentes, a ser adotado pelos concessionários e empresas autorizadas pela ANP a exercer as atividades de exploração, produção, refino, processamento, armazenamento, transporte e distribuição de petróleo, seus derivados e gás natural, no que couber;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13**, de 31/01/2013: Estabelece diretrizes para a apresentação da Tabela Única de Informações para Planos de Emergência Individual – PEIs e Planos de Emergência para Vazamento de Óleo – PEVOs das plataformas de perfuração e de produção nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13**, de 20/09/2013: Estabelece diretrizes para aprovação dos Planos de Emergência Individual – PEI, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).**

#### ➤ **IMP 2 - Variação da qualidade do ar**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP I – Acidente com derramamento de óleo**

### **1. Apresentação**

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração ou demais embarcações poderão levar a contaminação das águas por óleo. A evaporação do óleo vazado no mar pode levar a alterações na qualidade do ar na região atingida pelo vazamento de óleo.



## 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar.

Os resultados obtidos em relação ao intemperismo do óleo utilizado nas simulações mostraram que a evaporação e a interação com a coluna d'água são os principais processos que atuam na redução da massa de óleo na superfície da água, equivalente a mais de 95% da massa original do óleo.

Vale mencionar, que as probabilidades do óleo chegar à costa, onde podem estar localizadas áreas de concentrações humanas, são consideradas baixas.

## 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

Parte do óleo vazado para o mar vai evaporar levando a uma deterioração temporária da qualidade do ar da região.

## 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado e do Plano de gerenciamento de Riscos – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

A pluma de *smog*, com uma série de oxidantes, pode causar efeitos adversos em animais, vegetais e seres humanos. A inalação dos vapores é um dos impactos mais imediatos de um vazamento de óleo sobre os cetáceos (RPS ENERGY/DESIRE PETROLEUM, 2005), por exemplo. Esta exposição pode apresentar efeitos nocivos ao sistema nervoso central, coração e vias respiratórias de aves e mamíferos. Além disso, a evolução da síndrome tóxica decorrente desta inalação sobre o sistema nervoso central em humanos caracteriza-se pelos sintomas de tontura, confusão, desorientação, vômitos, inconsciência, parada cardiorrespiratória e pode chegar a óbito (PEDROZO *et al.*, 2002).

É importante ressaltar que a mancha de óleo, segundo os cenários simulados, pode atingir a costa, onde se situam as áreas urbanas e os ecossistemas sensíveis, contudo considera-se que a circulação atmosférica e os fenômenos meteorológicos da região tendem a dispersar os poluentes do ar com relativa rapidez.

O processo de perda para a atmosfera dos compostos com baixo ponto de ebulição inicia-se imediatamente após o derrame, sendo relevante nas primeiras 48h e estendendo-se por aproximadamente duas semanas. O processo de evaporação altera a composição química do produto, deixando a mancha mais espessa, e pode ser responsável pela redução de mais da metade do volume da mesma, alcançando de 75 a 100% de redução

para muitos refinados leves como gasolina e querosene (LEE, 1980, ITOPF, 1987 *apud* API, 1999 *apud* SILVA, 2004).

Tanto as propriedades do produto derramado quanto as condições ambientais influenciam no processo de evaporação da mancha. A volatilidade do produto, a área da mancha, a espessura da mancha, que é inversamente proporcional à taxa de evaporação, a radiação solar, a temperatura da água, que é diretamente proporcional à taxa de evaporação, e o vento, são fatores determinantes para a transferência do contaminante para o ar (CETESB, 2002 *apud* SILVA, 2004).

Os hidrocarbonetos que compõem o petróleo podem afetar a qualidade do ar de três formas. Primeiramente, os compostos mais biodisponíveis, como benzenos, toluenos e naftalenos, classificados como poluentes altamente perigosos para o ar pela EPA (2015) são imediatamente liberados para a atmosfera. Em seguida, os hidrocarbonetos de volatilidade intermediária reagem na atmosfera produzindo uma fase de aerossol, que forma partículas inferiores a 1µm de diâmetro e que penetram pelas vias respiratórias gerando danos para a saúde. Por fim, os hidrocarbonetos reagem com compostos nitrogenados e a luz solar formando poluentes secundários, tais como o ozônio e os nitratos de peroxiacetil (MIDDLEBROOK *et al.*, 2011).

Os mesmos autores apontam, ainda, que a qualidade do ar é afetada não apenas pelos processos de evaporação dos componentes presentes no petróleo, mas também pela reação destes produtos na atmosfera. Em temperaturas mais quentes e em presença de luz solar, a maior parte dos hidrocarbonetos reage fotoquimicamente em poucos dias (MIDDLEBROOK *et al.*, 2011). Assim, o potencial de transporte por longas distâncias destes hidrocarbonetos é limitado, uma vez que ocorre a degradação fotolítica dos mesmos (SILVA, 2004). Em contrapartida, a formação de partículas de aerossol frequentemente persiste no ambiente durante dias, podendo gerar grandes impactos quando o vazamento ocorre na superfície e próximo a áreas urbanas com descarte de compostos nitrogenados na atmosfera (MIDDLEBROOK *et al.*, 2011).

Visto que os impactos mais significativos relacionados a qualidade do ar ocorrem no momento do vazamento e próximos a área do mesmo, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, em caso de grandes vazamentos de óleo, de duração imediata - visto que os efeitos sobre o fator ambiental terão duração inferior a cinco anos, reversível e indutor - por induzir a ocorrência de outros impactos.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes com vazamento de óleo na qualidade do ar vai variar de acordo com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada conservadoramente como média.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação é baixa, visto a grande capacidade de dispersão de gases na região onde se realizará a atividade. A importância do impacto é média, em função da média magnitude e baixa sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> </ul>	Evaporação de óleo → IMP 2 - Variação da qualidade do ar.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, indutor-média magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não são indicados parâmetros específicos para o monitoramento do impacto na qualidade do ar, visto que os poluentes estarão dispersos na atmosfera. O monitoramento do impacto resultante de um vazamento de óleo pode ser realizado indiretamente através dos parâmetros indicadores de óleo nas águas – óleos e graxas, HTP e HPA (vide IMP 1 – Variação na qualidade das águas).

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 05/89**, de 15/06/1989;
- **Resolução CONAMA nº 03/90**, de 28/05/1990;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13**, de 20/09/2013.

Destaca-se, ainda, o seguinte programa:

- **Programa de Desenvolvimento de Baixo Carbono.**

### ➤ IMP 3 - Variação da qualidade dos sedimentos

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

### 1. Apresentação

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração ou demais embarcações, poderá levar a contaminação dos sedimentos de fundo por óleo, caso o óleo atinja o substrato marinho.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. O óleo vazado, em função de diversos processos poderá atingir o sedimento. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

Em relação ao vazamento de óleo, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, as probabilidades de toque de óleo na costa são baixas.

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O derramamento de óleo ou de resíduos sólidos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação dos sedimentos marinhos, caso esses sejam atingidos.

Em caso de vazamentos de óleo, parte do óleo vazado para o mar pode se depositar no fundo, afetando os sedimentos marinhos, de acordo com as modelagens probabilísticas de fundo realizadas para os cenários de pior caso.

Com relação à presença de óleo na costa, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de pior caso, houve probabilidade de o óleo atingir o trecho que se estende de Paulino Neves à Cururupu, no estado do Maranhão, abrangendo doze municípios, considerando os cenários de verão e inverno. A maior probabilidade de presença de óleo é observada no município de Barreirinhas (MA), com 22%, no verão.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado e através do Plano de gerenciamento de Riscos – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

### 5. Descrição do impacto ambiental

O risco de contaminação por óleo no sedimento em águas profundas é baixo (OLIVEIRA, 2003; PERRY, 2005). Poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar, ou se alterar a ponto de afundar na água. A gravidade específica dos óleos intemperizados é próxima à densidade da água à temperatura de 15°C (OLIVEIRA, 2003). Em águas rasas, porém, especialmente em condições adversas, gotículas de óleo podem chegar ao leito marinho, causando danos pontuais e locais, contaminando o sedimento e os organismos (PERRY, 2005).

Para a presente atividade estão sendo considerados vazamentos de 8 e 200 m<sup>3</sup> na superfície e *blowout* de fundo, proveniente dos poços.

Conforme apresentado anteriormente, estudos apontam que mais de 50% da fração dos hidrocarbonetos insolúveis dispersa pela coluna d'água, sendo removida pela matéria particulada em suspensão que sedimenta e contribui para o transporte do poluente da superfície para o fundo dos oceanos (LEE, 2002; GEARING *et al.*, 1980; WADE & QUINN, 1980 *apud* ROMERO *et al.*, 2011). Esse fenômeno ocorre mais comumente em águas rasas com ação de ondas (FRENCH-McCAY & WHITTIER, 2003 *apud* ROMERO *et al.*, 2011).

A formação de plumas de óleo em águas profundas, no entanto, é descrita por vários autores que consideram os efeitos dos vazamentos a partir do fundo do mar (SAUTER *et al.*, 2006; SCHROPE, 2010; SUESS *et al.*, 1999 *apud* GONG *et al.*, 2014). Sob condições ambientais de maior profundidade, particularmente elevadas pressões e baixas temperaturas, a propriedade dos gases é alterada e dependendo da sua composição pode converter a pluma em um estado sólido semelhante ao gelo (JOHANSEN, 2003 *apud* GONG *et al.*, 2014). Da mesma forma, hidrocarbonetos com cadeias superiores a 14 átomos de carbono podem formar uma fase sólido-cerosa (THIBODEAUX *et al.*, 2011), alterando suas propriedades. Assim, a pluma de óleo formada por vazamentos originados no fundo do mar permite a coexistência de diversas fases, entre elas gases, partículas em suspensão, óleos e hidrocarbonetos sólido-cerosos que impactam o sedimento e os organismos (GONG *et al.*, 2014).

Já no caso de uma fonte de vazamento na superfície, existem duas formas principais de o óleo atingir o sedimento: através da sua união a pequenas partículas em suspensão na coluna d'água e a partir de sua absorção por animais que se alimentam filtrando a água, o que causa o acúmulo de óleo em seu organismo (HABTEC/PETROBRAS, 2006). Estudos recentes sugerem, no entanto, que o processo de emulsificação do óleo na água é um dos principais responsáveis pela contaminação do plâncton marinho, que ingere as microgotículas, que por sua vez atuam em seus orgânulos digestivos e se manifestam em suas fezes, indo finalmente se depositar no fundo do mar e aglomerando-se ao sedimento (OLIVEIRA, 2003).

O processo de sedimentação das substâncias que compõem o petróleo inicia-se logo após o vazamento, mas atinge seu pico apenas algumas semanas depois. Trata-se de um processo relevante em águas costeiras, com alto hidrodinamismo e na presença de organismos e partículas em suspensão na coluna d'água (SILVA, 2004). Uma vez que ocorre a sedimentação, a residência do produto no ambiente aumenta, tornando-o uma fonte de contaminação em longo prazo que pode ultrapassar a escala anual (RODRIGUES, 2009).

O óleo que se encontra na coluna d'água forma agregados com o material particulado em suspensão a partir da colisão e adesão dos mesmos e através da interação das cargas elétricas dos componentes polares do óleo com a superfície das partículas (BANDARA *et al.*, 2011 *apud* GONG *et al.*, 2014). Os fatores-chaves para a transferência do óleo da coluna d'água para o sedimento são a viscosidade da mancha, a salinidade e a energia de mistura da coluna d'água (GONG *et al.*, 2014).

A viscosidade é o fator principal que influencia a interação do óleo com o sedimento. Quanto menor a viscosidade da mancha maior é a dispersão e a formação de agregados torna-se, com isso, mais provável de ocorrer (LE FLOCH *et al.*, 2002 *apud* GONG *et al.*, 2014). Outro fator importante é a salinidade, que afeta a floculação de partículas sólidas e modifica as propriedades das partículas de óleo, favorecendo a formação de agregados com o aumento da salinidade. Por fim, os processos de mistura da coluna d'água são críticos para a formação de agregados, uma vez que ajudam a quebrar o óleo em gotículas, suspendem os sedimentos do fundo e aumentam os níveis de colisão entre as partículas e o óleo (MA *et al.*, 2008; WINCELE *et al.*, 2004 *apud* GONG *et al.*, 2014).

Caso o óleo atinja o sedimento, duas situações podem ocorrer já que o leito marinho é formado por substratos consolidados e não consolidados. No substrato consolidado o óleo pode permanecer aderido ao fundo, afetando diretamente a comunidade ali presente. Nos substratos não consolidados (substratos formados por partículas móveis) o petróleo pode penetrar verticalmente no sedimento, atingindo camadas

mais profundas e tendendo a se acumular ou se misturar com o sedimento, podendo persistir por longos períodos no ambiente. Neste caso, quanto maior for o tamanho do grão, maior a penetração do óleo no sedimento, podendo atingir várias dezenas de centímetros (DEVIDS, 2008).

O assentamento de partículas de óleo no sedimento de fundo, nas áreas passíveis de serem atingidas por eventuais derramamentos, é de baixa probabilidade de ocorrência, já que para que o óleo “afunde”, dentre outros, precisa estar associado às partículas suspensas na coluna d’água. Em função das características oligotróficas das águas oceânicas aonde serão realizadas as atividades de perfuração, não são esperadas deposição considerável de óleo em regiões oceânicas provenientes de vazamentos na superfície.

Além disso, de acordo com o cenário acidental proposto pela simulação, o óleo pode chegar à costa, com baixas probabilidades, atingindo os ecossistemas costeiros da área de estudo. A deposição do óleo em áreas de águas rasas é mais provável de ocorrer e depende do volume de óleo presente nestas regiões, do nível de energia da costa e do tipo de substrato (IPIECA, 2000). Praias de areia fina e lodo, por exemplo, resistem mais à penetração do óleo (CETESB, 2000). Em locais onde o efeito da ação de ondas é grande, além da retenção de óleo ser dificultada, a recuperação do local é mais rápida. Em locais de baixo hidrodinamismo, se houver sedimentação de óleo, esse pode acumular no sedimento, permanecendo por longo período. Os impactos passíveis de ocorrência para cada um dos ecossistemas descritos na região serão avaliados posteriormente.

Acidentes com embarcações, no transporte de resíduos da área da atividade para a costa, também podem levar a consequências sobre a qualidade dos sedimentos, caso esses alcancem o fundo oceânico, em função dos resíduos que essas embarcações transportam - resíduos industriais, perigosos (pilhas e baterias), ambulatoriais, domésticos, além de óleos residuais, líquidos contaminados com óleo, dentre outros.

O impacto sobre os sedimentos de fundo foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, no caso de grandes vazamentos de óleo, de média duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração de até 30 anos, reversível e indutor - por induzir a ocorrência de impactos na comunidade biológica ali presente.

Como mencionados anteriormente, o impacto nos ambientes costeiros não estão sendo considerados neste momento, visto que estão sendo avaliados em cada ecossistema. Desta forma, a magnitude do impacto no sedimento de fundo foi avaliada como baixa, visto que dificilmente haverá depósito de óleo no fundo oceânico. Para vazamentos de superfície, considerando a profundidade da locação do poço a ser perfurado – aproximadamente 1.600 m, e às baixas concentrações de material particulado, dificilmente haverá assentamento de uma grande quantidade de partículas de óleo.

Vale mencionar que os resultados obtidos na campanha de *baseline* não indicaram a presença recifes coralíneos de águas profundas e/ou bancos biogênicos, fato pelo qual a sensibilidade do fator ambiental foi classificada como baixa. A confirmação da existência ou não destas estruturas será realizada através de imagens obtidas no entorno das locações previstas para os poços, antes do início das atividades de perfuração.

A importância do impacto é pequena, em função da baixa magnitude do impacto e da baixa sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

<b>Ação Geradora</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Atributos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> </ul>	Deposição do óleo no assoalho marinho → IMP 3 - Variação da qualidade do sedimento.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, média duração, temporário, reversível, indutor, pequena magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo é a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA no sedimento. Em caso de vazamento, a depender da intensidade da contaminação dos sedimentos, e dos tipos de contaminantes, será efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises pertinentes.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 274/00**, de 29/11/2000;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 397/08**, de 03/04/2008;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13**, de 20/09/2013..

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II);**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).**

## ➤ IMP 4 – Interferência com as comunidades planctônicas

**Aspecto Ambiental Associado:** *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

*ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa*

### 1. Apresentação

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração ou de resíduos no caso de acidentes com embarcação durante o transporte destes, poderão levar a contaminação das águas, afetando, conseqüentemente, as comunidades planctônicas ali presentes.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de vazamento de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa (máximo de 22% em Barreirinhas/MA, no cenário de verão). As maiores probabilidades de presença de óleo concentram-se nas regiões oceânicas.

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O derramamento de óleo ou de resíduos sólidos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas, e conseqüentemente, das comunidades planctônicas ali presentes.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado e do PGR– medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteadas a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

### 5. Descrição do impacto ambiental

Acidentes envolvendo vazamento de óleo podem afetar as comunidades planctônicas. Manchas de hidrocarbonetos na água exercem influência sobre o plâncton de diversas maneiras: na superfície formam uma película que se opõe às trocas gasosas com a atmosfera; impedem a penetração de luz solar, diminuindo a fotossíntese; e surgem bactérias comensais do derrame que diminuem o oxigênio dissolvido (UFBA,1992;



GONZÁLEZ *et al.*, 2009). Em uma simulação controlada e experimental, GONZÁLEZ *et al.* (2009) indicaram uma queda na atividade fotossintética, bem como de clorofila *a* após um período de 24-72 horas. A presença do óleo pode ainda acarretar em alterações morfológicas (TUKAJ *et al.*, 1998) e genéticas (EL-SHEEKH *et al.*, 2000; CHEN *et al.*, 2008; PARAB *et al.*, 2008).

Além disso, o plâncton quando recoberto pelo petróleo, perde a sua mobilidade e fluatibilidade, podendo sedimentar-se rapidamente (SOTO *et al.*, 1975). Já foi registrado que em presença de petróleo a biomassa fitoplanctônica sofre um aumento, isto pode ser devido à morte do zooplâncton ou a um efeito nutricional do petróleo (CLARK *et al.*, 1997). OZHAN *et al.* (2014) também sugeriu o aumento do fitoplâncton estimulado pela presença de óleo após o acidente de Macondo. VANDERMEULEN & AHERN (1976), sugerem que algas marinhas unicelulares são muito sensíveis a pequenas mudanças de quantidade traço de naftaleno, e possivelmente a outros hidrocarbonetos aromáticos. O zooplâncton, particularmente, acumula hidrocarbonetos aromáticos parafínicos entre as partes do corpo afetando a ação locomotora e de nutrição (ROUX e BRANCONNOT, 1994 *apud* UFBA, 1992). Vale ressaltar que algumas espécies de copépodes podem reconhecer e evitar áreas contaminadas por óleo, e com isso diminuir a taxa de mortalidade (SEURONT, 2010).

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da área do empreendimento para a costa, também podem levar a consequências sobre a qualidade das águas e sobre as comunidades planctônicas, em função dos resíduos que essas embarcações transportam - resíduos industriais, perigosos (pilhas e baterias), ambulatoriais, domésticos, além de óleos residuais, líquidos contaminados com óleo, dentre outros.

A produção de matéria orgânica no ambiente aquático é de fundamental importância como elemento básico na cadeia alimentar, já que as microalgas podem ser diretamente utilizadas como alimento pelos herbívoros. Dessa forma, mudanças na produção primária e na biomassa fitoplanctônica devido a elementos tóxicos, acarretam em mudanças em outros níveis tróficos, como é o caso de peixes, moluscos e crustáceos marinhos, alimento básico e meio de sustentação das populações litorâneas.

É importante mencionar, entretanto, que segundo IPIECA (1991) efeitos sérios sobre o plâncton não são observados em mar aberto. Esse fato, provavelmente, se dá em função das altas taxas reprodutivas desses organismos e da imigração de outras áreas, compensando a redução de organismos causada pelo óleo na área afetada. No entanto, GONZÁLEZ *et al.* (2009) realizaram um experimento em microescala onde foram simulados os impactos do óleo em comunidades fitoplanctônicas oceânicas e costeiras. Os resultados apontaram que os impactos foram maiores na comunidade oceânica. Em particular o picofitoplâncton oceânico sofreu drástica redução. As taxas de fotossíntese e clorofila *a* também foram mais impactadas nas comunidades oceânicas.

Conforme mencionado anteriormente, os blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas estão localizados em águas oceânicas caracterizadas como oligotróficas, segundo dados obtidos através de coletas realizadas para o *baseline* (BG BRASIL/AECOM, 2015).

Destaca-se que parte dos blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas encontra-se em águas ultraprofundas e está inserido na área prioritária “Zm075 – ZEE”, que apresenta, segundo MMA (2007), entre outras características, termoclina permanente e águas superficiais quentes e oligotróficas. Vale ressaltar, na área de estudo, a presença do Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís, localizado a cerca de 100 km do

Bloco BAR-M-215 (setor SBAR-API). De acordo com a “Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha” (MMA, 2002), a área quadrilátera no entorno do Parcel de Manuel Luís é considerada prioritária para a conservação do plâncton. Essa área é ressaltada em função da elevada biodiversidade em águas de plataforma, importante na manutenção de fauna de invertebrados e vertebrados de fundos consolidados e outros recursos demersais. Constitui habitat pelágico, com fundos calcários coralíneos, rochosos e não consolidados rasos. Vale mencionar que, segundo a modelagem realizada, em situação de *blowout*, o Parcel Manoel Luis e o Banco do Tarol apresentam probabilidades extremamente baixas de serem atingido pelo óleo (< 1%).

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função da presença de áreas prioritárias para conservação, de duração imediata - visto que os efeitos sobre o fator ambiental terão duração inferior a cinco anos, reversível, induzido - por ser induzido por variações na qualidade das águas e indutor – por ser à base da cadeia trófica e poder induzir impactos em outros níveis da cadeia trófica.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes na comunidade planctônica vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação é baixa, em função da improbabilidade de alterações na estrutura das comunidades, principalmente devido ao curto período de vida, a alta taxa reprodutiva dos organismos planctônicos, ao dinamismo das correntes que deslocam as comunidades planctônicas.

A importância do impacto é média, em função da alta magnitude e baixa sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante transporte de resíduos para a costa → resíduos industriais, domésticos, ambulatoriais, químicos etc.</li> </ul>	Alterações das propriedades físico-químicas e/ou biológicas das águas → IMP 4 - Interferência com as comunidades planctônicas.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, induzido e indutor – alta magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O parâmetro indicador do impacto é a própria comunidade planctônica. Eventualmente, dependendo da intensidade da contaminação das águas, e dos tipos de contaminantes, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises adicionais.

O indicado é não haver alterações significativas na estrutura da comunidade planctônica.

A eventual avaliação da qualidade das águas, através da coleta de amostras e análises de óleos e graxas, HPA e TPH, também contribuirá para o monitoramento deste impacto.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir, apresenta-se a legislação aplicável, anteriormente descrita.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 001-A/86**, de 23/01/1986;
- **Resolução CONAMA nº 274/00**, de 29/11/2000;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 397/08**, de 03/04/2008;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13**, de 20/09/2013.

Destacam-se os seguintes planos e programas:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

### ➤ **IMP 5 – Interferência com as macroalgas / algas calcárias**

**Aspecto Ambiental Associado:** *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

*ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa*

## 1. Apresentação

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração, bem como, o despejo de resíduos no caso de acidentes com embarcações de apoio durante o transporte dos mesmos, poderão levar a contaminação a contaminação e morte de macroalgas.

## 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo, ou resíduos, para o mar.

Em relação ao vazamento de óleo, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, as probabilidades do óleo tocar a costa são baixas.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O derramamento de óleo pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas, e conseqüentemente, em função da deposição deste óleo no sedimento, das comunidades biológicas ali presentes, incluindo as macroalgas e algas calcárias.

Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado, assim como do Plano de Gerenciamento de Riscos – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

Um dos impactos potenciais envolvendo atividades de exploração e produção de petróleo e gás, especialmente durante a perfuração, são os danos físicos aos bancos de algas calcárias, que formam, muitas vezes, a base da estrutura de uma comunidade. Dessa forma, esse tipo de impacto pode comprometer a complexidade estrutural do habitat, diminuindo, assim, a biodiversidade local (GRALL & HALL-SPENCER, 2003).

Eventos acidentais com vazamentos de óleo podem atingir as algas calcárias através da combinação deste com os sedimentos finos em suspensão e conseqüente deposição no fundo. Quanto maior a concentração de sedimento fino suspenso maior a probabilidade do óleo afundar e causar impacto às algas. O recobrimento impede que as algas realizem as trocas com o ambiente, comprometendo a respiração, excreção, alimentação, fotossíntese, etc. (MONTEIRO, 2003; SILVA, 2003).

Os efeitos tóxicos do óleo sobre as algas se enquadram em duas categorias: os associados ao recobrimento dos organismos e os associados à assimilação de hidrocarbonetos e conseqüente alteração no metabolismo celular das algas, sendo percebidas através das mudanças na sua morfologia e fisiologia (SILVA, 2003).

Muitas substâncias do grupo dos aromáticos possuem comprovado efeito carcinogênico, como o benzopireno e benzatreno, e podem causar tumor em algas (JOHNSTON, 1976 *apud* MONTEIRO, 2003).

O petróleo pode ainda causar uma série de efeitos que não representam a morte imediata dos organismos, mas sim perturbações consideradas importantes, como a *morte ecológica*, a qual impede que o organismo realize suas funções no ecossistema, inclusive podendo progredir para a morte. Entre estes efeitos, encontram-se as alterações na taxa de fotossíntese (MONTEIRO, 2003).

Alguns grupos de algas são mais sensíveis a certos tipos de poluentes como os hidrocarbonetos. Por exemplo, mínimas alterações nas características físico-químicas podem determinar impactos sobre algas calcárias, e sua recuperação é extremamente lenta. A diversidade de organismos que compõe os ambientes comumente chamados de bancos de algas calcárias pode ser comprometida (MARCHIORO & NUNES, 2003).

As algas pardas (*Fucophyceae*) também são particularmente sensíveis. Neste grupo, os gametas masculinos são atraídos pelos femininos por hidrocarbonetos específicos que funcionam como feromônios e que podem ser mimetizados por derivados de petróleo. Esse fato talvez explique o desaparecimento dos representantes de algas pardas em locais impactados por petróleo (MARCHIORO & NUNES, 2003).

É importante observar, no entanto, que de acordo com IPIECA (2001), o óleo dificilmente adere as macroalgas, principalmente em algumas espécies de algas pardas, devido à cobertura mucilaginosa desses organismos. No caso de aderência, esta é facilmente removida pela ação das ondas na região costeira (LOPES, 2007). Regiões entremarés afetadas por vazamento de óleo, em que há mortandade de algas, são rapidamente recolonizadas depois de o óleo ser removido.

Vale mencionar, no que se refere ao uso de dispersantes que, POWERS *et al.* (2013), estudando os efeitos do vazamento de óleo no Golfo do México, demonstraram que o contato com dispersantes pode resultar na morte de algas do gênero *Sargassum* e, conseqüentemente, na perda de habitat para organismos que vivem associados a elas. Cabe destacar que não é prevista a utilização de dispersantes caso ocorra um evento de vazamento de óleo.

Quanto a estrutura da comunidade, LOBÓN *et al.* (2008) não observaram alterações críticas na abundância das algas dominantes ou aumento de espécies oportunistas após o acidente com petroleiro *Prestige*, na costa da Espanha.

Acidentes com embarcações, no transporte de resíduos da área da atividade para a costa - resíduos industriais, perigosos (pilhas e baterias), ambulatoriais, domésticos, óleos residuais, líquidos contaminados com óleo, dentre outros - também podem levar a conseqüências sobre a qualidade das águas, dos sedimentos, e conseqüentemente sobre as comunidades de algas.

Ressalta-se que parte dos blocos da BG Brasil está inserido na área prioritária “Zm075 – ZEE”, que tem, segundo MMA (2007), dentre outras características, substrato predominantemente formado por vazas calcárias e turbiditos. Além disso, destacam-se na área de estudo as seguintes zonas marinhas em função da presença de algas calcárias:

Nome	Importância/Prioridade	Característica
Zm086 (Montes da Cadeia Norte - Elevações submarinas)	Muito Alta / Muito Alta	Elevações rochosas com bioconstrução calcária com topos acima de 200 m.
Zm085 (Fundos Duros 5)	Extremamente Alta/Muito Alta	Presença de fundos carbonáticos mais recifes de algas; pesqueiros de pargo e afins (cabeço) + presença de bancos de lagosta.
Zm035 (Fundo Duro 7 - Carbonático - Areia ou cascalho de molusco)	Extremamente Alta/Extremamente Alta	Área de lagosta - litoral paraense - importância para a pesca - área de pesca artesanal (principalmente).
Zm104 (Manoel Luís)	Extremamente Alta/Extremamente Alta	Banco de recife de coral importante por seu endemismo. Limite extremo de ocorrência de recifes de coral no Brasil. Alta biodiversidade. Bancos de algas calcárias
Zm081 (Fundo de Areias Marinhas)	Muito Alta/Muito Alta	Na frente do estado do Maranhão (entre Tutóia e Barrerinhas) existe a presença de pesca de pargo indicando que deve existir bancos de cascalho ou fundos consolidados
Zm032 (Fundo Duro 8 - Banco de Algas Calcárias)	Extremamente Alta/Extremamente Alta	Banco pesqueiro de pargo e afins e lagosta. Areia ou cascalho de algas coralíneas ramificantes. Recifes de algas. Grande parte do banco composto de alga viva.
Zm075 (ZEE)	Insuficientemente Conhecida/Alta	Substrato predominantemente formado por vazas calcárias e turbiditos.

Além disso, algumas regiões da área de estudo são consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade de plantas marinhas, podendo ser citadas as reentrâncias Maranhenses (MA) – área com grande extensão de manguezais, com flora algal não conhecida; e o Parcel de Manuel Luís (MA) – um dos poucos pontos de ocorrência de substrato rochoso na costa norte e cuja flora ainda não foi estudada. Por sua proximidade com o Caribe pode conter uma flora marinha peculiar.

É importante lembrar que, segundo a simulação de dispersão de óleo realizada, o Banco do Tarol, que é constituído basicamente de nódulos de algas calcárias, o Banco do Álvaro e o Parcel Manuel Luís, apresentam probabilidades máximas de 1% de serem afetados em um evento de *blowout*.

De acordo com as informações presentes no capítulo de Análise de Risco Ambiental, o tempo de recuperação deste componente é de até 30 anos.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – por ultrapassar um raio de 5 km e pela presença de áreas prioritárias para conservação de algas calcárias, de média duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental terão até 30 anos de duração, reversível, induzido – por poder ser induzido por variações na qualidade das águas e indutor – por poder induzir impactos em outros níveis da cadeia trófica.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nas macroalgas vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da extensão da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação é alta, visto as características inerentes ao fator, que pode agregar fauna específica. Adicionalmente, segundo as simulações realizadas o óleo pode chegar à região costeira, onde situam-se ecossistemas de relevância ecológica e onde é observada alta produtividade biológica.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa</li> </ul>	→ IMP 5 - Interferência com as macroalgas/algas calcárias.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, média duração, temporário, reversível, induzido, indutor – alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O parâmetro indicador do impacto é a própria comunidade algas. O indicado é não haver alterações significativas na estrutura da comunidade. A eventual avaliação da qualidade das águas, através da coleta de amostras e análises de óleos e graxas, HPA e TPH também contribuirá para o monitoramento deste impacto.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Atualmente, no Brasil, não existe uma legislação específica para conservação e proteção dos bancos biogênicos. No entanto, devido à importância ecológica desses ambientes, a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente começou a trabalhar no sentido de estabelecer uma Rede de Proteção aos Recifes de Coral. Dentre as ações realizadas em prol dos recifes estão: o mapeamento dos recifes de coral rasos; a campanha Conduta Consciente em Ambientes Recifais; a criação de Unidades de Conservação; e o monitoramento dos recifes de coral do Brasil ([www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)).

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;
- Lei nº 9.966/00, de 28/04/2000;
- Decreto nº 4.136/02, de 20/02/2002;
- Resolução CONAMA nº 398/08, de 11/06/11;
- Resolução ANP nº 43/07, de 06/12/2007;
- Resolução ANP nº 44/09, de 22/12/2009.
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013, de 31/01/2013;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013, de 20/09/2013.

Destacam-se os seguintes planos e programas:

- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).
- Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);
- Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).

## ➤ IMP 6 – Interferência com as comunidades zoobentônicas

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa**

### 1. Apresentação

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração, bem como, o despejo de resíduos no caso de acidentes com embarcações de apoio durante o transporte dos mesmos, poderão levar a contaminação dos sedimentos de fundo, caso os poluentes atinjam o substrato marinho, e consequentemente as comunidades bentônicas ali presentes.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

Em relação ao vazamento de óleo, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, as probabilidades de o óleo tocar a costa são baixas (< 22%).

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

Parte do óleo vazado para o mar pode afundar levando a uma contaminação dos sedimentos de fundo e das comunidades bentônicas presentes.

Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

Os resultados obtidos em relação ao intemperismo do óleo utilizado nas simulações mostraram que a evaporação e a interação com a coluna d'água são os principais processos que atuam na redução da massa de óleo na superfície da água, equivalente a mais de 95% da massa original do óleo.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado segundo o PGR– medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteadas a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.



A eficácia dessas medidas é alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Em caso de acidente envolvendo vazamento de óleo os impactos passíveis de ocorrência sobre o sedimento e as comunidades bentônicas do local seriam a contaminação do sedimento e, por conseguinte, dos organismos bentônicos. Devem ser considerados fatores ambientais e regimes de ventos, correntes, etc, na dispersão do óleo vazado.

Um bom exemplo de como os fatores ambientais e as características oceanográficas de uma região exercem influência sobre a toxicidade de um derramamento, é o observado nos embaiamentos altamente impactados no derramamento do *Exxon Valdez*. No primeiro ano houve uma grande redução no número de taxa de invertebrados bentônicos em vários embaiamentos. No segundo ano ocorreu uma recuperação de alguns táxons, acompanhado de uma redução nas concentrações de hidrocarbonetos. No entanto, no terceiro ano, houve uma nova redução, decaindo o número de táxons, mesmo com as baixas concentrações de hidrocarbonetos. Aparentemente estes embaiamentos apresentam em sua dinâmica períodos naturais de hipoxia-anoxia, que podem resultar em grandes reduções nas populações de invertebrados (LEE & PAGE, 1997).

Os resultados dos diferentes cenários de acidente demonstraram que, além do óleo dispersar na superfície da água na região oceânica, também poderá alcançar ambientes costeiros, com baixas probabilidades. Portanto, os impactos serão divididos em duas situações distintas, uma em região mais oceânica e outra em região costeira.

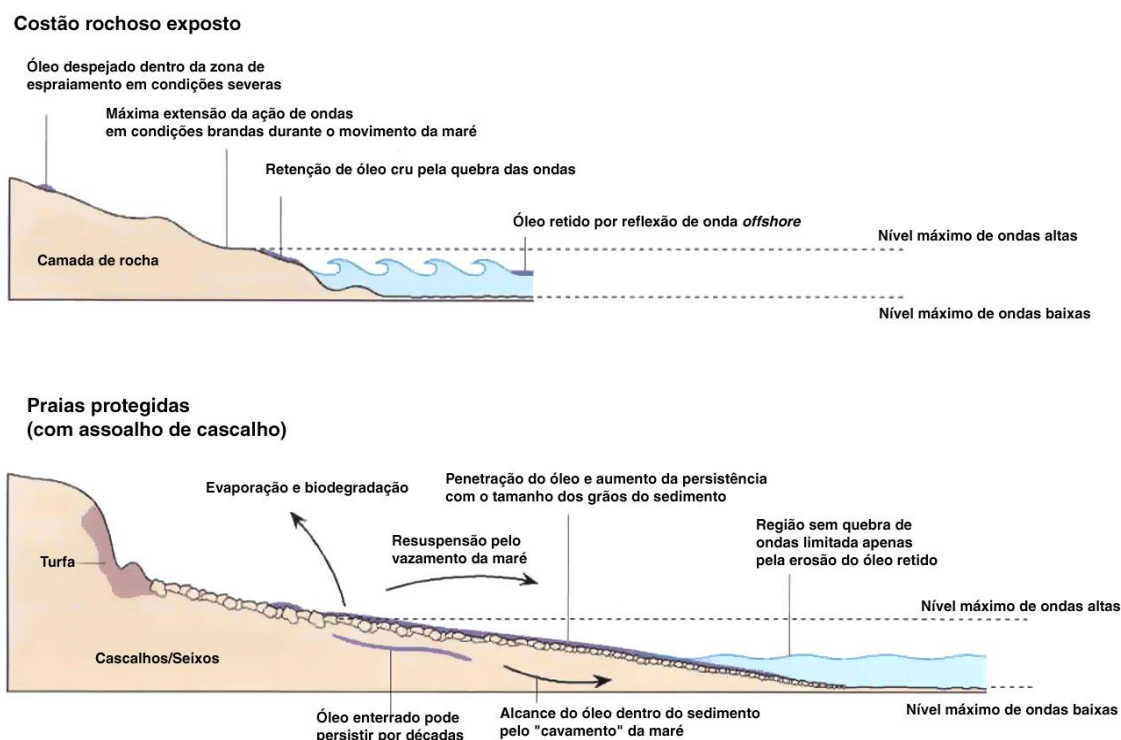
Na região do empreendimento (coluna d'água superior a 1.600 m), para que haja contaminação do sedimento e consequente contaminação das comunidades bentônicas, o óleo proveniente do vazamento deve assentar no assoalho marinho. O risco de contaminação por óleo da comunidade bentônica em águas profundas, quando o vazamento ocorre na superfície, pode ser considerado baixo, conforme já verificado na descrição do impacto *Variação da qualidade dos sedimentos*, já que poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar, ou se alterar a ponto de afundar na água, e em função da gravidade específica dos óleos intemperizados ser próxima a densidade da água à temperatura de 15° C (OLIVEIRA, 2003). Além disso, vale mencionar que a média de material particulado em suspensão em áreas oligotróficas, como observado nos dados obtidos do *baseline* para a área de perfuração (BG BRASIL/AECOM, 2015), é baixa, corroborando para a não associação de partículas com o óleo.

A partir do exposto, podemos concluir que, para a região mais oceânica, o sedimento de fundo provavelmente sofrerá impacto por óleo principalmente em casos de vazamentos de fundo, em função da baixa concentração de partículas em suspensão que poderiam auxiliar no afundamento do óleo, no caso de vazamentos de superfície.

Considerando-se as regiões costeiras mais rasas (praias) e dentro das baías (locais mais abrigados), o óleo que chega ao sedimento, pode impactar de forma severa as comunidades bentônicas. Segundo os resultados das modelagens realizadas o óleo tem probabilidade (< 22%) de atingir a região costeira de 12 municípios entre Cururupu e Paulino Neves, no estado do Maranhão.

Segundo IPIECA (1995), ambientes costeiros mais expostos e mais íngremes tendem a acumular material mais grosseiro. Locais protegidos tendem a acumular sedimentos mais finos. Os sedimentos mais finos demonstraram mais baixas concentrações de óleo retido, porém a concentração do óleo em sedimentos mais grosseiros reduz mais rapidamente ao longo do tempo.

A **Figura II.8.2.1.4** ilustra os processos físicos (como ação de ondas) afetando na persistência do óleo em ambientes mais protegidos e menos protegidos.



**FIGURA II.8.2.1.4 – Persistência de óleo em ambientes marinhos costeiros mais protegidos e abertos (IPIECA, 1995)**

Segundo IPIECA (2000), a retenção de óleo no sedimento costeiro depende de importantes variáveis como o nível de energia da costa e o tipo de substrato. Em locais onde o efeito da ação de ondas é grande, além de dificultar a retenção de óleo, a recuperação do local é mais rápida. Podemos então inferir que, para a região situada dentro da baía (mais abrigada), além do óleo atingir os diferentes ambientes existentes, persistirá por mais tempo.

Organismos de fundo (enterradores), moluscos e crustáceos facilitam o caminho para a penetração do óleo no sedimento. Então, o óleo pode ser retido inclusive no sedimento anaeróbico, onde sua taxa de degradação será muito baixa, e os organismos que tentarem recolonizar a área poderão sofrer contaminação por hidrocarbonetos tóxicos. Nestas condições espécies oportunistas mais tolerantes aos efeitos da contaminação por óleo, como poliquetas, são favorecidas (IPIECA, 1991; GESTEIRA & DAUVIN, 2000).

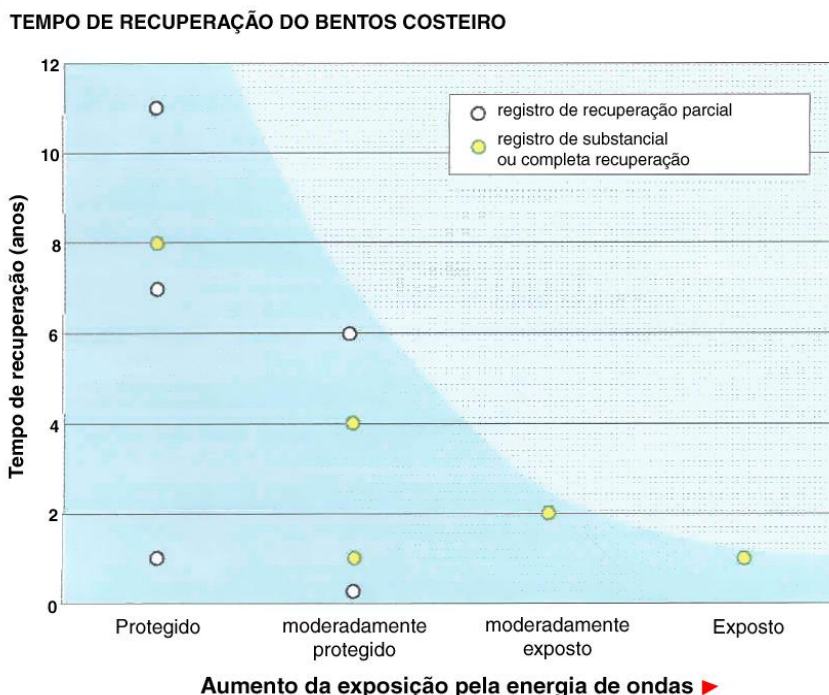
A contaminação por óleo pode, além de causar a morte da comunidade bentônica através do efeito tóxico dos hidrocarbonetos de petróleo (IPIECA, 1991), atingir níveis mais altos de contaminação na cadeia alimentar, já que as comunidades bentônicas são importante elo das cadeias (UFBA, 1992). Além disso, a presença de óleo pode acarretar na remoção de espécies-chave afetando, assim, outras espécies (BAKER, 2001; ITOPF, 2011). É importante ressaltar que os diferentes organismos bentônicos apresentam sensibilidade diferenciada quanto à contaminação por óleo (CLARK & FINLEY, 1974). Anfípodos e isópodos parecem ser afetados negativamente devido às suas características comportamentais e às propriedades hidrofóbicas de seus corpos. Organismos suspensívoros, por outro lado, são afetados positivamente pela presença de óleo, que pode estar associada ao aumento da produtividade fitoplanctônica (KOTTA *et al.*, 2008).

Estudos revelam que o grande perigo tóxico consiste nos derramamentos de óleos leves, particularmente confinados em uma pequena área. Óleos pesados, normalmente, eliminam os organismos principalmente por efeitos físicos quando comparados a efeitos tóxicos (IPIECA, 2000). Vale ressaltar que os organismos bentônicos, em especial anfípodos e poliquetas, são importantes indicadores dos efeitos da poluição no ambiente marinho (JOYDAS *et al.*, 2012).

O tempo que a comunidade bentônica leva para se recuperar de um vazamento do óleo pode variar consideravelmente. Segundo McCALL & PENNING (2012), um ano após o acidente da *Deepwater Horizon*, em 2010, a população de artrópodes em marismas na costa do Golfo do México havia se recuperado. No caso do acidente com o petroleiro *Érika* (Bretanha, França) as comunidades de invertebrados marinhos da zona entremarés, como ouriços, poliquetas e gastrópodes foram altamente atingidas pelo vazamento de óleo pesado, mas se restabeleceram completamente em um período de 2-3 anos após o acidente (LAUBIER, 2005).

Em outro estudo, no entanto, JOYDAS *et al.* (2011) observaram que em áreas impactadas por óleo no Golfo da costa da Arábia Saudita populações bentônicas não se recuperaram mesmo após 15 anos. GESTEIRA E DAUVIN (2000) também observou que populações bentônicas ainda eram afetadas pelo óleo, 20 anos após o acidente de *Amoco Cadiz*, na costa da Bretanha, França.

A **Figura II.8.2.1.5** ilustra o tempo de recuperação (em anos) das espécies bentônicas, em ambientes aquáticos com diferentes características (protegidos ou oceânicos), após efeito de impacto por derramamento de óleo.



**FIGURA II.8.2.1.5 – Tempo de recuperação do bentos no litoral (IPIECA, 1991)**

Apesar das baixas probabilidades do óleo atingir a costa (máxima de 22 %), segundo dados apresentados na modelagem elaborada para a presente atividade, deve-se considerar o impacto por óleo nesta área, já que a recuperação das comunidades bentônicas é lenta, conforme observado na **Figura II.8.2.1.5**.

De acordo com os resultados observados através da campanha de *baseline* realizada, as densidades e frequências da macrofauna presentes nas áreas da atividade concordam com os observados em outros trabalhos realizados no Atlântico, especialmente no que diz respeito a tendência do bentos de mares profundos de apresentar baixas densidades faunísticas, alta riqueza de espécies e pequeno tamanho dos indivíduos (BG BRASIL/AECOM, 2015).

Na análise da macrofauna, as espécies mais abundantes são pertencentes aos grupos dos escafópodes (e também frequentes), seguido dos gastrópodes e foraminíferos. Em geral, as densidades foram baixas. Na análise de meiofauna, os três taxa pelágicos identificados são pertencentes aos filos Mollusca (Gastropoda e Pteropoda) e Foraminifera, com densidades da meiofauna foram elevadas (BG BRASIL/AECOM, 2015).

A identificação até o nível de espécie apenas foi atingido para a macrofauna bentônica. Dentre as espécies identificadas nenhuma foi encontrada nas listagens oficiais pertinentes para avaliação das existências raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção (portarias do IBAMA nº 1522/89, 45/92, IN IBAMA nº 03/03, IN MMA nº 05/04, MMA nº 52/2005, lista IUCN 2014.3 e anexos da lista CITES). Além disso, nenhuma das espécies identificada no diagnóstico apresenta interesse econômico (BG BRASIL/AECOM, 2015).

A inspeção visual do fundo sob as sete locações de poços exploratórios previstos e seu entorno, apresentaram uniformidade sedimentar, ausência de bancos de rodolitos, algas calcárias ou moluscos, corais de profundidade, estruturas recifais ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica.

No que se refere aos organismos bentônicos, destacam-se na área de estudo as seguintes Zonas Marinhas tidas como “Áreas prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira” (MMA, 2007):

Nome	Importância/Prioridade	Característica
Zm038 (Fundos Duros 2)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de fundos carbonáticos mais recifes de algas; pesqueiros de pargo, cioba, ariaco e outros <i>lutjanideos</i> (cabeço).
Zm091 (Fundos Duros 3)	Extremamente Alta/ Alta	Presença de fundos carbonáticos mais recifes de algas; pesqueiros de pargo, cioba, ariaco e outros <i>lutjanideos</i> (cabeço).
Zm089 (Fundos Duros 40)	Extremamente Alta/ Muito Alta	Presença de fundos carbonáticos mais recifes de algas; pesqueiros de pargo, cioba, ariaco e outros <i>lutjanideos</i> (cabeço)
Zm090 (Bancos de Areia Fluvial (nome anetiro do poligono: Golfao Marajoara)	Muito Alta/ Muito Alta	Pesqueiros de camarão marinho.
Zm093 (Cone Amazônico - além da ZEE)	Insuficientemente Conhecida/Alta	Talude amazônico (área de extensão da plataforma continental, junto a CNUDM). Na área além da ZEE a soberania se restringe ao leito marinho e aos organismos bentônicos.
Zm086 (Montes da Cadeia Norte - Elevações submarinas)	Muito Alta / Muito Alta	Elevações rochosas com bioconstrução calcária com topos acima de 200m. Áreas indicadas como de grande concentração de biodiversidade, porém ainda insuficientemente desconhecidas.
Zm036 (Lixeira)	Extremamente Alta/Extremamente Alta	Presença de camarão juvenil – área de crescimento do camarão rosa ( <i>Penaeus subtilis</i> ).
Zm083 (Fundo Duro 6 - Carbonático - Areia ou cascalho de molusco)	Extremamente Alta/Muito Alta	Área de lagosta e pargo - litoral paraense - importância para a pesca artesanal de lagosta e pargo.
Zm084 (Lamas Fluviais 2)	Extremamente Alta/Muito Alta	Banco de camarão - importância para a pesca.
Zm085 (Fundos Duros 5)	Extremamente Alta/Muito Alta	Presença de fundos carbonáticos mais recifes de algas; pesqueiros de pargo e afins (cabeço) + presença de bancos de lagosta.
Zm035 (Fundo Duro 7 - Carbonático - Areia ou cascalho de molusco)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de lagosta - litoral paraense - importância para a pesca - área de pesca artesanal (principalmente).
Zm034 (Faixa costeira das reentrâncias maranhenses e paraenses)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de berçário para a maioria das espécies de valor comercial.
Zm104 (Manoel Luís)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Banco de recife de coral importante por seu endemismo. Limite extremo de ocorrência de recifes de coral no Brasil. Alta biodiversidade. Bancos de algas calcárias
Zm081 (Fundo de Areias Marinhas)	Muito Alta/Muito Alta	Na frente do estado do Maranhão (entre Tutóia e Barrerinhas) existe a presença de pesca de pargo indicando que deve existir bancos de cascalho ou fundos consolidados
Zm079 (Golfão Maranhense)	Muito Alta/Alta	Região de grande importância de produção de caranguejo (segunda Área de maior importância no NE).
<b>Zm082 (Talude continental)</b> - onde está situada parte dos blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas.	Muito Alta/Muito Alta	Inclui o talude e o sopé continental. Com depósitos de turbiditos e afloramento rochoso. Levantamento realizado pelo Revizee demonstra fauna diferenciada da ocorrente na plataforma - fauna de profundidade. (profundidade de 100-2000 m).
Zm032 (Fundo Duro 8 - Banco de Algas Calcárias)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Banco pesqueiro de pargo e afins e lagosta. Areia ou cascalho de algas coralíneas ramificantes. Recifes de algas. Grande parte do banco composto de alga viva.

Nome	Importância/Prioridade	Característica
Zm075 (ZEE) - onde está situada parte dos blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas.	Insuficientemente Conhecida/Alta	Planície abissal (profundidades acima de 4.000 m) incluindo afloramentos rochosos até 2.000 metros de profundidade. Delimitado pelo limite externo da ZEE. Substrato predominantemente formado por vazas calcárias e turbiditos.
Zm088 (Montes da Cadeia Norte além da ZEE)	Insuficientemente Conhecida / Alta	Elevações rochosas com bioconstrução calcária com topos acima de 200m. Área de extensão da plataforma continental (junto a CNUDM)- Na área além da ZEE a soberania se restringe ao leito marinho e aos organismos bentônicos.
Zm078 (Faixa Costeira Litoral leste MA /PI)	Extremamente Alta/Extremamente Alta	Área de fundo arenoso com presença de camarão.
Zm030 (Talude Continental Setentrional)	Muito Alta/Extremamente Alta	Potencial ocorrência de corais de profundidade (ocorrem formadores de recifes, Clovis/Museu Nacional).
Zm031 (Plataforma Externa do Ceará)	Extremamente Alta/Alta	Bancos de algas calcárias; bancos de algas <i>Gracilaria</i> (particularmente em frente a Mundaú, em 37 metros de profundidade - utilizado pela população); habitat de lagostas e de peixes recifais.

O impacto sobre o zoobentos foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função das áreas prioritárias para conservação e do caráter nacional, em caso de grandes vazamentos, de média duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração de até 30 anos, reversível, induzido – por ser induzido por variações na qualidade do sedimento e indutor - por induzir a ocorrência de impactos em outros níveis tróficos da cadeia alimentar.

A magnitude do impacto nas comunidades bentônicas foi avaliada como baixa, considerando que dificilmente haverá depósito de óleo no assoalho marinho da região oceânica.

Os impactos nos ambientes costeiros não estão sendo considerados neste momento, visto que estão sendo considerados em cada ecossistema.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação é alta, considerando o pouco conhecimento da região e as características intrínsecas à comunidade bentônica, a qual possui, de maneira geral, grande importância ecológica no leito oceânico de regiões profundas.

A importância do impacto é média, em função da baixa magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa</li> </ul>	Deposição do óleo no assoalho marinho → Variação da qualidade do sedimento → IMP 6 - Interferência com as comunidades zoobentônicas.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, média duração, temporário, reversível, indutor e induzido– baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

O parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo é a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA no sedimento e a avaliação das comunidades bentônicas. Em caso de vazamento, a depender da intensidade da contaminação dos sedimentos, e dos tipos de contaminantes, será efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises pertinentes.

O indicador é não haver alterações nos parâmetros analisados.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Não existem leis específicas de proteção aos organismos bentônicos, a não ser aqueles que constituem recursos pesqueiros, como as lagostas e os camarões. Estes animais são protegidos por períodos de defeso, além de terem os seus criadouros protegidos conforme dispõe a Lei nº 11.959/09 que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, proibindo a pesca de espécies em período de reprodução.

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11;
- **Instrução Normativa MMA nº 05/04**, de 21/05/04;
- **Instrução Normativa MMA nº 52/05**, de 08/11/2005;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009.
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

## ➤ IMP 7 – Interferência com a ictiofauna

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa**

### 1. Apresentação

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração ou demais embarcações, ou de resíduos no caso de acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos, poderá levar a contaminação da ictiofauna ali presente, seja por contaminação da água, seja pela ingestão de resíduos.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O derramamento de óleo ou de resíduos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas, e conseqüentemente, da ictiofauna ali presente.

De acordo com as simulações de pior caso elaboradas para a presente atividade, o óleo apresenta baixas probabilidades de atingir a costa, no entanto, extensões consideráveis poderiam ser atingidas em áreas oceânicas. Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado segundo o PGR – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteadas a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.



## 5. Descrição do impacto ambiental

Os efeitos do óleo sobre peixes já foram verificados em derramamentos como o de *Amoco Cadiz*, onde se observou lesões histopatológicas nos ovários, rins e brânquias de uma espécie de linguado. Além disto, alguns peixes demonstraram mudanças bioquímicas, incluindo redução no nível de ácido ascórbico e glicogênio no fígado, hipoglicemia e alterações nos níveis de aminoácidos nos músculos, indicando alterações no metabolismo energético (NEFF, 1985; HAENSLEY et al., 1982, *apud*. LEE & PAGE, 1997). Outro acidente onde foram observados impactos sobre peixes foi o da plataforma *Deepwater Horizon* INCARDONA *et al.*, 2014). Os autores observaram que o óleo afetou o sistema cardíaco de larvas em desenvolvimento de três importantes peixes pelágicos, *Thunnus thynnus* (atum), *T. albacares* (albacora-lage) e *Seriola dumerili* (olhete).

Há tempos se conhece o fato de que a poluição por óleo representa uma ameaça aos recursos pesqueiros (WARDLEY-SMITH, 1976, *apud*. SERRA-GASSO, 1991). Isto porque ela pode atingir diretamente estoques de peixes e moluscos por aderência ao corpo, ou acumulação nos organismos, tornando-os impróprios para o consumo humano (ITOPF, 2004). O acidente do petroleiro *Prestige*, na costa espanhola, indicou que espécies demersais (*Lepidorhombus boscii* e *Callionymus lyra*) ainda apresentavam sinais de exposição aos hidrocarbonetos, cinco meses após o derramamento (MARTÍNEZ-GÓMEZ *et al.*, 2006).

Cabe ressaltar, no entanto, que a reação imediata dos peixes é nadar para longe do óleo, se afastando da contaminação (IPIECA, 1991). Considerando-se que peixes adultos tendem a se afastar das manchas de óleo, pode-se dizer que os efeitos de vazamento de óleo sobre a ictiofauna ocorrerão principalmente sobre ovos e larvas (BENFIELD & SHAW, 2005; INCARDONA *et al.*, 2014). Segundo IPIECA (1991) ovos e larvas de peixes, principalmente em baías rasas podem sofrer altas mortalidades, abaixo de manchas de óleo, principalmente se for utilizado dispersante.

No entanto, ainda de acordo com IPIECA (1991), não há evidências de efeitos significativos de derramamentos de óleo em mar aberto sobre a estrutura das populações de peixes, já que mesmo quando há uma grande mortalidade de larvas, os efeitos não se manifestam nas populações adultas. Esse fato talvez decorra devido à vantagem competitiva das larvas sobreviventes em relação a alimento, e a menor vulnerabilidade aos predadores.

Vale mencionar que, existe uma grande dificuldade em separar o processo natural do induzido pelo vazamento de óleo na instabilidade das populações e não existe evidência de que algum vazamento de óleo tenha matado um número suficiente de peixes em mar aberto a ponto de afetar a população adulta. O impacto potencial é grande em áreas costeiras com águas abrigadas, particularmente para espécies com áreas de reprodução restritas. Com base nas informações e estudos de tempo de recuperação conhecidos (vide item II.12 – Análise e Gerenciamento de Riscos Ambientais), considerou-se satisfatório definir que o tempo de recuperação para esses componentes na região está entre 1 e 3 anos.

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem levar a consequências sérias sobre a qualidade das águas e conseqüentemente sobre a biota marinha. Neste caso, os peixes podem ser afetados por ingestão direta ou indireta destes elementos.

Na área com possibilidade de ser impactada, destacam-se, com relação a ictiofauna, as seguintes Zonas Marinhas e Costeiras tidas como “Áreas prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira” (MMA, 2007):

Nome	Importância/ Prioridade	Característica
Zm034 (Faixa costeira das reentrâncias maranhenses e paraenses)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Pesca artesanal intensa. Área de berçário para a maioria das espécies de valor comercial.
Zm035 (Fundo Duro 7 - Carbonático - Areia ou cascalho de molusco)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de pesca artesanal (principalmente).
Zm036 (Lixeira)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de extrema importância para a pesca na região norte. Presença de piramutaba ( <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> ) e demais peixes comerciais (área de pesca intensa).
<b>Zm075 (ZEE)</b> - onde está situada parte dos blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas.	Insuficientemente Conhecida/Alta	Área de reprodução da albacora-branca ( <i>Thunnus Alalunga</i> ).
Zm078 (Faixa Costeira Litoral leste MA /PI)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de camarão. Pesca intensa de pargo.
Zm079 (Golfão Maranhense)	Muito Alta/Alta	Pesca artesanal. Ocorrência de meros.
Zm081 (Fundo de Areias Marinhas)	Muito Alta/ Muito Alta	Principal área de pesca artesanal de cianídeos e arídeos (bagres marinhos), presença de tubarão (captura). Na frente do estado do Maranhão (entre Tutóia e Barrerinhas) existe a presença de pesca de pargo indicando que deve existir bancos de cascalho ou fundos consolidados
<b>Zm082 (Talude continental)</b> - onde está situada parte dos blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas.	Muito Alta/ Muito Alta	Presença de pescaria de profundidade com barcos arrendados de camarão carabineiro ( <i>Plesiopenaeus eduardiana</i> ) e peixe-sapo ( <i>Lophius gastrophysus</i> ). Presença de atuns e afins. Rota migratória de grandes peixes pelágicos. Rota migratória da Albacora branca ( <i>Thunnus alalunga</i> ), ao largo de 1000 m.
Zm083 (Fundo Duro 6 - Carbonático - Areia ou cascalho de molusco)	Extremamente Alta/ Muito Alta	Área de lagosta e pargo - litoral paraense - importância para a pesca artesanal de lagosta e pargo.
Zm084 (Lamas Fluviais 2)	Extremamente Alta/ Muito Alta	Área de pesca artesanal (principalmente).
Zm085 (Fundos Duros 5)	Extremamente Alta/ Muito Alta	Pesqueiros de pargo e afins (cabeço) + presença de bancos de lagosta.
AmZc 190 (Ilha dos Caranguejos)	Muito Alta/ Extremamente Alta	Pesca de grande importância social (segurança alimentar). Presença do Caranguejo-uçá.
AmZc 206 (RESEX Baía do Tubarão)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de peixes diversos (pescada amarela, vermelha, etc.).
AmZc645 (RESEX dos Lagos de Penalva)	Muito Alta/Extremamente Alta	Pesca de grande importância social (segurança alimentar).
AmZc 683 (APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça - Oeste)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de de peixes diversos (pescada amarela, vermelha, etc.).
AmZc688 (APA Baixada Maranhense – Estuário)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Pesca de grande importância social (segurança alimentar).
AmZc712 (RESEX do Quilombo do Frechal)	Extremamente Alta/Muito Alta	Pesca.

Além disso, de acordo com o MMA (2002), as Reentrâncias Maranhenses e Salgado Paraense (MA e PA), o Parcel de Manuel Luís (MA) e o Golfão Maranhense (MA) são considerados áreas prioritárias para a conservação de peixes demersais e pequenos pelágicos. Para a conservação de elasmobrânquios a Plataforma

Continental desde o Oiapoque (AP) até Macaé (RJ), as Reentrâncias Maranhenses, a área costeira e oceânica até 50 m do Maranhão, e os Bancos Oceânicos da Cadeia Norte são consideradas prioritárias.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função das áreas prioritárias para conservação e do caráter nacional, em caso de grandes vazamentos, de duração imediata - visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração inferior a 5 anos, reversível, induzido – por ser induzido por variações na qualidade das águas e por ingestão de alimento contaminado e indutor - por induzir a ocorrência de impactos em outros níveis tróficos da cadeia alimentar.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes na ictiofauna vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

No que diz respeito à sensibilidade do fator ambiental, a classificação é alta, visto que segundo as simulações realizadas o óleo pode chegar à região costeira, onde se situam ecossistemas de relevância ecológica e onde é observada alta produtividade biológica, fato que justifica a importância da atividade pesqueira na região.

A importância do impacto também é grande, em função da alta magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa</li> </ul>	<p>→ Variação da qualidade das águas → IMP 7 - Interferência com a ictiofauna.</p>	<p>Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, indutor, induzido – alta magnitude e grande importância.</p>

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises adicionais.

Adicionalmente, pode ser realizada uma avaliação da extensão da mortalidade de peixes relacionada ao evento ocorrido.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

No Brasil, algumas ações têm sido realizadas no intuito de proteger espécies de peixes e invertebrados aquáticos. Dentre estas podem ser citadas a criação do Plano Nacional para Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil (SBEEL, 2005) e a **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 05/04, DE 21 DE MAIO DE 2004 (BRASIL, 2004)**, ajustada pela **IN 52/05 (BRASIL, 2005)** que discorre sobre as espécies de peixes e invertebrados ameaçadas de extinção (Anexo I da IN5) e sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação (Anexo II da IN5).

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11;
- **Portaria MMA nº 445/14**, de 17/12/2014;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009.
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

#### ➤ **IMP 8 – Interferência com os mamíferos marinhos**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

*ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa*

#### **1. Apresentação**

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração ou demais embarcações, ou de resíduos no caso de acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos, poderão levar a contaminação dos mamíferos marinhos ali presente, seja por contaminação da água, seja pela ingestão de resíduos.

#### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

#### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O derramamento de óleo ou de resíduos sólidos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas podendo afetar os mamíferos marinhos ocorrentes na região. Os impactos nos mamíferos marinhos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo, ou outros poluentes.

De acordo com as simulações de pior caso elaboradas para a presente atividade, o óleo apresenta baixas probabilidades de atingir a costa, no entanto, extensões consideráveis poderiam ser atingidas em áreas oceânicas. Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado de acordo com o PGR – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

O derramamento de óleo ou de resíduos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas podendo afetar os mamíferos marinhos ocorrentes na região. Os impactos nos mamíferos marinhos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo, ou outros poluentes.

Espécies de hábitos oceânicos assim como espécies costeiras são encontradas na região que poderá ser afetada em caso de acidentes com derramamento de óleo, ou resíduos, para o mar. Na área de estudo há ocorrência confirmada de 24 espécies de cetáceos e outras quatro espécies com ocorrência provável. Dentre as espécies costeiras mais comuns na região norte destaca-se o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e dois cetáceos fluviais, o tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) e o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*), que possuem áreas de concentração e alimentação na área de estudo. Destaca-se a região do Delta do Paranaíba (MA/PI), onde há diversos registros de encalhes de cetáceos, inclusive de um neonato de baleia-minke-anã, indicando uma provável área de reprodução para a espécie na costa maranhense. Dentre os cetáceos considerados ameaçados de acordo com o MMA (2014) estão o boto-cinza, o boto-vermelho a baleia-sei, a baleia-fin e o cachalote, sendo que muitas outras espécies são classificadas como “dados insuficientes” de acordo com a IUCN (2015).

Destaca-se também a ocorrência de sirênios na área de estudo. Os estados do Maranhão e Pará abrigam habitats costeiros e estuarinos essenciais à manutenção simpátrica ou não das espécies *Trichechus manatus manatus* (peixe-boi-marinho) e *Trichechus inunguis* (peixe-boi-amazônico), com abundância de vegetação aquática e manguezais ainda preservados. A Bacia de Barreirinhas, onde será desenvolvida a atividade de perfuração em foco, é considerada de extrema importância biológica, sendo reconhecidas diversas áreas

prioritárias para conservação do peixe-boi-marinho e dos ecossistemas essenciais à sobrevivência desta espécie. Vale ressaltar que, o peixe-boi-marinho é considerado atualmente o mamífero aquático mais ameaçado de extinção no país, de acordo com o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios (MMA/ICMBio, 2011). Com relação ao seu status de conservação, essa espécie é classificada como “Em Perigo” a nível nacional (MMA, 2014) e “Vulnerável” internacionalmente (IUCN, 2015). O peixe-boi-amazônico (*Trichechus inunguis*) também consta na Lista de Espécies de Flora e Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado do Pará, sendo classificado como “Em Perigo”. A IUCN (2015) define seu status como “Vulnerável”, o mesmo indicado pelo MMA (2014).

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem levar a consequências sérias sobre a qualidade das águas e, conseqüentemente, sobre a biota marinha. Neste caso, os mamíferos marinhos podem ser afetados por ingestão direta ou indireta destes elementos.

Em caso de vazamento de óleo, os mamíferos marinhos possuem uma ampla gama de efeitos decorrentes da exposição a este componente, demonstrada pela diversidade morfológica, comportamental e ecológica do grupo (St AUBIN, 1992). De acordo com NOAA (2006), a sensibilidade ao óleo parece estar principalmente relacionada à importância da pele e da gordura na termorregulação. Mamíferos marinhos que apresentam reservas de gordura relativamente escassas são mais suscetíveis aos efeitos do óleo na pele, prejudicando o isolamento térmico, podendo levar à hipotermia (NOAA, 2006).

Os cetáceos, especificamente, os odontocetos parecem ser capazes de perceber a presença de óleo na lâmina d’água e, por conseguinte, evitar as áreas afetadas (NOAA, 2010b). Entretanto, os animais podem reocupá-la, mesmo na presença do óleo, a depender da importância que a região representa nas suas atividades diárias ou sazonais (por exemplo, áreas de alimentação e áreas de acasalamento) (NOAA, 2010b). Deve-se salientar ainda que, indivíduos imaturos (filhotes e juvenis) permanecem por mais tempo na superfície, sendo mais suscetíveis aos efeitos do óleo do que os animais adultos (MARCHIORO & NUNES, 2003).

Os impactos nos mamíferos marinhos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo. O efeito do óleo nesses organismos é muito variável, sendo que as diversas espécies podem apresentar respostas fisiológicas distintas (NOAA, 2010b). Fatores como o grau de exposição e o estado de saúde prévio do animal podem ser determinantes no desenvolvimento de patologias associadas ao contato com o óleo.

No caso dos animais que apresentam pelos (pinípedes), o contato com o óleo pode afetar a capacidade de isolamento térmico e gerar comportamentos agressivos por um determinado período de tempo. No caso dos cetáceos, o contato direto com o óleo parece não afetar sua capacidade de termorregulação (ITOPF, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Todos os mamíferos marinhos apresentam irritação e processos inflamatórios nos olhos e mucosas imediatamente após o contato com o óleo. Porém, os efeitos em longo prazo da exposição dos cetáceos aos hidrocarbonetos não é conhecido (MARCHIORO & NUNES, 2003).

Os danos causados à pele dos cetáceos parecem ser transitórios, entretanto a região dos olhos pode ser bastante afetada em exposições prolongadas (ENGELHARDT, 1983; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Além disso, os cetáceos também podem inalar óleo ou vapores tóxicos, se alimentar de presas contaminadas ou mesmo ficar cansados devido à ausência de alimentos ou a incapacidade de encontrar

comida (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A inalação de porções de óleo, vapores e fumaça é bem provável se os cetáceos subirem à superfície oleada para respirar, principalmente em se tratando de indivíduos jovens (RAAYMAKERS, 1994). Exposições ao óleo desta maneira podem danificar as membranas mucosas, as vias aéreas, congestionar os pulmões, causar enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010a; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Orcas, por exemplo, são capazes de permanecer submersas por 3 a 10 minutos contínuos, e quando vão à superfície para respirar podem ter nadado por centenas de metros (MATKIN *et al.*, 2008)

Os cetáceos podem, ainda, em pânico, ingerir quantidade suficiente de óleo para lhes causar danos severos. Um golfinho estressado, por exemplo, pode se mover mais rapidamente e com isso subir mais frequentemente para respirar, aumentando assim sua exposição ao óleo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A intoxicação aguda por petróleo ainda não está bem estabelecida em cetáceos e não existem estudos de laboratório que tenham estabelecido a mínima quantidade necessária para causar toxicidade (St AUBIN, 1992).

O óleo ingerido poderia causar efeitos tóxicos e disfunção secundária dos órgãos, além de úlcera gastrointestinal e hemorragia (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Entretanto, um levantamento realizado com animais encalhados mostrou baixos níveis de hidrocarbonetos em vários tecidos, mostrando que a eliminação do óleo acumulado parece ser rápida. Os cetáceos têm o potencial para metabolizar óleo devido à presença do Citocromo P-450 no fígado, esse sistema enzimático está envolvido na quebra de compostos de hidrocarbonetos e foi identificado em varias espécies (ENGELHARDT, 1983).

Além da ingestão direta, existe, ainda, a possibilidade de as espécies ingerirem óleo através das suas presas (NOAA, 2010b). Entretanto dados publicados sugerem que uma pequena quantidade de óleo que poderia ser ingerida durante a alimentação não é suficiente para causar danos. Adicionalmente, a maior parte das presas dos cetáceos possui os sistemas enzimáticos necessários para metabolizar hidrocarbonetos de petróleo e não iriam acumular tais frações em seus tecidos, evitando assim a transferência dos componentes tóxicos através da cadeia alimentar (St AUBIN, 1992).

Contudo, a ingestão de óleo representa um diferente tipo de ameaça aos mysticetos, que se alimentam utilizando suas cerdas orais. Durante o seu comportamento de alimentação as baleias imergem, pegam grandes quantidades de água e então as expelem, capturando o plâncton e o krill em suas cerdas (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Estudos de laboratório têm mostrado que o óleo incrustado entre os fios dessas cerdas restringem a passagem de água, entretanto o fluxo constante com água limpa removeu a maior parte do óleo em menos de 24h e após esse tempo não foram notados efeitos residuais. Dependendo da magnitude do vazamento, a alimentação pode ser interrompida por muitos dias causando diminuição da massa corpórea e trazendo consequências para o desenvolvimento do animal, principalmente para migração e reprodução (St AUBIN, 1992).

Além dos efeitos apresentados acima, pode-se citar também a possibilidade de infecções secundárias por fungos e bactérias devido a deficiências causadas pelos componentes tóxicos do óleo no sistema imune dos animais (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Vale ressaltar que, segundo IPIECA (1991) são raros os efeitos de vazamentos de óleo sobre esse grupo, já que estes animais conseguem se distanciar com facilidade de possíveis obstáculos.

Concluindo, para se estabelecer apropriadamente os efeitos do petróleo em dada espécie é necessário mais conhecimento sobre a sua história natural e fisiologia, além de mais estudos sobre as características toxicológicas do óleo nesses animais.

No que se refere à recuperação da população após um vazamento de óleo, é importante primeiramente entender se os cetáceos são ou não afetados em um vazamento de óleo. Os estudos ainda são incipientes e contraditórios, sendo as informações mais confiáveis àquelas provenientes de situações reais de acidentes. Levando-se em consideração as informações apresentadas acima, estima-se que o tempo para que a população de cetáceos se recupere aos níveis anteriores ao de um acidente com vazamento de óleo esteja entre 3 e 10 anos.

Com relação aos sirênios, no caso de um vazamento de óleo, estes podem ser afetados de diversas maneiras. Na ocorrência de um *blowout*, o óleo poderá atingir áreas de manguezais e baías consideradas prioritárias para a conservação do peixe-boi. Os sirênios podem ser afetados pela destruição de seu habitat devido à presença de óleo (EPA, 1999).

Por serem animais herbívoros, os peixes-boi são considerados extremamente vulneráveis a perda de habitat, podendo apresentar significativa flutuação nas populações, quando há uma diminuição da área de alimentação (TED, 2008; CAMPAGNA *et al.*, 2011). Alguns animais podem se deslocar para áreas alternativas de alimentação, porém uma migração por águas contaminadas por óleo pode resultar em efeitos crônicos a longo-prazo, visto que a presença do óleo na água não impede o movimento dos peixes-boi (EPA, 1999).

Neste sentido o óleo teria baixas probabilidades de atingirem as populações de peixes-boi-marinhos presentes nas baías de Tubarão, São Marcos e São José.

Por habitarem águas relativamente rasas, e emergirem para respirar, os sirênios podem entrar em contato direto com o óleo, inalando hidrocarbonetos voláteis (CAMPAGNA *et al.*, 2011). A exposição ao óleo pode irritar os olhos, membranas e mucosas sensíveis, além dos pulmões, que podem exibir processos de inflamatórios (CAMPAGNA *et al.*, 2011; DEFENDERS, 2010a).

A ingestão de alimentos contendo óleo representa outra forma de contaminação, uma vez que o óleo pode assentar e ficar aderido às plantas (EPA, 1999; St AUBIN & LOUSBURY, 1988; DEFENDERS, 2010a; CAMPAGNA *et al.*, 2011). A ingestão de óleo pode afetar o sistema digestivo, interferindo no funcionamento da glândula gástrica ou causando danos à flora intestinal, importante no processo de digestão (CAMPAGNA *et al.*, 2011). Quanto maior o tempo de retenção do alimento no intestino, maior o volume de hidrocarboneto absorvido (St AUBIN & LOUSBURY, 1988).

O efeito negativo do contato com o óleo será insignificante na manutenção da temperatura corporal de um peixe-boi adulto, devido à espessa camada de gordura que estes animais possuem para o seu isolamento térmico (EPA, 1999; DEFENDERS, 2010a). Apesar disso, o contato prolongado do óleo com a pele pode



ocasionar lesões e infecções. Os efeitos potenciais de uma exposição mais prolongada incluem, ainda, disfunções nos órgãos e supressão da resposta imune (DEFENDERS, 2010a). Vale mencionar que, a utilização de dispersantes químicos para a degradação do óleo também pode ocasionar efeitos tóxicos nesses animais (CAMPAGNA *et al.*, 2011).

Indivíduos jovens tendem a sofrer mais com os efeitos do óleo na termorregulação, pois possuem a camada de gordura subcutânea mais fina, o que compromete seu isolamento térmico (DEFENDERS, 2010a). Além disso, os filhotes de peixe-boi podem ingerir óleo no momento da amamentação, caso a mama esteja contaminada (DEFENDERS, 2010a).

Considerando o comportamento diferenciado dos peixes-boi, os poucos estudos sobre impactos de óleo nesses animais, assim como o fato das espécies presentes na região estarem ameaçadas de extinção, acredita-se que o tempo para que a população de sirênios se recupere aos níveis anteriores ao de um acidente com vazamento de óleo esteja acima de 10 anos.

De acordo com o relatório técnico do Ministério do Meio Ambiente (MMA) sobre “Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha” foram definidas áreas prioritárias para a conservação de diversos organismos no Brasil, incluindo os mamíferos marinhos (MMA, 2002). De acordo com o documento, para a região de estudo existem as seguintes áreas prioritárias:

- Costa Norte – Quase completo desconhecimento das espécies de mamíferos marinhos, especialmente das espécies de cetáceos;
- Reentrâncias Maranhenses (MA e PA) – Área da Baía de Turiaçu até o Rio Gurupi. Presença de peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*), espécie ameaçada de extinção, e *Sotalia fluviatilis*;
- Golfão Maranhense (MA) – Inclui a região do Golfão, desde o extremo oeste do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses até Alcântara. Presença de *Trichechus manatus* e *Sotalia fluviatilis*;
- Zona costeira até 3 milhas náuticas da costa. Principal região de encalhe de *Trichechus manatus*.

Ressalta-se, ainda, que o Golfão Maranhense está inserido na área prioritária “Zm079”, que segundo MMA (2007) é classificada como de muito alta importância e alta prioridade.

Em 2006 houve uma atualização das áreas prioritárias (MMA, 2007), onde foram definidas áreas prioritárias para a conservação de diversos organismos no Brasil, incluindo os mamíferos marinhos. As áreas encontradas na região de estudo e adjacências encontram-se apresentadas a seguir.

Nome	Importância/Prioridade	Característica
Zm078 (Faixa Costeira Litoral leste MA /PI)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Ocorrência de mamíferos aquáticos ( <i>Sotalia guianensis</i> ).
Zm079 (Golfão Maranhense)	Muito Alta/ Alta	Presença de peixe-boi marinho e boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ).
AmZc206 (RESEX Baía do Tubarão)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Principal área de ocorrência de peixe-boi marinho no Maranhão, importante ocorrência de boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ).
AmZc236 (Sistema Foz do Gurupi e Baía de Turiaçu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de reprodução, berçário de peixe-boi, ocorrência e alimentação de <i>Sotalia guianensis</i> .
AmZc 683 (APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça (Oeste))	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Principal área de ocorrência de peixe-boi marinho no Maranhão, importante ocorrência de boto cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ).

Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc 704 (RESEX Cedral/Guimarães/Porto Rico/Alcatara)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de reprodução, berçário de peixe-boi, ocorrência e alimentação de <i>Sotalia guianensis</i> .
AmZc 717 (APA Baixada Maranhense – Litoral)	Extremamente Alta/ Alta	Área de reprodução, berçário de peixe-boi, ocorrência e alimentação de <i>Sotalia guianensis</i> .
AmZc 722(RESEX de Cururupu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Reprodução e alimentação de <i>Sotalia guianensis</i> e peixe-boi marinho.
CeZc430 (APA Foz do Rio Preguiças/Pequenos Lençóis)	Muito Alta/Muito Alta	Ocorrência de boto cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ), encalhe de baleia cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ) e outros mamíferos aquáticos não identificados.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – visto a presença de áreas prioritárias para conservação e de espécies ameaçadas de extinção (caráter nacional), de curta duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração superior a 10 anos (até cerca de 20 anos), reversível e induzido – por ser induzido por variações na qualidade das águas e através da ingestão de alimento contaminado.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nos mamíferos marinhos vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como alta, visto a ocorrência comprovada na região de espécies ameaçadas de extinção.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa.</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → IMP 8 - Interferência com mamíferos marinhos	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, média duração, temporário, reversível e induzido – alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

Adicionalmente, dependendo do volume vazado, poderá ser estudada a realização de uma avaliação do impacto através de registros e análises de organismos atingidos nas áreas afetadas. O indicador é não haver registro de animais mortos em decorrência de vazamentos de óleo, ou por ingestão de resíduos (em caso de acidentes com embarcações).

Vale mencionar, contudo, que a existência de poucos estudos sobre o efeito do óleo em mamíferos marinhos, pode ser explicada, em parte, pelo fato de que as carcaças da maioria das espécies afundam no oceano,

impossibilitando a coleta para pesquisa (GUBBAY & EARLL, 1999; MATKIN *et al.*, 2008). Em alguns casos, elas até podem flutuar e encalhar na região costeira, porém essa é uma situação mais comum para os animais que vivem nas regiões costeiras, limitando o estudo das outras espécies.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Em se tratando de proteção ao ambiente marinho, cabe ressaltar a **Agenda 21**, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (RIO-92), cujo capítulo 17 se dedica à proteção dos oceanos, de todos os tipos de mares e zonas costeiras, e proteção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos. Dentre as espécies da fauna marinha que merecem maior atenção destacam-se os cetáceos porque se encontram protegidos por diplomas nacionais e internacionais de proteção.

Existem atualmente no Brasil algumas portarias e leis que visam proteger as espécies de cetáceos que ocorrem em águas brasileiras. São elas:

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto.

- **Portaria IBAMA nº 2.097/94**, de 20/12/1994;
- **Portaria SUDEPE nº 11/86**, de 21/02/1986;
- **Lei nº 7.643/87**, de 18/12/1987;
- **Portaria IBAMA nº 117/96**, de 26/12/1996;
- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Portaria ICMBio nº 85/10**, de 27/08/2010;
- **Portaria ICMBio nº 86/10**, de 27/08/2010;
- **Portaria ICMBio nº 96/10**, de 27/08/2010.

Além dessas, destaca-se a seguinte Instrução Normativa: **Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio nº 02/11**, de 21/11/2011.

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**

- Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO);;
- Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sirênios.

➤ **IMP 9 – Interferência com quelônios**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa**

### **1. Apresentação**

O derramamento de óleo decorrente de um incidente na unidade de perfuração ou demais embarcações, ou de resíduos no caso de acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos, poderão levar a contaminação dos quelônios ali presentes, seja por contaminação da água, seja pela ingestão de resíduos.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O derramamento de óleo ou de resíduos sólidos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas podendo afetar as tartarugas marinhas ocorrentes na região. Os impactos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo, ou outros poluentes.

De acordo com as simulações de pior caso elaboradas para a presente atividade, o óleo apresenta baixas probabilidades de atingir a costa, no entanto, extensões consideráveis poderiam ser atingidas em áreas oceânicas. Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado presentes no PGR da instalação – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

A área de estudo pode ser considerada de grande importância biológica para as tartarugas marinhas. As cinco espécies existentes no Brasil são encontradas na região, onde há áreas de concentração para alimentação, crescimento, pontos de desova e corredor migratório (ALMEIDA *et al.*, 2011a; ALMEIDA *et al.*, 2011b; CASTILHOS *et al.*, 2011; MARCOVALDI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011). Todas as espécies presentes na região de estudo são consideradas ameaçadas de extinção mundialmente pela União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2015), bem como nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014).

As tartarugas marinhas são particularmente sensíveis à contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas, apresentam alimentação indiscriminada e realizam grandes inalações pré-mergulho (SHIGENAKA, 2003, NOAA, 2010a; LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Entretanto, alguns aspectos de sua morfologia podem diminuir sua chance de mortalidade, por exemplo, a incapacidade de limpar oralmente seu corpo devido a limitações da sua carapaça e a pouca flexibilidade (SHIGENAKA, 2003; SABA & SPOTILA, 2003; NOAA, 2010a).

Por serem altamente migratórias, as tartarugas marinhas também são vulneráveis em todos os seus estágios de vida (ovos, recém-nascidos, juvenis e adultos) (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b). A severidade, a taxa e os efeitos da exposição irão variar dependendo do estágio de maturidade, sendo que os indivíduos jovens possuem um risco maior que os adultos. As razões para isso são muitas, por exemplo, o mecanismo metabólico que um animal usa para desintoxicar seu organismo pode ainda não estar desenvolvido em um animal juvenil e os estágios iniciais podem conter mais lipídios em seu corpo, no qual muitos contaminantes como hidrocarbonetos de petróleo se ligam (SHIGENAKA, 2003).

Adicionalmente, as tartarugas marinhas podem ser impactadas em suas praias de desova e os ovos podem ser expostos ao óleo durante a incubação, resultando em um aumento potencial da mortalidade dos ovos e/ou a possibilidade de desenvolver defeitos nos recém-nascidos. Isso ocorre principalmente porque o óleo impede a entrada de oxigênio nos ovos. Contudo, como as tartarugas desovam acima da linha da maré alta, os ninhos encontram-se geralmente seguros, salvo em casos de tempestades, onde o óleo pode atingir as porções mais altas da praia (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b).

Os filhotes que emergem dos seus ninhos em direção à água, podem encontrar o óleo na praia. Já dentro água, os filhotes ficam vulneráveis ao óleo, podendo ficar totalmente cobertos pela substância, se afogar ou, ainda, ter a boca e o estômago obstruídos. Além disso, os filhotes tendem a passar mais tempo na superfície da água, já que não são capazes de prender a respiração por muito tempo. Dessa forma, a probabilidade de entrarem em contato com a mancha de óleo é maior (SHIGENAKA, 2003; DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b).

A exposição crônica pode não ser letal por si só, mas pode prejudicar a saúde da tartaruga, tornando-a mais vulnerável a outros estresses (SHINEGAKA, 2003).

Não existem muitas informações a respeito da toxicidade do óleo em tartarugas marinhas. Uma vez que todas as espécies se encontram ameaçadas de extinção, os estudos em laboratório se concentram em efeitos subletais que são facilmente revertidos quando tratados, evitando a morte do animal (SHIGENAKA, 2003).

As tartarugas marinhas podem ser expostas aos agentes químicos do óleo de duas maneiras: internamente (comendo ou engolindo óleo, consumindo presas contaminadas ou inalando) ou externamente (nadando no óleo) (SHIGENAKA, 2003).

Alguns estudos demonstram que o óleo cru não é percebido pelos quelônios como sendo algo perigoso, portanto não é evitado (GRAMMETZ, 1988; LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Além disso, uma vez que esses animais sobem com frequência à superfície para respirar, em um grande vazamento, esses animais podem ser expostos a químicos voláteis durante a inalação (GRAMMETZ, 1988; DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b).

A inalação de compostos orgânicos voláteis de óleo pode causar irritação respiratória, dano ao tecido e pneumonia. A ingestão de óleo pode resultar em inflamação gastrointestinal, úlceras, sangramento, diarreia e má digestão. A absorção pela inalação ou ingestão de compostos químicos pode danificar órgãos como o fígado e o rim, resultando em anemia e imunossupressão, ou levar a uma falha reprodutiva e até a morte (SHIGENAKA, 2003).

Outros efeitos internos incluem alteração no volume de células vermelhas do sangue, níveis elevados de glóbulos brancos, alterações nas enzimas hepáticas, e um fechamento das glândulas excretoras do excesso de sal (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b). Em relação aos efeitos externos pode-se citar a inscrustação por óleo, inflamação e inchaço da pele, com a perda de camadas da pele ao longo de várias semanas após a exposição (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b).

Efeitos indiretos incluem a ingestão de alimento contaminado, podendo levar ao acúmulo de substâncias tóxicas no corpo e até a morte; escassez de alimento, caso o vazamento tenha sido de grandes proporções, cobrindo bancos de algas, moluscos e outros recursos; danos no sentido olfativo dos animais; baixa imunidade e outros (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b).

Concluindo, não se conhece muito sobre o impacto do óleo em tartarugas marinhas, mas muitos aspectos da sua biologia fazem com elas estejam expostas ao risco em potencial (ausência do comportamento de evitação, alimentação indiscriminada em áreas de convergência e grandes inalações antes de mergulhar) (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b). Outros comportamentos, entretanto, evitam a sua mortalidade como a incapacidade de limpar oralmente o seu corpo (SHIGENAKA, 2003; SABA & SPOTILA, 2003; NOAA, 2010a).

A ausência de estudos de efeitos sobre as populações de quelônios e tempo de recuperação das mesmas faz com que esse item seja difícil de ser avaliado. Entretanto, levando-se em consideração o potencial de impacto e os danos sobre os indivíduos, e que os efeitos mais drásticos de um único evento de vazamento de óleo são provavelmente curtos e causam impactos a apenas um único ano de esforço reprodutivo,

considerou-se que o tempo para a população de tartarugas marinhas dessa região obter novamente o número de indivíduos anterior ao vazamento está entre 3 e 10 anos. (Vide item II.12 – ARA).

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem levar a consequências sérias sobre a qualidade das águas e consequentemente sobre a biota marinha. Neste caso, as tartarugas marinhas podem ser afetadas por ingestão direta ou indireta destes elementos.

De acordo com a literatura, são raros os registros reprodutivos de quelônios para a região Norte do país (ALMEIDA *et al.*, 2011a; ALMEIDA *et al.*, 2011b; CASTILHOS *et al.*, 2011; MARCOVALDI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011). No entanto desovas esporádicas são observadas ao longo do litoral e recentemente há registros de desovas regulares para *E. imbricata* no Maranhão (BARRETO *et al.*, 2013a). É comum esses animais serem avistados bem próximos às áreas costeiras, isso se deve às condições propícias de proteção e alimentação, encontradas na região (MMA, 2004).

No estado do Maranhão há registros de desovas de algumas espécies. A tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) é citada para a região, inclusive com um registro de desova, na praia de Panaquatira (MA) (CRUZ *et al.*, 2003) e na praia de Juçatuba (BARRETO *et al.*, 2013b), em São José do Ribamar (MA). No Maranhão, BARRETO *et al.* (2013a) observaram *D. coriacea* em São Luís e Raposa, *C. mydas* em São Luís, Ilha de Curupu (Raposa), Pequenos Lençóis (município de Paulino Neves, Caburé) e Lençóis Maranhenses, *C. caretta* foi observada nos Lençóis Maranhenses, *E. imbricata* em São Luís, Juçatuba (São José de Ribamar), Pequenos Lençóis (município de Paulino Neves, Caburé), e *L. olivacea* em São José de Ribamar.

Cabe destacar que as probabilidades do óleo chegar à costa, e com isso nas áreas de reprodução, são baixas.

Segundo o MMA (2002), a região norte do Oiapoque até a foz do Rio Parnaíba é considerada uma área prioritária para a conservação dos quelônios, com informação de desovas esparsas, porém com menor grau de importância quantitativa. Já na região costeira e marinha da região norte há intensa atividade pesqueira, com baixo índice de captura de tartarugas marinhas (MMA, 2002).

Além disso, no relatório técnico do Ministério do Meio Ambiente (MMA) sobre “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha” (MMA, 2002) e na sua atualização (MMA, 2007) foram definidas áreas prioritárias para a conservação de diversos organismos no Brasil, incluindo quelônios. As áreas encontradas na região de estudo e adjacências estão apresentados a seguir.

Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc 206 (RESEX Baía do Tubarão) - MA	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Desova e alimentação de tartarugas marinhas (de couro, pente e verde).
AmZc 236 (Sistema Foz do Gurupi e Baía de Turiaçu) - MA	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de tartarugas marinhas.
AmZc 248 (Ampliação Resex Marinha Arai Peroba) - MA	Muito Alta/Muito Alta	Presença de tartarugas marinhas.
AmZc 252 (Ampliação da Resex Marinha Caeté Taperaçu) - PA	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de tartarugas marinhas.
AmZc 256 (Baías do Iborá/ Urumajó e do Caeté) - PA	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de tartarugas marinhas.

Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc 683 (APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça – Oeste) - MA	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área de desova e alimentação de tartarugas marinhas (de couro, pente e verde).
AmZc 704 (RESEX Cedral/Guimarães/Porto Rico/Alcântara) - MA	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de tartarugas marinhas.
AmZc 717 (APA Baixada Maranhense – Litoral) - MA	Extremamente Alta/ Alta	Presença de tartarugas marinhas.
AmZc 722(RESEX de Cururupu) - MA	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de área de desova de tartaruga marinha.
AmZc 740 (RESEX Quatipuru) - PA	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de tartarugas marinhas.
CeZc250 (Norte da APA Foz do Rio Preguiças) - MA	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de área de desova de tartarugas marinhas (verde – <i>Chelonia mydas</i> , de pente - <i>Eretmochelis imbricata</i> , oliva - <i>Lepidochelis olivacea</i> , de couro - <i>Dermochelis coriácea</i> )
CeZc430 (APA Foz do Rio Preguiças/Peq.Lençóis) - MA	Muito Alta/Muito Alta	Presença de área de desova de tartarugas marinhas (verde - <i>Chelonia mydas</i> , de pente - <i>Eretmochelys imbricata</i> , oliva - <i>Lepidochelys olivacea</i> , de couro – <i>Dermochelys coriacea</i> ).
Zm 078 (Faixa Costeira Litoral leste MA /PI) – MA/PI	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Ocorrência de tartarugas marinhas.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional - em função da presença de espécies ameaçadas de extinção e de relevância nacional, bem como de áreas prioritárias para conservação e abranger áreas superiores a 5 km, de curta duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração de até 10 anos, reversível, induzido – por ser induzido por variações na qualidade das águas e através da ingestão de alimento contaminado e indutor - por induzir a ocorrência de impactos em outros níveis tróficos da cadeia alimentar.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nas tartarugas marinhas vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como alta, visto a ocorrência comprovada na região de espécies ameaçadas de extinção.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa</li> </ul>	<p>→ Variação da qualidade das águas → IMP 9 - Interferência com quelônios</p>	<p>Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, curta duração, temporário, reversível, indutor e induzido– alta magnitude e grande importância.</p>



## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

Adicionalmente, dependendo do volume de óleo vazado e da extensão do vazamento, poderá ser estudada a realização de uma avaliação do impacto através de análises de organismos atingidos nas áreas afetadas.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

No que se refere às tartarugas marinhas, destacam-se as seguintes leis, já descritas anteriormente:

- **Portaria do IBAMA, nº. 1.522/89**, de 19/12/89;
- **Portaria do IBAMA nº 10/95**, de 30/01/1995;
- **Portaria do IBAMA nº 11/95**, de 30/01/1995;
- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Instrução Normativa do IBAMA nº 21/04**, de 30/03/2004;
- **Instrução Normativa MMA nº 31/04**, de 13/12/2004;
- **Decreto nº 6.514/08**, de 22/07/2008;
- **Instrução Normativa Conjunta ICMBio/TAMAR nº 01/11, de 27/05/2011.**

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).
- Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO).**

## ➤ IMP 10 – Interferência com a avifauna

**Aspecto Ambiental Associado:** *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

*ASP 2 – Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa*

### 1. Apresentação

A contaminação da água por óleo pode atingir as aves marinhas de uma maneira geral. No caso do lançamento de resíduos no mar, as aves marinhas podem ser afetadas por ingestão direta ou indireta destes elementos.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O derramamento de óleo ou de resíduos sólidos para o mar (perigosos ou não) pode levar a uma contaminação das águas marinhas atingidas podendo afetar as aves marinhas ocorrentes na região. Os impactos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo, ou outros poluentes.

De acordo com as simulações de pior caso elaboradas para a presente atividade, o óleo apresenta baixas probabilidades de atingir a costa, entre Paulino Neves e Cururupu (MA) (< 22%), no entanto, extensões consideráveis poderiam ser atingidas em áreas oceânicas.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado, presentes no PGR da unidade – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

### 5. Descrição do impacto ambiental

Segundo OREN (1991), os estados do Pará e Maranhão possuem uma das avifaunas mais ricas do Brasil. Tanta riqueza deve-se, principalmente, a grande diversidade de ecossistemas existentes na região. A presença de florestas e capoeiras, ambientes costeiros, reentrâncias – com extensas áreas de manguezais e região de baixada – com áreas alagadas, banhados e pequenas lagoas, representam uma variedade de habitats, tanto para aves que ali residem como para as espécies migratórias.

A região é caracterizada por abrigar inúmeras espécies de aves migratórias (26 das 67 levantadas para a área), dentre as quais aproximadamente 96% migram do norte, aumentando a relevância ecológica da área. Uma espécie de ave endêmica do Brasil, a saracura-do-mangue (*Aramides mangle*), e uma espécie considerada rara, o guará (*Eudocimus ruber*), são descritas para a área de estudo. Nenhuma espécie de ave que ocorre na costa do Maranhão é considerada ameaçada de extinção a nível mundial (IUCN, 2015), e seis espécies são consideradas ameaçadas de extinção a nível nacional. São elas: *Charadrius wilsonia* (batuíra-bicuda), *Sterna dougallii* (trinta-réis-róseo), *Thalasseus maximus* (trinta-réis-real), *Limnodromus griseus* (maçarico-de-costas-brancas), *Calidris pusilla* (maçarico-rasteiro) e *Calidris canutus* (maçarico-de-papo-vermelho) (MMA, 2014).

As aves marinhas são particularmente sensíveis e têm um alto risco de contato com o óleo vazado devido à quantidade de tempo em que ficam sobre - ou perto - da superfície do mar, ou em áreas costeiras afetadas, além de possuírem baixas taxas reprodutivas (EPA, 1999; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; BARROS *et al.*, 2014). São também bastante afetadas as populações de aves com um pequeno número de indivíduos, distribuição geográfica restrita ou com espécies ameaçadas (EPA, 1999).

Na maior parte dos acidentes em que há documentação de morte de aves marinhas, o número de aves impactadas tem sido apenas estimado, enquanto que os impactos a nível populacional têm sido dificilmente determinados (BARROS *et al.*, 2014). Os únicos dados confiáveis são a contagem de carcaças que aparecem no litoral, mas mesmo esse valor é subjetivo e o método possui grandes limitações, uma vez que desconsidera variáveis como intensidade de busca, da acessibilidade da linha de costa e das condições do mar na hora do vazamento (KINGSTON, 2002).

As estimativas mais confiáveis sobre o número de aves mortas durante o vazamento de óleo proveniente do *blowout* ocorrido no Golfo do México em 2010 é de 200.000 indivíduos (HANEY *et al.*, 2014). No entanto, nesta estimativa não foram considerados os indivíduos encontrados após os 103 dias de vazamento considerados.

BARROS *et al.* (2014) demonstraram que os efeitos da exposição ao óleo em aves pode ser complexo e duradouro, causando prejuízos ao sucesso reprodutivo de algumas espécies, mesmo após 10 anos de ocorrido o vazamento de óleo. Os autores observaram uma redução de até 45% no sucesso reprodutivo quando comparadas colônias oleadas e não oleadas (BARROS *et al.*, 2014). Efeitos em longo prazo também foram observados por MORENO *et al.* (2013), que relataram mudanças temporais na ecologia trófica de algumas aves. Indivíduos jovens mudaram sua dieta baseada em peixes bentônico-demersais para espécies de peixes pelágicas e semi-pelágicas (MORENO *et al.*, 2013).

A contaminação da água por óleo atinge as aves marinhas de uma maneira geral, incluindo até exímios voadores como os petréis e atobás (VOOREN & BRUSQUE, 1999). A substância que flutua na superfície do mar suja a plumagem das aves que nadam ou mergulham, além daquelas habitantes de regiões costeiras. Dependendo da quantidade de óleo impregnado em suas penas, as aves morrem em poucos dias ou sofrem efeitos fisiológicos mais demorados pela entrada desta substância no organismo. O óleo que fica em suspensão na coluna d'água entra na cadeia trófica e o alimento, assim contaminado, prejudica o crescimento corporal, a formação das penas e a produção de ovos (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

É importante mencionar, também, que vazamentos de óleo podem ser severos em aves marinhas que utilizam o local para alimentação. Aves marinhas que comem peixes e lulas constituem o elo final de uma cadeia trófica. Devido ao hábito geral de periodicamente acumular reservas de gordura, estas aves estão sujeitas à bioacumulação dos poluentes tóxicos que são solúveis em lipídeos. Quando estas aves utilizam suas reservas de lipídeos, as substâncias tóxicas acumuladas entram na corrente sanguínea, podendo causar a morte por intoxicação aguda. As substâncias tóxicas podem ser incorporadas na gema do ovo e afetar o desenvolvimento do embrião e do ninhego (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

A simulação da dispersão de óleo indicou que as manchas de óleo, em condições críticas de vento e corrente, apresentam baixas probabilidades de atingirem a região costeira do maranhão. De acordo com o diagnóstico elaborado para o presente estudo a região de São Luis, Cururupu, Lençóis Maranhenses e a Baía de São Marcos são importantes áreas de nidificação de aves aquáticas, as quais apresentam probabilidades de serem atingidas pelo óleo em uma situação de pior caso. Vale destacar que as probabilidades de toque nessas regiões são baixas.

Acidentes com embarcação, no transporte de resíduos da unidade de perfuração para a costa também podem levar a consequências sérias sobre a qualidade das águas e consequentemente sobre a biota marinha. Neste caso, as aves marinhas podem ser afetadas por ingestão direta ou indireta destes elementos. Em análises de conteúdo estomacal das aves pelágicas é comum a presença de plásticos, dentre eles o polietileno, conhecido como "nibs" na indústria petroquímica (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

A variação natural e a enorme gama de fatores que influenciam as estatísticas populacionais de aves tornam difícil avaliar o impacto e a recuperação a um único evento como um vazamento de óleo. Entretanto, estudos recentes indicam que as aves podem sofrer efeitos em longo prazo como consequência da exposição ao óleo (MORENO *et al.*, 2013; BARROS *et al.*, 2014). A literatura científica apresenta alguns estudos sobre recuperação de populações de aves, entretanto a ausência de estudos prévios na região impactada dificulta qualquer predição sobre o tempo de recuperação das populações de aves da região. Com isso, levando-se em consideração estudos com outras espécies e em locais temperados, adaptando-se à realidade local, considera-se que o tempo de recuperação para a avifauna na região está entre 3 e 10 anos (vide item II.12 – ARA).

Na área de estudo e seu entorno, algumas áreas são classificadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade de aves costeiras e marinhas (MMA, 2002), tais como:

- São Caetano de Odivelas a Alcântara (PA e MA) – Área formada pelas reentrâncias maranhenses, incluídas na Rede Hemisférica de Reservas de Aves Limícolas como sendo de extrema importância e fazem parte da Convenção de Ramsar;
- Costa de São Luís ao Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (MA) – Área em que colônias do guará vêm sofrendo forte pressão antrópica;
- Parque Nacional de Lençóis Maranhenses (MA) – Corredor de migração e área de reprodução de várias espécies costeiras e marinhas, além de apresentar 355.000 há de dunas e lagoas;
- Costa de Tutóia a Luís Correia (MA e PI) – Ocorrência e reprodução de espécies ameaçadas de extinção, como o guará e por representar corredor de migração e inventada de *Charadriiformes* neárticos, além da reprodução colonial de *Ciconiiformes*. Está sob forte ameaça do turismo do delta do Parnaíba;

No que se refere às áreas prioritárias para conservação da avifauna presentes nas áreas costeiras e marinhas da região de estudo, destacam-se 31 áreas discriminadas a seguir, de acordo com o MMA (2007).

Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc 190 (Curupu/Panaquatira)	Muito Alta/ Extremamente Alta	Aves ameaçadas caçadas para alimentação (jaçanã – <i>Porphyula martinica</i> , socozinho, jurará), aves migratórias.
AmZc 196 (Guarapiranga)	Alta/ Muito Alta	Presença de espécies ameaçadas (guará), aves migratórias (parada, alimentação e invernada), diversas espécies de aves residentes (guará, ciconiformes).
AmZc 205 (Curupu/Panaquatira)	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de aves migratórias (reprodução, parada e invernada).
AmZc 206 (RESEX Baía do Tubarão)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Invernada e parada de aves migratórias, reprodução de aves coloniais.
AmZc 236 (Sistema Foz do Gurupi e Baía de Turiaçu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Alta concentração de aves migratórias (parada e invernada), importante concentração de aves, ocorrência de <i>Eudocimus ruber</i> .
AmZc 683 (APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça (Oeste))	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Invernada e parada de aves migratórias, reprodução de aves coloniais.
AmZc 686 (PE do Bacanga)	Alta/ Extremamente Alta	Diversidade de passeriformes.
AmZc 688 (APA Baixada Maranhense - Estuário)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Aves ameaçadas caçadas para alimentação (jaçanã - <i>Porphyula martinica</i> , socozinho, jurará), aves migratórias.
AmZc 689 (APA do Maracanã)	Alta/ Alta	Diversidade de passeriformes.
AmZc 704 (RESEX Cedral/Guimarães/Porto Rico/Alcatara)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Alta concentração de aves migratórias (parada e invernada), reprodução de ciconiformes, importante concentração de aves, ocorrência de <i>Eudocimus ruber</i> .
AmZc 717 (APA Baixada Maranhense - Litoral)	Extremamente Alta/ Alta	Alta concentração de aves migratórias (parada e invernada), reprodução de ciconiformes, importante concentração de aves, ocorrência de <i>Eudocimus ruber</i> .
AmZc 722 (RESEX de Cururupu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Alta concentração de aves migratórias (parada e invernada), reprodução de ciconiformes.
CeZc430 (APA Foz do Rio Preguiças/Peq. Lençóis)	Muito Alta/Muito Alta	Aves migratórias (invernada).

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função das áreas prioritárias para conservação e da presença de espécies migratórias e ameaçadas de extinção, de curta duração - visto que os efeitos sobre o fator ambiental poderão ter duração de até 10 anos, reversível, induzido – por ser induzido por variações na qualidade das águas e através da ingestão de alimento contaminado e indutor - por induzir a ocorrência de impactos em outros níveis tróficos da cadeia alimentar.

A magnitude dos impactos ambientais decorrentes de acidentes nas aves marinhas vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com o tipo e a intensidade do vazamento, no entanto, em função da área passível de ser atingida por óleo no pior caso, a magnitude será considerada alta.

A sensibilidade do fator ambiental, foi considerada como alta, visto a ocorrência comprovada na região de espécies migratórias e ameaçadas de extinção.

A importância do impacto também é grande, em função da grande magnitude e sensibilidade.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> <li>▪ ASP 2 - Acidente com embarcação durante o transporte de resíduos para a costa</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → IMP 10 - Interferência com aves marinhas.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, curta duração, temporário, reversível, indutor e induzido – alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

Adicionalmente, dependendo da extensão do vazamento, poderá ser estudada a realização de uma avaliação do impacto através de análises de organismos atingidos nas áreas afetadas.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

No que se refere à avifauna, destacam-se as seguintes leis, anteriormente descritas:

- **Lei nº 5.197/67- Lei de Proteção à Fauna**, de 03/01/1967;
- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei complementar nº 140/11**, de 08/12/2011;
- **Decreto legislativo nº 33/92**, de 16/06/1992;
- **Decreto nº 1.905/96**, de 16/05/1996;
- **Decreto s/n**, de 23/11/2003;
- **Portaria MMA nº 46/09**, de 30/01/2009;
- **Portaria ICMBIO nº 15/12**, de 17/02/2012;
- **Portaria ICMBIO nº 203/13**, de 05/07/2013.

Devem ser consideradas as seguintes Instruções Normativas:

- **Instrução Normativa Interministerial nº 07/14**, de 30/10/2014.
- **Instrução Normativa IBAMA nº 27/02**, de 23/12/2002.

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000.
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002.
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11.
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007.
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009.

- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas relacionados ao aspecto ambiental e ao fator ambiental destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR);**
- **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO).**

➤ **IMP 11 - Interferência nas praias**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**1. Apresentação**

Em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções praias da região, e fauna associada, poderão ser atingidas.

**2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar.

**3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O derramamento de óleo pode levar a uma contaminação das praias atingidas podendo afetar a fauna associada.

De acordo com as simulações de pior caso elaboradas para a presente atividade, o óleo apresenta baixas probabilidades de atingir a costa. Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado presentes no PGR – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteadada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

Um dos impactos imediatos da contaminação das praias após um vazamento de óleo é o recobrimento e intoxicação das comunidades faunísticas associadas ao sedimento, principalmente a zona entremarés, (MONTEIRO, 2003). Um dos efeitos dessa exposição são alterações na estrutura e composição das comunidades uma vez que haverá modificações nas características físicas e químicas do sedimento, como aumento da temperatura e redução da circulação e renovação da água intersticial.

Poderá haver bioacumulação de componentes tóxicos do petróleo pela comunidade biológica de praias, principalmente através do processo de filtração da água intersticial pelas espécies suspensívoras e pela ingestão direta de sedimento pelas espécies depositívoras. Considerando a relação predador-presa nestes ambientes, observa-se que as concentrações de componentes tóxicos tendem a aumentar nos predadores de topo de cadeia, resultando num intenso processo de biomagnificação (API, 1985; MONTEIRO, 2003).

O efeito tóxico do petróleo pode levar à morte direta ou a efeitos subletais, o que vai depender da concentração do óleo (especialmente dos compostos aromáticos) e do organismo em questão. No entanto, a intoxicação é um processo extremamente rápido e de curto tempo de contato, devido à natureza volátil destas substâncias; apesar disso, seus efeitos são extremamente graves (MONTEIRO, 2003).

De acordo com CETESB (2000), o recobrimento direto dos organismos pode causar os seguintes impactos:

- Asfixia e morte pelo bloqueio de órgãos e respiratórios (brânquias e pele);
- Impedimento total ou parcial da fotossíntese das microalgas presentes nas camadas superficiais do sedimento;
- Interferência na habilidade de locomoção de animais vágues e entupimento de tubos e galerias de organismos tubícolas e sésseis. Este impacto pode causar efeitos danosos em médio prazo, uma vez que interfere nos processos de locomoção, alimentação e reprodução dos organismos.

As espécies com algum tipo de proteção externa como carapaças e conchas são menos vulneráveis ao contato, entre elas, bivalves, gastrópodes, caranguejos, siris, pois a superfície do corpo não entra em contato direto com o petróleo. Espécies que vivem em estratos mais profundos do sedimento também tendem a serem menos vulneráveis às frações tóxicas do óleo, principalmente em praias de areia fina e compacta, onde o sedimento atua como um filtro natural (MONTEIRO, 2003).

Além disso, algumas perturbações poderão levar a uma redução na diversidade e riqueza, com aumento da dominância de espécies oportunistas e resistentes (MONTEIRO, 2003).



Ainda de acordo com MONTEIRO (2003) o ciclo das praias arenosas, representado pela entrada e saída de areia em diferentes épocas do ano é um fator importante no grau de impacto do petróleo nesses ambientes. Se o vazamento ocorrer na fase em que há entrada de areia na praia, o petróleo sofre um soterramento pelo sedimento, dando a falsa impressão de que a praia está limpa. No entanto, o óleo se encontra abaixo da areia, chegando a um metro de profundidade em algumas praias, e tende a recontaminar o ambiente com a chegada do ciclo destrutivo (retirada do sedimento).

O tipo de substrato também influencia no grau de impacto. Nos substratos não consolidados o petróleo penetra verticalmente no sedimento, atingindo camadas mais profundas. Quanto maior o tamanho do grão, maior a penetração do óleo no sedimento. As praias de areia fina, comuns na região de estudo, possuem um elevado grau de compactação do sedimento, dificultando a penetração do óleo e favorecendo a preservação da biota (IPIECA, 2000).

Outros fatores que influenciam no impacto são o tipo de óleo, a drenagem do sedimento e a presença de tocas de animais e poros de raízes (IPIECA, 2000). O tipo de comunidade presente também influencia no grau de impacto. As praias arenosas são ambientes muito dinâmicos, com elevado estresse físico, possuindo uma fauna mais resistente e menos diversa. As praias de areia fina, por sua vez, abrigam uma biota mais simples e sensível ao óleo (IPIECA, 2000; JUNOY *et al.*, 2005).

Cabe ressaltar a presença de importantes Unidades de Conservação na região passível de ser afetada. Como consequência dos efeitos de um derramamento de óleo em áreas extremamente sensíveis e vulneráveis haverá uma tendência de redução na biodiversidade, com o aumento da dominância de espécies oportunistas e resistentes, as quais tendem a ocupar o espaço e recursos disponíveis. A redução da biodiversidade nessas áreas pode levar a uma perda da importância biológica da área (DE LA HUZ *et al.*, 2005).

SCHLACHER *et al.* (2011) observaram mudanças na estrutura ecológica de comunidades de praia após o vazamento de óleo do MV Pacific Adventurer, na Austrália. Foram relatadas diferenças na abundância, densidade e diversidade das espécies quando comparadas com praias não impactadas por óleo, principalmente na região do infralitoral, não sendo significativas as diferenças encontradas na região entremarés e no supralitoral

DE LA HUZ *et al.* (2005) afirmam que o impacto do óleo nas praias é particularmente preocupante na região do supralitoral. A fauna dominante nessa região apresenta características ecológicas e fisiológicas que a torna mais suscetível a esse tipo de impacto. A maioria das espécies apresenta desenvolvimento direto, sem fase larvar, de modo que as populações afetadas por derramamento de óleo dificilmente são incapazes de se recuperar através do recrutamento a partir de populações próximas.

Vale mencionar que o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e a APA dos Pequenos Lençóis (MA) são citadas como áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de praias (MMA, 2002).

Foi realizado em 2006 o processo de atualização das Áreas e Ações Prioritárias no âmbito de todos os biomas brasileiros. As primeiras etapas do processo foram as Reuniões Técnicas que ocorreram no período de maio a setembro de 2006, com a definição dos objetos de conservação (alvos), a definição de metas e importância relativa de cada objeto e a elaboração de um Mapa das Áreas Relevantes para a Biodiversidade.

As áreas tidas como prioritárias para a conservação da biodiversidade dos ecossistemas de praias na região de estudo e seu entorno estão contidas na tabela a seguir.

Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc 717 (APA Baixada Maranhense – Litoral)	Extremamente Alta/ Alta	Presença de manguezais, campos inundáveis, marismas, praias arenosas, várzeas, dunas móveis, paleodunas.
AmZc722(RESEX de Cururupu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de praias arenosas.
AmZc704 (RESEX Cedral/Guimarães/Porto Rico/Alcatara)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de praias arenosas, várzeas, restinga, dunas móveis, paleodunas, estuários.
AmZc205 (Curupu/Panaquatira)	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de dunas móveis, paleodunas, nascentes, restinga, estuário, praia arenosa.
AmZc206 (RESEX Baía do Tubarão)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de praias arenosas, restinga, várzeas, vasas de sururus, duna.
AmZc683 (APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça - Oeste)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de praias arenosas, restinga, várzeas, vasas de sururus, dunas.
CeZc430 (APA Foz do Rio Preguiças/Peq.Lençóis)	Muito Alta/Muito Alta	Presença de praias arenosas.

Fonte: MMA/SBF (2007)

Esse impacto é considerado de alta magnitude em função da extensão de praias passíveis de serem atingidas. A sensibilidade foi considerada alta em função da presença de unidades de conservação na região costeira (vide item II.6.4 – Unidades de Conservação) e da importância das praias para o turismo da região. Contudo, deve ser ressaltado que as praias são ambientes dinâmicos, onde na maioria dos casos, a energia física das ondas é suficiente para remover os resquícios de óleo entre dois e quatro anos após um vazamento. Além disso, a grande concentração de oxigênio na maioria dos sedimentos arenosos pode levar a uma degradação significativa do óleo, podendo haver recolonização da fauna em torno de cinco anos.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – pela importância nacional e ultrapassar um raio de 5 km, de curta duração, - visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração de até dez anos, reversível e indutor - por induzir a ocorrência de impactos na fauna associada e no turismo.

A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → IMP 11 - Interferência com as praias.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, curta duração, temporário, reversível, indutor, pontual – alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- Lei nº 9.966/00, de 28/04/2000;
- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;
- Decreto nº 4.136/02, de 20/02/2002;
- Resolução CONAMA nº 398/08, de 11/06/11;
- Resolução ANP nº 43/07, de 06/12/2007;
- Resolução ANP nº 44/09, de 22/12/2009;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013, de 31/01/2013;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas relacionados ao aspecto ambiental e ao fator ambiental, destacam-se os seguintes:

- **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II)** - O compromisso governamental com o planejamento integrado tem dado especial atenção ao uso sustentável dos recursos costeiros visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos. Para atingir tal objetivo, o governo federal concebeu e implantou o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). O PNGC II, regulamentado pelo Decreto nº 5.300/04, de 07/12/2004, estabelece novas bases para as atividades iniciadas pelo PNGC, instituído pela Lei Federal 7.661/88, de 16/05/1988, e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O plano prevê a realização de um processo contínuo de diagnose e planejamento do manejo desses recursos para subsidiarem o estabelecimento de políticas capazes de conciliar os tipos de ocupação com a manutenção de um ambiente natural que conserve uma dinâmica sustentável ao longo do tempo, de forma a consolidar os avanços obtidos e possibilitar seu aprimoramento.
- **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)** - O Projeto Orla é parte integrante do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e conduzido pelo Ministério do Meio Ambiente por meio da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentos Humanos e da Secretaria de Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Tem como objetivo garantir que as políticas ambientais e patrimoniais do governo federal sejam compatíveis no que diz respeito ao uso e ocupação dos espaços litorâneos sob o domínio da União, que constitui a sustentação natural e econômica da Zona Costeira. Criado em 2004 e regulamentado pelo **Decreto nº 5.300/04**, de 07/12/2004, o projeto visa à transferência da gestão da orla marítima da esfera federal para a municipal, com a intenção de incorporar as normas ambientais nesse processo (MMA, 2012);
- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**

## ➤ IMP 12 - Interferência nos manguezais

### Aspecto Ambiental Associado: *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

#### 1. Apresentação

Em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções manguezais da região, e fauna associada, poderão ser atingidas.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar.

#### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O derramamento de óleo pode levar a uma contaminação dos manguezais atingidos podendo afetar a flora e fauna associada.

De acordo com as simulações de pior caso elaboradas para a presente atividade, o óleo apresenta baixas probabilidades de atingir a costa. Para as simulações de pior caso, no cenário de verão, a probabilidade de presença do óleo na costa abrangeu dez municípios, variando entre 1 e 22%, sendo que o município de Barreirinhas apresentou a maior probabilidade de óleo na costa. O tempo mínimo de chegada de óleo à costa variou de 10 a 43 dias, com o município de Santo Amaro do Maranhão sendo atingido mais rapidamente pelo óleo. Para o cenário de inverno, a probabilidade de presença de óleo na costa abrangeu oito municípios, todos com probabilidades de até 1% de toque de óleo. O menor tempo de toque para este cenário ocorreu em Santo Amaro do Maranhão com 44 dias.

É importante ressaltar que, quase a metade dos manguezais do Brasil está na região de estudo. Os manguezais da costa dos Estados do Pará e do Maranhão formam um cinturão contínuo (MENEZES *et al.*, 2008; SOUZA FILHO, 2005), estendendo-se da Baía de Marajó (PA) até o estuário do rio Preguiças (MA), ocupando cerca de 650 km de litoral (SOUZA FILHO, 2005 *apud* MENEZES *et al.*, 2008). O regime de variações de marés, que podem chegar a 8 m, e a robustez da flora, com árvores que por vezes ultrapassam os 20 m de altura, representam características singulares dos manguezais da região. São regiões de alta produtividade biológica, com presença de espécies ameaçadas, raras e endêmicas.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado presentes no PGR – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteadas a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Os manguezais da região possuem alta biodiversidade e são relativamente bem preservados, constituindo a formação vegetal dominante na faixa litorânea. São manguezais bem desenvolvidos, bem conservados, com formações eólicas na linha de costa (dunas frontais e internas) ou em espaços palustres de águas salobras ou doces (lagos, várzeas e pântanos salinos) (FERNANDES, 2005). No estado do Maranhão são particularmente protegidos pela Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses.

Os manguezais são considerados um dos ecossistemas mais sensíveis ao óleo e áreas prioritárias de proteção em caso de vazamentos. De acordo com o MMA (2001) os manguezais possuem Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) a derrames de óleo de valor 10, ou seja, o valor máximo de sensibilidade e são classificados como área de preservação permanente pelo novo Código Florestal, a Lei Federal nº 12.651/12. O que torna o impacto do óleo nos manguezais extremamente danoso e delicado é a persistência do mesmo nesses ecossistemas, podendo prolongar os efeitos letais e subletais, bem como retardar seu processo de recuperação (SOARES, 2003). De acordo com o mesmo autor, o impacto do óleo nos manguezais irá depender de diversos fatores como o tipo e a quantidade de óleo derramado, características geomorfológicas, frequência de inundação pelas marés, energia das marés, características do sedimento, espécies vegetais, atividade da macrofauna bentônica e atividade microbianas.

Derramamentos de óleo e seus derivados em manguezais podem provocar efeitos agudos e/ou crônicos. Estes impactos vão depender não apenas da quantidade derramada, mas também do tipo do produto. As características do óleo irão determinar a sua toxicidade e o seu tempo de permanência no ambiente, podendo explicar a variedade de respostas de diversos manguezais após um derramamento de óleo (SEMADS, 2002).

Os manguezais são áreas de baixa energia de ondas e de difícil atuação de limpeza (BAKER, 1982; NOAA, 2002). Muitas vezes a limpeza pode causar mais danos que o próprio óleo e, nestes casos, a recuperação natural pode ser a melhor opção. Sendo assim, a limpeza é indicada no caso de vazamentos de óleos leves (que não possuem grande capacidade de penetração no solo), como a gasolina e o querosene (GETTER & LEWIS, 2003). No caso de óleos pesados (que não apresentam grande capacidade de penetração no solo), a recuperação natural deve ser considerada apenas se o pisoteio puder causar penetração do óleo no sedimento (NOAA, 2002; GETTER & LEWIS, 2003).

Uma vez introduzidos no meio ambiente, os compostos presentes no óleo irão sofrer uma série de transformações físico-químicas. A extensão destes processos deverá variar em função das características do manguezal em questão e da forma e quantidade dos hidrocarbonetos ali introduzidos. Os principais processos envolvidos são a transferência para o sedimento, a incorporação à biota, a degradação biológica e química, a solubilização, a dispersão física e a evaporação dos compostos (ALVES, 2001).

O principal efeito agudo da poluição por óleo sobre os manguezais se dá pelo fato que, uma vez que o óleo penetra no ambiente, ele recobre as lenticelas e os pneumatóforos, causando assim a asfixia dos vegetais. A alta toxicidade de alguns constituintes do petróleo, principalmente representados pelos hidrocarbonetos poliaromáticos, pode atuar sobre toda a comunidade, inclusive sobre as populações microbianas do solo, que são fundamentais na ciclagem de nutrientes neste ambiente (ALVES, 2001). A penetração do óleo ocorre na

maré alta, depositando-se nas raízes aéreas e na superfície do sedimento quando a maré retrocede. Os organismos que vivem no ecossistema são afetados pelas altas taxas de mortalidade, como resultado direto do contato com o óleo, seguido da perda de habitat para os organismos que vivem nos ramos e copas das árvores e no sistema de raízes aéreas (IPIECA, 1993).

Segundo HOFF (2002 apud. LIMA, 2010), os indicadores de stress em manguezais começam aproximadamente duas semanas após o vazamento, apresentando folhas amareladas e progressiva desfolhação até a morte das árvores. Outros fatores que devem ser considerados na avaliação dos possíveis efeitos de um derramamento de óleo em um manguezal são as características geomorfológicas do bosque, e a granulometria do sedimento. Ainda em relação ao sedimento, outro processo que determina a persistência do óleo é a taxa de biodegradação sendo que, esta é maior na superfície do sedimento, pois, a atividade microbiana é baixa nas camadas sub-superficiais (ALVES, 2001).

Os impactos no mangue podem levar ao amarelecimento e queda das folhas, ramificação de pneumatóforos, mortalidade de raízes, redução da cobertura vegetal, aumento na taxa de mutação, maior sensibilidade a outros impactos, mortalidade da comunidade epífita, asfixia dos animais e morte da fauna e das árvores (ALVES, 2001; JACOBI & SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; NOAA, 2002; RODRIGUES *et al.*, 1989). É importante ressaltar, no entanto, que quando um manguezal é atingido nem todas as árvores recobertas por óleo são mortas, o que em geral ocorre apenas em parte da área afetada (GETTER *et al.*, 1984; BURNS *et al.*, 1993; KELLER & JACKSON, 1993; GARRITY *et al.*, 1994; DUKE *et al.*, 1997; DUKE *et al.*, 1999; YENDER *et al.*, 2008), possivelmente naquelas de maior retenção de óleo (KELLER & JACKSON, 1993).

O óleo pode ainda afetar diretamente as características da dinâmica da comunidade de manguezal, sobretudo no que se refere às fases iniciais do desenvolvimento, tais como propágulos e plântulas, mais sensíveis à contaminação que os indivíduos adultos. O problema de tais alterações está relacionado ao fato desses atributos determinarem a estabilidade do ecossistema em relação à manutenção das diversas populações que o compõe. Por outro lado, essas componentes iniciais, representadas por plântulas e propágulos vão determinar o potencial de regeneração do ecossistema frente a perturbações e tensões, como o próprio óleo (SEMADS, 2002).

A fauna de invertebrados e as macroalgas associadas à vegetação, em geral, apresentam elevada mortalidade, mas com rápida recuperação (CHAN, 1977; NADEAU & BERGQUIST, 1977; GILFILLAN *et al.*, 1981; LEVINGS *et al.*, 1994; OTITOLOJU *et al.*, 2007; MELVILLE *et al.*, 2009). Os impactos de maior tempo estão associados ao óleo retido nos sedimentos, que pode persistir por muitos anos (CORREDOR *et al.*, 1990; BURNS *et al.*, 1994; WARD *et al.*, 2003) e vir a ser uma fonte crônica de contaminação, sendo liberado continuamente para o ambiente e causando potencialmente efeitos subletais (BURNS *et al.*, 1993; GARRITY *et al.*, 1993; SNEDAKER *et al.*, 1996).

Pequenos a médios vazamentos de óleo também podem ocorrer durante o deslocamento de embarcações, no transporte de resíduos da área do empreendimento para a costa, e desta forma atingindo os manguezais presentes próximos as áreas costeiras da rota das embarcações. O volume de óleo liberado seria menor que o de um poço controlado *offshore*, e o tipo do óleo caracterizar-se-ia provavelmente como combustível ou lubrificante (PERRY, 2005). A gasolina, o querosene e a nafta possuem grandes frações de aromáticos e são mais tóxicos que o óleo diesel e o óleo cru, porém esses últimos são mais persistentes no ambiente, causando impactos de longa duração (MONTEIRO, 2003).

Os pequenos vazamentos, provenientes destes deslocamentos, representam aproximadamente 98% das perdas totais de petróleo e derivados, enquanto que as perdas acidentais correspondem aos 2% restantes (RODIGUES, 2009). Segundo PAVLAKIS et al. (1996 apud. RODRIGUES, 2009) a dimensão do dano deve estar relacionado com a sensibilidade dos ecossistemas envolvidos e não com o volume derramado, pois até mesmo pequenos vazamentos podem causar grandes danos em um ambiente sensível, como baías, canais e enseadas, onde a influência de correntes marítimas é mínima. Nestas regiões, os processos de dispersão dos poluentes são mais lentos, aumentando a probabilidade de impactos ambientais e desastres ecológicos que podem durar por anos.

Portanto, fica clara a vulnerabilidade dos manguezais aos derramamentos de óleo. No entanto, deve-se considerar que dentro de um mesmo sistema pode-se encontrar comportamentos distintos em termos de sensibilidade, suscetibilidade e vulnerabilidade dos diferentes trechos de manguezais. Tal variação vai ocorrer por diversos motivos, desde as características ambientais como circulação, frequência de inundação pelas marés, granulometria, geomorfologia, até características associadas à proximidade e vulnerabilidade em relação às principais fontes poluidoras (ALVES, 2001).

A seguir são apresentadas algumas considerações sobre a recuperação de manguezais afetados por derramamentos de óleo.

Os impactos do vazamento de óleo nos manguezais podem durar muitos anos e variam em função do tipo de óleo, da quantidade vazada, do tipo fisiográfico e das condições ambientais locais. MARTIN *et. al.* (1990) demonstraram em estudos realizados na Ilha de Bornéu que a germinação de propágulos só ocorreu nas áreas impactadas após um ano de vazamento. MUNOZ *et. al.* (1997) observou os efeitos do óleo oito anos após o vazamento nos manguezais de Guadeloupe na França. BURNS *et. al.* (1993) descrevem os efeitos do óleo após cinco anos em manguezais do Panamá e 20 anos nos manguezais de Porto Rico. LEWIS (1982) resumizou os efeitos do óleo no manguezal através da consulta a diferentes estudos que são apresentados na **Tabela II.8.2.1.12.**

**TABELA II.8.2.1.12 – Efeitos do Vazamento de Óleo em Florestas de Manguezais**

Estágio	Impactos observados
<b>Agudo</b>	
0 a 15 dias	Morte de aves, tartarugas, peixes e invertebrados.
15 a 30 dias	Desfolhação e morte de manguezais pequenos (menores que 1 m de altura) com perda das raízes aéreas.
<b>Crônico</b>	
30 dias a 1 ano	Desfolhação e morte de manguezais médios (menores que 3 m de altura) através do dano do tecido das raízes aéreas.
1 a 5 anos	Desfolhação e morte de manguezais médios (menores que 3 m de altura) com perda das raízes aéreas oleadas e crescimento de novas raízes aéreas deformadas.  Recolonização das áreas afetadas por óleo por novos propágulos.
1 a 10 anos	Redução da biomassa, redução da reprodução e redução da sobrevivência de propágulos gerados pelas plantas afetadas. Morte e redução no crescimento de jovens plantas que colonizaram o local do vazamento.
10 a 50 anos	Completa recuperação do ecossistema afetado.

Fonte: LEWIS, 1982.

Apesar do quadro acima, a recuperação de manguezais afetados por óleo é possível e mais rápida a partir da ação do homem. As etapas para esta recuperação devem ser rápidas considerando, segundo DUKE (1997), os seguintes aspectos: avaliar os métodos de limpeza e promover a sobrevivência de árvores de mangue; mapear, após o derrame, o grau de impregnação do óleo e as áreas de desfolhação subsequente ao desmatamento; armazenar amostras do óleo flutuante; entre um e dois meses após o vazamento medir a concentração de óleo no sedimento, repetindo esta operação com regularidade; avaliar a condição dos locais desmatados em termos de estrutura e composição original; percorrer os locais afetados e levantar a presença/ausência de plântulas; determinar a variação temporal e a disponibilidade local de propágulos; avaliar os benefícios e métodos para proteger fisicamente as plântulas nos locais expostos, afetados pelo óleo e avaliar os benefícios derivados do replantio, incluindo a densidade e seleção das espécies a serem plantadas.

Alguns autores realizaram experimentos com óleo cru nos manguezais, comparando os efeitos sobre a biota através da utilização de dispersantes. IPIECA (1993) relata que em manguezais da Malásia o óleo cru foi mais tóxico do que o óleo tratado com dispersante, em função da maior demora em sofrer degradação, e que em manguezais da Florida, as áreas onde o óleo foi tratado com dispersante apresentaram uma mortalidade menor do que as áreas onde o óleo não recebeu tratamento. Em experimentos realizados no Panamá, o óleo sem tratamento de dispersantes, apresentou severos efeitos em longo prazo na sobrevivência dos manguezais e da fauna associada. O óleo que foi quimicamente dispersado *offshore* apresentou menor efeito sobre os manguezais, mas afetou mais severamente os recifes de corais.

Concluindo, os manguezais são altamente sensíveis ao impacto por óleo. No entanto, a maior ou menor sensibilidade também dependerá da sinergia dos fatores ambientais com outros tensores ambientais. Considerando que se trata de um ecossistema extremamente frágil em relação aos derramamentos de óleo e derivados, associado a um alto tempo de residência do óleo no ambiente, um alto período para sua regeneração e as dificuldades de remoção/limpeza do óleo, é consenso que tais sistemas são os mais delicados frente a tais acidentes. Assim, deve-se priorizar a proteção de tais áreas no caso de acidentes.

Destacam-se, na área de estudo, áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de manguezais (MMA, 2002), tais como, as Reentrâncias Maranhenses (MA) e a Ilha de São Luís.

Além dessas, segundo MMA (2007), destacam-se as seguintes áreas nas zonas costeiras e marinha da área de estudo:

Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc 717 (APA Baixada Maranhense – Litoral)	Extremamente Alta/ Alta	Presença de manguezais, campos inundáveis, marismas, praias arenosas, várzeas, dunas móveis, paleodunas, estuários, berçários, nascentes.
AmZc236 (Sistema Foz do Gurupi e Baía de Turiaçu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de manguezais.
AmZc722(RESEX de Cururupu)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de manguezal.
AmZc704 (RESEX Cedral/Guimarães/Porto Rico/Alcatara)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Altíssima concentração de manguezais.
AmZc205 (Curupu/Panaquatira)	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de manguezal.



Nome	Importância/Prioridade	Característica
AmZc206 (RESEX Baía do Tubarão)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de manguezal, apicuns, estuário, praias arenosas, restinga, várzeas, vasas de sururus, dunas, nascentes, berçário de várias espécies.
AmZc683 (APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça - Oeste)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de Manguezal, apicuns, estuário, praias arenosas, restinga, várzeas, vasas de sururus, dunas, nascentes, berçário de várias espécies,
AmZc182 (Corredor APAs Maranhão)	Alta/Alta	Área heterogênea com predominância de dois ambientes, campos inundáveis e manguezais.
AmZc 190 (Ilha dos Caranguejos)	Muito Alta/ Extremamente Alta	Presença de manguezais.
AmZc688 (APA Baixada Maranhense – Estuário)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Presença de manguezais.
AmZc229 (Sul APA Baixada Maranhense – Divida MA/PA)	Muito Alta/ Muito Alta	Presença de mangue, florestas, várzea e estuários de dois importantes rios (Maracaçume e Gurupi).
Zm034 (Faixa costeira das reentrâncias maranhenses e paraenses)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Costa sinuosa formada por baías rasas e estuários separados por penínsulas lamosas cobertas por mangue.
Zm078 (Faixa Costeira Litoral leste MA /PI)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Área ainda bem preservada de manguezal.

Como é raro encontrar estudos sobre recuperação de manguezais em longo prazo, e ainda mais raro encontrar estudos que avaliem as comunidades de invertebrados associadas, e como alguns autores sugerem que os manguezais podem levar entre 10 e 50 anos para se recuperar (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003; LEWIS, 1982), de forma conservativa o impacto foi considerado como de longa duração. Quanto à distributividade, foi classificado como suprarregional, considerando a área de abrangência do impacto e a importância ecológica desse ecossistema para a região e para o país. Em função da extensão da área com a presença desse ecossistema passível de ser atingida, o impacto é considerado de alta magnitude. Considerando que esse ecossistema é um dos mais vulneráveis a derramamento de petróleo e seus derivados, a sensibilidade foi classificada como alta.

Assim, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – por ser área de preservação permanente de caráter nacional, de longa duração, irreversível e indutor - por induzir a ocorrência de impactos na fauna associada e na pesca.

A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → IMP 12 - Interferência com os manguezais.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, longa duração, permanente, irreversível e indutor– alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Manguezais estão enquadrados como Áreas de Preservação Permanente ou Reservas Ecológicas. Sua proteção é garantida por diversas ferramentas legais, entre as quais:

- **Lei Federal nº. 4.771/65**, de 15/09/1965: Institui o Código Florestal
- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de **12/02/1998**;
- **Lei Federal nº. 7.661/88**, de 16/05/1988: Institui o **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro-PNGC**. Regulamentada pelo **Decreto 5.300/04**, de 07/12/2004, que dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima.
- **Lei Federal nº. 11.428/06**, de 22/12/2006 - **Lei da Mata Atlântica**: Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Regulamentada pelo **Decreto 6.660/08**, de 21/11/2008.
- Sobre a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (Decreto Federal nº. 6.660/08)
- **Decreto Federal nº. 89.336/84**, de 31/01/1984: Dispõe sobre as Reservas Econômicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico.
- Sobre supressão da vegetação de Áreas de Preservação Permanente (Resolução nº. 369/06 do CONAMA)
- **Resolução CONAMA nº 303/02**, de 20/03/2002: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.. Alterada pela **Resolução CONAMA nº 341/03**.
- **Resolução CONAMA nº 341/03**, de 25/09/2003: Altera a **Resolução CONAMA 303/02** e dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis como de interesse social para fins de ocupação de dunas originalmente desprovidas de vegetação, na Zona Costeira.

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000.
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002.
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11.
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007.
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009.
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas relacionados ao aspecto ambiental e ao fator ambiental destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar**;
- **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II)**;
- **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**;
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)**.

## ➤ IMP 13 - Interferência nos recifes de corais

### Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo

#### 1. Apresentação

Em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções os recifes de corais da região e fauna associada poderão ser atingidos.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar.

#### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O derramamento de óleo pode levar a uma contaminação dos recifes atingidos podendo afetar a fauna associada.

A presença de recifes de coral de águas rasas, na área de estudo, se limita, praticamente, ao Parque Estadual Marinho Parcel de Manuel Luís, na costa do Maranhão. Esta unidade de conservação está situada na plataforma continental do litoral norte do estado do Maranhão e foi criada a partir do Decreto nº 11.902 de 11 de junho de 1991 (MARANHÃO, 1991). Além disso, também são encontrados, próximos ao Parcel, os bancos do Álvaro e do Tarol, que recentemente se transformaram em Parques Estaduais e estão regulamentados pelas leis nº 10.171 e nº 10.172, de 12 de dezembro de 2014, respectivamente (MARANHÃO, 2014).

Cabe destacar que as probabilidades do Parcel Manoel Luis, assim como o Banco do Tarol são extremamente baixas, com no máximo 1% de chances de serem atingidos em um evento de vazamento de 200m<sup>3</sup> e de *blowout*.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado e demais medidas presentes no PGR da unidade – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

Os recifes de corais são provavelmente o ecossistema marinho mais sensível e o mais vulnerável às variações ambientais. O equilíbrio ecológico da comunidade recifal pode ser rápido e facilmente quebrado por agentes externos de natureza diversa (OLIVEIRA et al., 2008).

Em relação à ocorrência de acidentes passíveis de afetarem o ambiente recifal destacam-se os relacionados a vazamento de óleo, em qualquer fase da atividade de perfuração, uma vez que alterando as condições normais da qualidade da água do mar, o ambiente recifal é afetado (HAAPKYLA et al., 2007).

Estudos em diversas partes do mundo mostraram que existem ameaças aos ambientes recifais decorrentes tanto do derramamento de óleo sobre os recifes, como também da exploração de petróleo no mar. O efeito tóxico do óleo sobre as comunidades coralíneas ocorre direta ou indiretamente (HAAPKYLA et al., 2007).

Após o vazamento de óleo, os componentes que se espalham pela água podem contaminar os recifes de três formas diferentes. Inicialmente, o óleo localizado na interface ar-água flutua sobre as estruturas recifais contaminando os corais que se expõem na maré baixa. Em seguida, a ação das ondas dispersa o petróleo na coluna d'água em forma de gotículas, que acabam entrando em contato com os corais. Estas gotículas podem alcançar, ainda, grandes profundidades, na medida em que se combinam com as partículas em suspensão (NOAA, 2001). O uso de dispersante, neste caso, em lugar de diminuir os efeitos deletérios, aumenta a exposição dos corais às substâncias tóxicas presentes no petróleo. Por fim, a contaminação relacionada com a incorporação do petróleo aos sedimentos de fundo apresenta os impactos mais severos à biota bentônica, uma vez que ocorre liberação gradual e cíclica de substâncias a partir do sedimento (FARRINGTON, 1989 apud. HAAPKYLA et al., 2007)

Levantamentos realizados para avaliação do impacto causado pela exploração de petróleo próximo a áreas de recifes de corais, no golfo de Eilat no mar Vermelho (RINKEVICK & LOYA 1977, LOYA & RINKEVICK 1980), no golfo Pérsico (DOWNING 1985, SHEPPARD 1988, ROBERTS *et al.* 1993), na costa caribenha do Panamá (JACKSON *et al.* 1989, DODGE & KNAP, 1993), em Aruba, no mar do Caribe (EAKIN *et al.* 1993) e em Carysfort, Flórida (THOMPSON & BRIGTH, 1980a) consideram que existem impactos diretamente ligados ao derrame de óleo sobre os recifes como, também, impactos relacionados à operação de exploração no mar. O efeito tóxico do óleo é considerado letal para os corais, pois foi demonstrado por esses autores que os tecidos desses animais morrem em contato com o óleo. A presença do óleo na água reduz o nível de oxigênio dissolvido, indispensável à respiração dos organismos e provoca expulsão prematura de larvas, que são incapazes de sobreviver em suspensão e de se fixar para formar novas colônias de corais. Com a diminuição do tempo de vida dessas larvas, o recrutamento de corais é reduzido, bem como a formação de novos recifes. Indiretamente, o óleo prejudica a nutrição dos corais. Tanto o fitoplâncton quanto o zooplâncton ficam reduzidos nas áreas afetadas, e uma diminuição da luminosidade na coluna d'água dificulta os processos de fotossíntese das algas simbiotes dos corais.

A deposição de sedimento sobre colônias de corais afeta a fisiologia dos animais e a diminuição da transparência da água afeta tanto os processos de fotossíntese das algas simbiotes dos corais, como também a eficiência na captura do alimento (o plâncton). Deve-se considerar, ainda, o vazamento de outros poluentes, por exemplo, os dispersantes, cujos efeitos são considerados tão nocivos quanto os do óleo, pois pode causar a morte de alguns organismos e o retardo na colonização de outros (THOMPSON & BRIGTH, 1980b, MARSZALEK, 1981, HUDSON et al. 1982, JACKSON et al. 1989, CLARK, 1996).

Entretanto, apesar de várias pesquisas realizadas no campo e no laboratório com relação ao efeito da poluição por óleo, uma revisão feita por BROWN & HOWARD (1985) apontam algumas contradições na literatura. Este fato continua sendo registrado por DOWNING & ROBERTS (1993), que avaliando áreas de

recifes próximos da costa e costa afora, afetadas por derramamento de óleo durante a Guerra do Golfo, não encontrou qualquer sinal de impacto nos recifes da Arábia Saudita, enquanto nos recifes mais externos do Kuwait, três espécies de corais sofreram mortalidade. Estudos realizados por VOGT (1995), após a Guerra do Golfo entre 1992 e 1994, mostraram que houve um aumento na cobertura de corais vivos, indicando que esses organismos sobreviveram ao derrame intenso de óleo na região e conseguiram se recuperar do dano sofrido. BURNS *et al.* (1993), por sua vez, detectaram que o vazamento de óleo durante a Guerra do Golfo, não causou alteração na taxa de oxigênio dissolvido na maior parte dos habitats da região e sendo assim não houve estresse para a comunidade. O estresse ficou restrito a baías mais afetadas pelo óleo.

No entanto, vale ressaltar, que o ambiente do Golfo Arábico apresenta muitas peculiaridades que podem ter afetado o destino do óleo na região. Os processos de assimilação natural de óleo são considerados os mais elevados quando comparados com qualquer outra parte do mundo. Este ambiente tem sofrido poluição por hidrocarbonetos por milhares de anos através de vazamentos naturais de óleo proveniente do fundo do mar. Assim, apresenta uma assembleia de micro-organismos reconhecidamente adaptada à poluição por óleo. Além disso, as elevadas temperaturas locais aceleram os processos de evaporação das frações mais leves e tóxicas e de alguns produtos intermediários da biodegradação e da foto-oxidação. As taxas de foto-oxidação no Golfo Arábico são extremamente altas quando comparadas com dados de outras partes do mundo (SAENGER, 1994 apud. HAPPKYLA *et al.*, 2007).

As comunidades coralíneas conhecidas situadas mais ao norte do Brasil localizam-se ao largo de São Luís (MA), onde são descritas duas áreas recifais principais: o Parcel de Manuel Luís e o Banco do Álvaro. O Parcel de Manuel Luiz, juntamente com os Bancos do Tarol (constituído basicamente de nódulos de algas calcárias) e do Álvaro constituíram o primeiro Parque Estadual Marinho do Brasil, e atualmente encontram-se separados em três parques distintos. A importância ecológica do Parcel é reconhecida, tanto pela riqueza taxonômica, diversidade de formas, hábitos, comportamentos e relações, quanto por sua extensão e localização estratégica (próximo a áreas onde deságuam grandes e numerosos rios), sendo considerado um dos mais importantes ambientes recifais do Atlântico Sul (IRVING *et al.*, 1993, MAIDA & FERREIRA, 1997 e MOURA *et al.*, 1999 apud ROCHA, 1999).

O Parcel de Manuel Luís e o Banco do Álvaro são áreas extremamente ricas em algas, invertebrados bentônicos e corais (ROCHA, 1999). Esta elevada diversidade foi notada por AMARAL *et al.* (1998), que registraram a presença de 16 espécies de corais e hidrocorais, elevando o Parcel a segunda formação recifal mais rica do Atlântico Sul em termos de número de espécies de coral, atrás apenas do banco de Abrolhos, no sul da Bahia. Dentre as 16 espécies de coral presentes no Parcel, bem como no Banco do Álvaro, destacam-se as espécies: *Siderastrea stellata*, *Montastrea cavernosa*, *Meandrina brasiliensis*, *Scolymia wellsi*, *Millepora alcicornis*. Ressalta-se que uma espécie de coral de fogo, *Millepora laboreli*, bastante abundante na região, é endêmica do Parcel, diferentemente das outras espécies que têm uma distribuição mais ampla no Brasil e/ou nos trópicos (AMARAL *et al.*, 2007).

Segundo MARCHIORO & NUNES (2003) os riscos mais elevados de efeitos letais são atribuídos aos recifes da zona entremarés e aos recifes rasos, devido ao contato direto destes com o óleo. Vale lembrar que apesar de o Parcel Manuel Luis estar na maior parte das vezes submerso, algumas das suas formações chegam mais perto da superfície e podem emergir nas marés baixas.

Estudos recentes, entretanto, avaliaram os efeitos do vazamento do óleo proveniente do fundo do mar, como o ocorrido no Golfo do México, em 2010, no poço da *Deepwater Horizon* (DELEO et al., 2015; PROUTY et al., 2014; WHITE et al., 2012). Segundo estes autores, as comunidades de corais de água profunda também apresentam uma maior sensibilidade ao uso de dispersantes. Além disso, nos locais impactados pelo vazamento foram observadas colônias de corais cobertas com material floculante, esqueleto nu, produção excessiva de muco, perda de tecido e subsequente colonização de áreas danificadas por hidrozoários. Todos os autores destacam, ainda, a vulnerabilidade destes organismos a estes impactos, uma vez que apresentam grande longevidade e baixas taxas de crescimento.

De acordo com WHITE *et al.* (2012), os impactos decorrentes do vazamento da *Deepwater Horizon* foram registrados a até 1.370 m de profundidade e a 11 km de distância do local do *blowout*. Estes autores admitem que a extensão do impacto seja significativamente mais difícil de calcular devido aos processos físicos de mistura e o fracionamento dos constituintes do petróleo no fundo do mar. Dessa forma, uma vez que os corais de água profunda são organismos sésseis que liberam muco para a captura do material em suspensão, tornam-se importantes indicadores, sendo mais sensíveis ao impacto gerado por hidrocarbonetos presentes no petróleo que as amostras de sedimentos coletadas atualmente, e podem registrar impactos de massas de água que passaram através da comunidade, mesmo quando não houve nenhuma deposição no sedimento.

Em caso de acidentes afetarem os corais em qualquer fase da atividade de perfuração, a magnitude dos impactos descritos acima dependerá da concentração de óleo na água. Apesar dos resultados da simulação de dispersão de óleo realizada, indicarem que o Banco do Tarol, Álvaro e o Parcel Manoel Luis podem ser atingidos com probabilidades de até 1%, a magnitude dos impactos foi considerada conservadoramente como alta. Vale ressaltar que, mesmo que a possibilidade de ocorrência de acidentes seja mínima, grandes vazamentos de óleo podem levar a consequências desastrosas nos processos vitais dos corais e na estrutura da comunidade do recife.

Nessas últimas décadas, a preocupação com a importância que os recifes têm para a população humana, bem como a necessidade de minimizar a sua deterioração, vem sendo reportadas por vários autores. Estima-se que dentro de trinta a quarenta anos, cerca de 70% das áreas recifais do mundo estejam totalmente degradadas, sobretudo em consequência das mudanças climáticas globais e da depredação dos seus recursos naturais devido à atividade antrópica (CLARK, 1996; CESAR, 2000).

Apesar de o ecossistema recifal ter uma capacidade inerente de recuperação a muitos tipos de distúrbios, os impactos humanos podem reduzir (CLARK, 1996), prolongar ou impedir (LINDAHL, 1998) a recuperação de recifes de corais quando estes são atingidos por distúrbios naturais.

Trabalhos realizados na região do Golfo Pérsico (PRICE, 1998; VOGT, 1995) indicam que num prazo de 5 anos o ecossistema recifal logrou recuperar-se dos vazamentos ocorridos durante a Guerra do Golfo, em termos de área recoberta por corais. Nada é mencionado em relação à diversidade e à riqueza específicas. A maioria dos estudos, contudo, sugere um tempo de recuperação de 10 anos ou mais, no caso da exposição dos corais ao óleo (IPIECA, 1992; KELLER & JACKSON, 1991; LOYA & RINKEVICH, 1980; NOAA, 2001). No entanto a recuperação dos recifes de coral depois da exposição ao óleo irá depender parcialmente da recuperação de outras comunidades associadas, como manguezais e bancos de algas marinhas, os quais podem ser mais seriamente afetados (NOAA, 2001). No vazamento de óleo na Bahia las Minas, Panamá,

além dos corais, os manguezais e bancos de algas também foram impactados, fazendo com que todos os ecossistemas se tornassem mais vulneráveis a outros distúrbios. Neste caso estima-se que a recuperação dos corais pode levar um século ou mais para alcançar o tamanho de muitas colônias mortas pelo vazamento (KELLER & JACKSON, 1991). No entanto, não se pode considerar a situação citada para a presente atividade, visto a distância em que os recifes de corais encontram-se da costa.

No caso dos recifes brasileiros, de acordo com dados da literatura, predominam corais com pólipos grandes, que desenvolveram um mecanismo eficiente para filtrar e remover o sedimento em suspensão, característico das águas brasileiras. Formas maciças com cálices grandes e profundos têm pólipos maiores e são mais tolerantes ao ressecamento em exposições prolongadas do que os corais de pólipos menores (LEÃO, 2003). Tais características, por outro lado, conferem uma menor taxa de crescimento às espécies endêmicas do Brasil.

Pelos motivos expostos, não se pode estimar precisamente qual é a capacidade que o ecossistema recifal no Brasil tem de se recuperar de um acidente de grandes dimensões. De acordo com a literatura consultada conclui-se que o tempo de recuperação dos recifes de coral a um vazamento de óleo será maior do que dez anos (vide item II.12 – ARA).

Destacam-se, na área de estudo, áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de recifes de corais. O relatório técnico do Ministério do Meio Ambiente (MMA) sobre “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha” (MMA, 2002) e sua atualização (MMA, 2007) definiram as áreas prioritárias para a conservação de diversos organismos no Brasil, incluindo recifes de corais, conforme apresentado a seguir.

Nome	Importância/Prioridade	Característica
Zm104 (Manuel Luís)	Extremamente Alta/ Extremamente Alta	Banco de recife de coral importante por seu endemismo. Limite extremo de ocorrência de recifes de coral no Brasil. Alta biodiversidade. Bancos de algas calcárias

Em função de não ser possível precisar o tempo necessário para a comunidade coralínea se recuperar em caso de grandes vazamentos de óleo, e ainda se a sua estrutura voltará a ser como antes em caso de recuperação, o impacto foi classificado conservadoramente como irreversível e de longa duração. Quanto à distributividade, foi classificado como suprarregional, considerando a importância ecológica desse ecossistema para a região e para o país.

Em função do ecossistema ser extremamente sensível e abrigar uma fauna rica e diversificada, a sensibilidade do fator ambiental foi classificada como alta.

Assim, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – por ser área de preservação e de importância nacional, de longa duração, irreversível e indutor - por induzir a ocorrência de impactos na fauna associada.

A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → IMP 13 - Interferência com os recifes de coral.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, longa duração, permanente, irreversível e indutor – alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Atualmente, no Brasil, não existe uma legislação específica para conservação e proteção dos bancos biogênicos. No entanto, devido à importância ecológica desses ambientes, a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente começou a trabalhar no sentido de estabelecer uma Rede de Proteção aos Recifes de Coral. Dentre as ações realizadas em prol dos recifes estão: o mapeamento dos recifes de coral rasos; a campanha Conduta Consciente em Ambientes Recifais; a criação de Unidades de Conservação; e o monitoramento dos recifes de coral do Brasil ([www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)).

No que se refere à conservação de recifes de corais, destaca-se o seguinte Decreto:

- **Decreto nº 11.902/91**, de 11/06/1991: Cria, no Estado do Maranhão, o Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luis, presente na área de estudo.

**Em relação ao vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:**

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998.
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000.
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002.
- **Resolução CONAMA nº 398/08**, de 11/06/11.
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007.
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009.
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas relacionados ao aspecto ambiental e ao fator ambiental, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II);**
- **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II).**



➤ **IMP 14 - Interferência nos costões rochosos**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**1. Apresentação**

Em caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções os costões rochosos da região e fauna associada poderão ser atingidos.

**2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração de poços na Bacia de barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo para o mar.

Em relação ao vazamento de óleo, cabe destacar que, de acordo com as simulações probabilísticas de vazamento, as probabilidades de toque de óleo na costa são baixas. A maior probabilidade observada encontra-se no município de Barreirinhas, com 22%.

**3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O derramamento de óleo pode levar a uma contaminação dos costões atingidos podendo afetar a fauna associada.

Caso ocorra um acidente com derramamento de óleo de grandes proporções, de acordo com a modelagem de dispersão de óleo, os municípios localizados entre Paulino Neves e Cururupu poderiam sofrer interferências.

**4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado e seguindo os procedimentos presentes no Plano de Gerenciamento de Riscos – medida de caráter preventivo. Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo.

A eficácia dessas medidas é alta.

**5. Descrição do impacto ambiental**

Para a área de estudo, não são encontrados os costões rochosos típicos do litoral brasileiro, sendo restritos a afloramentos pontuais de rochas pertencentes às formações Barreiras e Pirabas, encontradas em alguns municípios do Pará e do Maranhão (ROSSETI, 2006). No Maranhão, a Formação Pirabas aflora principalmente nos municípios de Cedral, Guimarães e São Luís (IMBIRIBA JUNIOR & COSTA, 2003). Desta forma, devem-se destacar os afloramentos citados no município de São Luís, no Maranhão. Para este município a maior probabilidade de toque é menor do que 1%.

Devido à ausência de informações específicas sobre os impactos do derramamento de óleo nos costões presentes na área de estudo, serão utilizadas informações genéricas sobre o tema, em costões rochosos típicos, como os que ocorrem no litoral brasileiro, principalmente na região sudeste (UFBA, 2014).

A contaminação de óleo nos costões rochosos pode levar a uma grande mortalidade de organismos bentônicos na zona do meso e do supralitoral, modificando a estrutura e a dinâmica dessas comunidades. O grau de impacto da exposição ao óleo nos costões rochosos vai depender de algumas características como o grau de exposição às ondas; a presença de áreas menos impactadas próximas (que atuem como fontes de larvas) e o tipo de óleo vazado no acidente (MILANELLI, 1994; KINGSTON, 2002). Alguns tipos de óleos são mais resistentes à degradação e agravam os possíveis impactos causados por danos físicos; enquanto outros, mais leves, porém mais tóxicos, têm um maior potencial para gerar impactos químicos no ambiente. Outros fatores que também podem influenciar são a inclinação e a porosidade do costão, além da época de ocorrência do acidente (BAKER, 1999; IPIECA, 1996).

De maneira geral, a persistência do óleo em costões rochosos expostos é baixa, uma vez que o mesmo não penetra no substrato, sendo rapidamente removido pela ação das ondas. No entanto, os costões rochosos podem ter micro-ecossistemas, como fendas abrigadas, fissuras e poças, onde espécies vulneráveis encontram proteção, assegurando a manutenção de suas populações (NOAA, 2005).

Os costões rochosos abrigados são mais sensíveis ao efeito do óleo. Nesses ambientes, há uma grande dificuldade do óleo ser disperso e eliminado naturalmente, uma vez que a ação das ondas e correntes é mínima. Assim, o óleo pode permanecer nas rochas por muitos anos, impedindo ou dificultando o processo de recuperação da comunidade atingida (LOPES, 2007). Além disso, os organismos que vivem nos costões rochosos abrigados são mais sensíveis ao óleo, pois, muitas vezes, não possuem conchas ou carapaças para sua proteção (LOPES, 2007).

Os efeitos do óleo nos costões rochosos podem ser tanto físicos quanto químicos, com potenciais impactos agudos e efeitos subletais. O aumento da biomassa das espécies menos sensíveis e o declínio daquelas mais sensíveis aos efeitos tóxicos do óleo são consequências bem conhecidas dos derrames de óleo nos costões rochosos (KOTTA *et al.*, 2008). Em geral, os impactos agudos costumam ser a mortalidade dos herbívoros, que são mais sensíveis, podendo levar à proliferação posterior de algas verdes oportunistas (SOUTHWARD & SOUTHWARD, 1978; HOUGHTON *et al.*, 1996; MORRELL, 1998).

Os organismos depositívoros costumam se beneficiar do aumento da matéria orgânica, enquanto os efeitos negativos podem ser os impactos físicos do recobrimento por óleos pesados nos organismos, o que pode causar asfixia ou o entupimento do aparato alimentar dos filtradores (ELMGREN *et al.*, 1983; BERGE, 1990). Dentre os efeitos subletais pode-se destacar a narcotização, especialmente com relação aos óleos leves como o diesel, que desprende o animal da rocha e o deixa vulnerável ao impacto das ondas (STIRLING, 1977).

Além dos danos causados pelo contato com o óleo, medidas de limpeza dos costões podem prejudicar mais o seu estado, já que as técnicas, muitas vezes, priorizam a remoção do óleo, não considerando seus impactos sobre os animais e plantas. O jateamento, por exemplo, é uma das técnicas mais utilizadas e pode ser muito

impactante dependendo da pressão utilizada. Fluxos com altas pressões deslocam toda a comunidade biológica, agravando ainda mais o impacto biológico no ambiente atingido (MILANELLI, 1994 *apud* LOPES, 2007).

O impacto pode ser considerado de baixa magnitude, em função da pequena área passível de ser atingida em caso de grandes vazamentos de óleo. A sensibilidade do fator ambiental é alta, por se configurar como um ecossistema que abriga áreas consideradas como atrações turísticas e zonas de lazer, abrigando inúmeras espécies que são fontes de alimento para o homem e para o restante da cadeia trófica, tornando-se indutor de impactos sobre o turismo, a pesca e sobre a biota marinha. A importância do impacto é média, em função da baixa magnitude e grande sensibilidade.

Assim, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional, de curta duração, reversível e indutor.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo.</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → IMP 14 - Interferência com os costões rochosos.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, regional, curta duração, reversível e indutor – baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como parâmetro indicador do impacto para vazamentos de óleo pode ser utilizado a concentração de óleos e graxas, HTP e HPA na água. Dependendo da extensão do vazamento, poderá ser efetuado um plano de amostragem específico para a situação, com a realização de coletas e análises extras.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

No que se refere a vazamento de óleo, destacam-se as seguintes leis:

- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998.
- Lei nº 9.966/00, de 28/04/2000.
- Decreto nº 4.136/02, de 20/02/2002.
- Resolução CONAMA nº 398/08, de 11/06/11.
- Resolução ANP nº 43/07, de 06/12/2007.
- Resolução ANP nº 44/09, de 22/12/2009.
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/2013, de 31/01/2013;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/2013, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas relacionados ao aspecto ambiental e ao fator ambiental, destacam-se os seguintes:

- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II)
- Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)
- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II);
- Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO).

### ➤ Síntese dos Impactos Potenciais

As possibilidades de acidentes avaliadas no presente estudo incluem acidentes com embarcações de apoio à atividade, durante o transporte de resíduos e insumos no trajeto entre a unidade de perfuração e o terminal portuário, localizado em São Luís, bem como vazamentos de óleo a partir de eventos na sonda, além do cenário de descontrolado de poço (*blowout*), durante a atividade de perfuração.

No que se refere a acidentes com embarcações vinculadas a atividade, vale lembrar que os aspectos relacionados a essas embarcações são os mesmos observados para as demais embarcações que circulam na área do estudo, sem haver uma especificidade característica.

Considerando-se a hipótese de acidentes com vazamento de óleo, os impactos previstos como de maior relevância são decorrentes de um *blowout*.

Um acidente com vazamento de pior caso de levar a consequências na qualidade das águas, do ar, e dos sedimentos e na biota associada. Ressalta-se que em função dos resultados encontrados nas modelagens de óleo realizadas para este estudo, as probabilidades de impactos associados a esses vazamentos nos ecossistemas costeiros ou em unidades de conservação, são baixas (< 22 %).

Vale mencionar que geralmente os óleos são pouco disponíveis e as concentrações na coluna d'água se dispersam rapidamente. As concentrações de óleo na coluna d'água e o grau de exposição dos organismos marinhos dependerão das propriedades do óleo e de variáveis ambientais.

A **Tabela II.8.2.1.13** constitui a matriz de avaliação de impacto ambiental para o cenário acidental. Verifica-se que foram identificados 14 impactos, sendo que três impactos foram classificados como de baixa magnitude - IMP 3 – Variação na qualidade dos sedimentos (de média importância); IMP 6 – Interferência nas comunidades zoobentônicas (de grande importância) e IMP 14 – Interferência nos costões rochosos (de grande importância). Um impacto foi considerado de média magnitude e média importância – IMP 2 - Variação na Qualidade do ar e um impacto foi classificado como de alta magnitude e média importância – IMP 4 – Interferência nas comunidades planctônicas. Os demais impactos foram todos classificados como de alta magnitude e grande importância, visto a extensão dos impactos relacionados ao vazamento de óleo e a alta sensibilidade dos fatores ambientais.

Vale ressaltar que grandes vazamentos de óleo não são esperados, visto terem probabilidade muito pequena de ocorrência, conforme explicitado na Análise de Riscos (item II.12).

As modelagens de óleo foram efetuadas considerando-se 30 dias de vazamento contínuo e mais 30 dias de deriva do óleo sem considerar nenhuma ação de contenção, em situações críticas de vento e correntes, e sem a tomada de providências, situações essas bastante conservadora e de difícil ocorrência. É importante mencionar que, no caso de acidentes, serão tomadas as medidas necessárias para a mitigação dos impactos passíveis de ocorrência.

A mitigação dos impactos decorrentes de acidentes deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo, através da implantação de um eficiente plano de emergência. Os impactos poderão ser minimizados, também, através do cumprimento de padrões, treinamento adequado e plano de contingência.

TABELA II.8.2.1.13 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental - Cenário Acidental

Aspectos Ambientais (ASPs)	Fator Amb.	Impactos Ambientais (IMPs)	ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS																									
			Natureza		Forma de Incidência		Tempo de Incidência		Abrangência Espacial			Duração			Permanência		Reversibilidade		Cumulatividade					Impacto em UCs		Magn.	Import.	
			Pos.	Neg.	Direta	Indireta	Imed.	Post.	Local	Reg.	Suprar.	Imed.	Curta	Média	Longa	Temp.	Perm.	Revers.	Irrever.	Não Cumul.	Cumul.	Indutor	Induzido	Sinergico	sim			não
ASP 1 - Acidentes com derramamento de óleo ASP 2 - Acidente com as embarcações de apoio durante o transporte de resíduos para a costa	AG	IMP 1 - Variação da qualidade das águas		x	x		x				x	x				x		x							x		A	G
ASP 1 - Acidentes com derramamento de óleo	AR	IMP 2 - Variação da qualidade do ar		x	x		x				x	x				x		x							x		M	M
ASP 1 - Acidentes com derramamento de óleo ASP 2 - Acidente com as embarcações de apoio durante o transporte de resíduos para a costa	SED	IMP 3 - Variação da qualidade dos sedimentos		x	x		x				x			x		x		x							x		B	M
	PLA	IMP 4 - Interferência com as comunidades plânctônicas		x	x		x				x	x				x		x							x	x	A	M
	ALG	IMP 5 - Interferência com as microalgas / algas calcárias		x	x		x				x			x		x		x							x	x	A	G
	BENT	IMP 6 - interferência com as comunidades zoobentônicas		x	x		x				x			x		x		x							x	x	B	G
	ICT	IMP 7 - Interferência com a ictiofauna		x	x		x				x	x				x		x							x	x	A	G
	MM	IMP 8 - Interferência com mamíferos marinhos		x	x		x				x			x		x		x							x	x	A	G
	QUE	IMP 9 - Interferência com quelônios		x	x		x				x			x		x		x							x	x	A	G
ASP 1 - Acidentes com derramamento de óleo	AVI	IMP 10 - Interferência com a avifauna		x	x		x				x			x		x		x							x	x	A	G
	PRA	IMP 11 - Interferência nas praias		x	x		x				x			x		x		x							x		A	G
	MAN	IMP 12 - Interferência nos manguezais		x	x		x				x			x		x		x							x		A	G
	RC	IMP 13 - Interferência com os recifes de corais		x	x		x				x			x		x		x							x		A	G
	COS	IMP 14 - Interferência com os costões rochosos		x	x		x				x			x		x		x							x		B	G

Fator Ambiental: AG - água; AR - ar; SED - sedimento; PLA - plâncton; BENT - bentos; ICT - ictiofauna; MM - mamíferos marinhos; QUE - quelônios; AVI - avifauna; ALG - Algas calcárias e macroalgas; RC - Recifes de corais; COS - Costão Rochoso; MAN - Manguezais  
Magnitude: B - Baixa; M - Média; A - Alta e Importância: P - Pequena; M - Média; G - Grande

## II.8.2.2 Meio Socioeconômico

### II.8.2.2.1 Cenário de Operação Normal da Atividade – Impactos Efetivos / Operacionais

Neste item, são apresentados os impactos ambientais decorrentes da operação em condições normais da atividade de perfuração dos poços sob licenciamento da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas, que engloba as etapas de instalação, operação e desativação da atividade.

Conforme já mencionado no item II.3 – Descrição da Atividade, atividades de perfuração marítima exploratória que utilizam unidades de perfuração com posicionamento dinâmico (não ancoradas) possuem fases de instalação e desativação muito curtas, que envolvem, principalmente, o posicionamento e a retirada da sonda de perfuração da locação. Neste caso, não estão previstos impactos específicos para as fases de instalação e desativação. Os impactos desta atividade ocorrem na etapa de operação, durante a perfuração dos poços. Desta forma, a descrição dos impactos efetivos/operacionais não será dividida por etapas da atividade, sendo realizada uma única vez, destacando suas peculiaridades.

Os dez blocos adquiridos pela BG Brasil na Bacia de Barreirinhas se encontram a noroeste do litoral do Maranhão, situados a uma distância mínima de 62,70 km da costa. A lâmina d'água dos blocos varia de 250 m a 2.750 m. Está prevista a utilização de duas sondas para perfuração de sete poços, situados em cinco dos dez blocos adquiridos. Os poços previstos para perfuração se encontram em lâmina d'água superior a 1.600 m e a uma distância da costa superior a 76 km do município de Araióses, no Maranhão. A duração da atividade é estimada em 19 meses.

De acordo com as características da atividade e com o diagnóstico socioeconômico da Área de Estudo, foram identificados para o empreendimento os seguintes aspectos ambientais e impactos ambientais relacionados ao meio socioeconômico:

#### Aspectos Ambientais (ASP):

- ASP 1 – Divulgação e implantação da atividade;
- ASP 2 – Presença física das unidades de perfuração no mar;
- ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas;
- ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos;
- ASP 5 – Desenvolvimento de estudos e implementação de projetos ambientais.

#### Impactos Ambientais (IMP):

- IMP 1 – Geração de expectativas;
- IMP 2 – Interferência na atividade pesqueira ocasionada pela criação de zonas de segurança;
- IMP 3 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação ampla;
- IMP 4 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação restrita à Baía de São Marcos;
- IMP 5 – Aumento da pressão sobre o tráfego marítimo;
- IMP 6 – Aumento da pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre;

- IMP 7 – Alteração na demanda de bens e serviços;
- IMP 8 – Aumento da arrecadação tributária;
- IMP 9 – Geração e/ou manutenção do emprego e renda;
- IMP 10 – Geração de conhecimento científico.

A **Tabela II.8.2.2.1** apresenta os aspectos ambientais identificados, os fatores ambientais afetados por cada um destes, bem como uma descrição sintética de cada impacto ambiental.

**TABELA II.8.2.2.1 – Relação entre os aspectos ambientais, fatores ambientais e impactos ambientais identificados.**

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 1 – Divulgação e implantação da atividade	População local	IMP 1 – Geração de expectativas – a divulgação da atividade na Bacia de Barreirinhas poderá gerar expectativas na população local.
ASP 2 – Presença física das unidades de perfuração no mar	Atividade pesqueira com ampla área de atuação	IMP 2 – Interferência na atividade pesqueira ocasionada pela criação de zonas de segurança – a instalação das unidades de perfuração causará restrição à pesca nas zonas de segurança de 500 m em seu entorno.
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas	Atividade pesqueira com ampla área de atuação	IMP 3 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação ampla – o aumento do tráfego marítimo poderá ocasionar acidentes com embarcações e petrechos de pesca.
	Atividade pesqueira com área de atuação restrita à Baía de São Marcos e ao canal de acesso ao porto	IMP 4 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação restrita à Baía de São Marcos – o aumento do tráfego marítimo poderá ocasionar acidentes com embarcações e petrechos de pesca.
	Tráfego marítimo	IMP 5 – Aumento da pressão sobre o tráfego marítimo – o transporte das unidades de perfuração e o trânsito rotineiro de embarcações de apoio durante a atividade aumentarão a circulação local de embarcações em uma área já intensamente utilizada para navegação de cabotagem e de longo curso.
	Tráfego aéreo e terrestre	IMP 6 – Aumento da pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre – o aumento da demanda pelo transporte de trabalhadores, insumos e resíduos aumentará a pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre.

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos	Bens e serviços	IMP 7 – Alteração na demanda de bens e serviços – durante a operação do empreendimento será necessária a aquisição de insumos e a contratação de serviços terceirizados, vinculados ou não à cadeia produtiva do setor de petróleo.
	Arrecadação tributária	IMP 8 – Aumento da arrecadação tributária – o empreendimento resultará na geração de tributos a partir da demanda por serviços diversos e pela aquisição de insumos necessários à operação.
	Emprego e renda	IMP 9 – Geração e/ou manutenção de emprego e renda – espera-se a criação de um pequeno número de empregos de nível superior e técnico.
ASP 5 – Desenvolvimento de estudos e implementação de projetos ambientais	Conhecimento científico	IMP 10 – Geração de conhecimento científico – o desenvolvimento da atividade implicará na implementação dos projetos ambientais exigidos pelo órgão ambiental (IBAMA), o que proporcionará maior conhecimento da região, bem como acerca dos efeitos ambientais da atividade de perfuração sobre o ambiente e comunidades costeiras.

A **Tabela II.8.2.2.2** apresenta a matriz de interação entre os fatores, aspectos e impactos ambientais.



**TABELA II.8.2.2.2 – Matriz de Interação – aspectos ambientais, fatores ambientais e impactos ambientais.**

Aspecto Ambiental	FATORES AMBIENTAIS								
	População local	Atividade pesqueira com ampla área de atuação	Atividade pesqueira com área de atuação restrita à Baía de São Marcos	Tráfego marítimo	Tráfego aéreo e terrestre	Bens e serviços	Arrecadação tributária	Emprego e renda	Conhecimento científico
ASP 1 – Divulgação e implantação da atividade	IMP 1								
ASP 2 – Presença física das unidades de perfuração no mar		IMP 2							
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas		IMP 3	IMP 4	IMP 5	IMP 6				
ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos						IMP 7	IMP 8	IMP 9	
ASP 5 – Desenvolvimento de estudos e implementação de projetos ambientais									IMP 10

A descrição dos impactos ambientais identificados para o meio socioeconômico, durante todas as etapas da atividade, é apresentada a seguir. Os impactos do Meio Socioeconômico em Unidades de Conservação são apresentados apenas em caso de ocorrência. Ressalta-se que, no que diz respeito à legislação e aos planos e programas relacionados aos impactos, esses são descritos na primeira vez que aparecem. Quando se repetem ao longo dos demais impactos, são apenas citados.

### ➤ **IMP 1 – Geração de expectativas**

#### **Aspecto Ambiental Associado: *ASP 1 – Divulgação e implantação da atividade***

##### **1. Apresentação**

O impacto de geração de expectativas na população e gestores locais ocorre devido à divulgação, por meios informais e formais, de informações referentes à implantação de atividade de exploração de petróleo e gás em uma região onde esta atividade não é conhecida pela população em geral.

##### **2. Descrição sucinta do aspecto ambiental gerador do impacto**

A indústria de petróleo e gás é conhecida, em diferentes regiões do mundo, como um dos mais importantes setores econômicos, capaz de movimentar recursos humanos e materiais, podendo gerar desenvolvimento e riqueza nas regiões onde se encontra estabelecida. Por outro lado, são amplamente divulgados pelos principais meios de comunicação do país os danos causados ao ambiente por esta indústria, estando a ela associados impactos ambientais de repercussão mundial.

A geração de expectativa na população ocorre desde estágios anteriores ao licenciamento, uma vez que houve ampla divulgação do recorde em bônus de assinatura atingido pela 11ª Rodada de Licitação<sup>4</sup>, no qual foram oferecidos os blocos em voga neste licenciamento. Ademais, há de se destacar como canais de divulgação da atividade de perfuração marítima o levantamento de dados primários para subsidiar o Estudo de Impacto Ambiental, a realização de audiências públicas e a implantação do empreendimento.

##### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

A atividade de exploração e produção de petróleo e gás pode gerar expectativas na população, em virtude de seu desconhecimento sobre os detalhes deste tipo de operação e os impactos positivos e negativos que causa sobre os meios físico, biótico e socioeconômico. Há possibilidade de superestimar impactos positivos e negativos que a implantação da atividade, por suas características intrínsecas, não causará.

---

<sup>4</sup> 11ª Rodada de Licitação para Exploração de Óleo e Gás, realizada pela ANP em 14 de maio de 2013.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

As expectativas geradas na população local podem ser mediadas pela comunicação de informações ao longo do planejamento e implantação da atividade. Deste modo, a manutenção de meios de comunicação eficazes constitui um mecanismo adequado para a mitigação deste impacto ambiental. Assim, deverá ser executado um Projeto de Comunicação Social (PCS) que seja capaz de transmitir informações corretas e atualizadas sobre o empreendimento, em formato ajustado a diferentes públicos-alvo, com a frequência adequada para garantir o acesso ao maior número de indivíduos impactados pelo empreendimento e de registrar e esclarecer as principais dúvidas da população. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

Durante o levantamento de campo foram poucas as referências feitas pela população entrevistada em relação ao seu histórico de relacionamento com a indústria de petróleo e gás. Dentre as principais observações obtidas em campo, destacam-se:

- Menção a Projetos de Comunicação Social desenvolvidos na região pelos presidentes da Colônia de Pescadores de Camocim/CE, do Sindicato dos Pescadores Artesanais de Barreirinhas/MA e da Colônia de Pescadores de Raposa/MA;
- Menção a Projetos de Monitoramento de Desembarque Pesqueiro no município de Paulino Neves/MA.

No que tange ao poder público local e às universidades presentes na área de estudo, a expectativa sobre o início das atividades de exploração e produção de petróleo foi recorrente nos depoimentos, tendo sido a principal fonte de informação a divulgação do resultado da 11ª Rodada de Licitação, realizada pela ANP. No entanto, havia um desconhecimento, entre os entrevistados, sobre as características particulares a uma atividade de perfuração exploratória, confundindo-se muitas vezes com a atividade de produção. Por exemplo, muitos entrevistados queriam mais informações sobre a possibilidade de recebimento de *royalties*.

Por outro lado, nota-se a participação de movimentos sociais e organizações não governamentais em eventos para a divulgação do início das atividades exploratórias no norte do país, como por exemplo, a realização do evento “As comunidades das reservas extrativistas marinhas e a chegada da indústria do petróleo na região”, realizado em outubro de 2014 pela Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas.

Considerando o desconhecimento que a maioria da população possui sobre as características específicas da atividade de exploração de petróleo e gás, prevê-se que algumas expectativas geradas possam ser inadequadamente fomentadas por informações imprecisas associadas à indústria de petróleo e gás e divulgadas por meios de comunicação utilizados pela população local.

Um exemplo do efeito negativo ocasionado por expectativas embasadas em informações imprecisas ou insuficientes sobre um empreendimento pôde ser obtido em uma entrevista em Vigia/PA. De acordo com o entrevistado, membro do poder público local, a divulgação de uma atividade de perfuração proporcionou a abertura de cursos de capacitação que, segundo os promotores do curso, aumentariam as chances de

contratação da população local para a atividade em questão. No entanto, como esta expectativa não foi confirmada, muitos moradores ficaram em dificuldades econômicas em decorrência do endividamento realizado para o pagamento do curso.

Desta forma, o impacto geração de expectativas da população devido à divulgação do empreendimento e à implantação do mesmo tem natureza negativa e é direto, pois decorre como efeito da presença do próprio empreendimento. O tempo de incidência é imediato, pois estará presente desde as primeiras divulgações do empreendimento. A abrangência é regional, pois a divulgação de atividades de petróleo e gás será realizada em mais de um município. Este impacto é classificado como de duração imediata, temporário e reversível. O impacto é considerado cumulativo, indutor e sinérgico, pois a presença de outras atividades de petróleo e gás pode intensificar as expectativas da população sobre os possíveis impactos positivos e negativos proporcionados pela indústria de petróleo e gás na região. A frequência do impacto é contínua, por ocorrer em vários momentos ao longo da divulgação e da implantação da atividade.

Este impacto é avaliado como de média magnitude, por este gerar transformações no fator ambiental analisado. A sensibilidade do fator ambiental população local é média, uma vez que a população tem interação direta com os demais fatores do meio socioeconômico, além de possuir capacidade de se adaptar às possíveis mudanças provenientes da atividade na Bacia de Barreirinhas. Desta forma, a importância deste impacto é avaliada como média. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Divulgação e implantação da Atividade	Criação de expectativas da população local → IMP 1 – Geração de expectativas	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, irreversível, cumulativo / indutor / sinérgico, contínuo. Média magnitude e média importância.

A influência em Unidades de Conservação ocorre em virtude da expectativa gerada nos usuários das Reservas Extrativistas Marinhas (RESEX).

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicadores do impacto ambiental sobre a população local serão utilizados os indicadores estipulados pelo PCS:

- Índice de recebimento pelas partes interessadas dos instrumentos de divulgação desenvolvidos (boletins informativos impressos e correio eletrônico) ao longo da operação.
- Índice de avaliações positivas realizadas nas reuniões sobre o conteúdo dos boletins informativos e correio eletrônico.
- % da área de influência abrangida pelos comunicados realizados por radiodifusão.
- Número de anúncios radiofônicos previstos e veiculados.
- Índice de contatos diretos realizados e retornados, com mapeamento de clareza de entendimentos.

- Índice de registros de esclarecimentos efetuados, com evidências como: depoimentos e documentos redigidos, como atas de reuniões e cartas de resposta.
- Número de reclamações e dúvidas a respeito da operação recebidas pela empresa durante o período da atividade de perfuração *versus* número total de reclamações e dúvidas.
- Número de reclamações e dúvidas atendidas *versus* número total de reclamações e dúvidas recebidas.
- Índice de avaliações positivas sobre o processo de comunicação nas reuniões.
- Número de incidentes ocorridos *versus* número de incidentes notificados em até 48 horas à CGPEG.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **Resolução CONAMA n° 01/86**, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental;
- **Resolução CONAMA n° 09/87**, que dispõe sobre a forma de convocação, a finalidade, iniciativa, prazos e procedimentos das Audiências Públicas.

Não foi identificada correlação com nenhum Plano ou Programa Governamental.

- **IMP 2 – Interferência na atividade pesqueira ocasionada pela criação de zonas de segurança**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 2 – Presença física das unidades de perfuração no mar**

### 1. Apresentação

A presença de áreas de acesso restrito à pesca pela criação das zonas de segurança no entorno das unidades de perfuração não se constitui *per se* em um impacto ambiental de importância significativa em virtude da distância que os blocos se encontram da costa e da amplitude das áreas de pesca observadas para as frotas que pescam ou que apresentam condições de pescar na região dos blocos. Este impacto ambiental ocorre na medida em que a presença física das unidades de perfuração ocasionará uma agregação temporária de recursos pesqueiros de elevado valor comercial nesta zona de segurança, fato que, por um lado atrai os pescadores para uma pesca arriscada no entorno da unidade de perfuração e, por outro, força uma alteração na área de pesca dos pescadores que respeitarem esta regra marítima.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

A criação da zona de segurança constitui-se em uma regra de navegação estabelecida pela Marinha do Brasil por meio da NORMAM N° 8/DPC. Esta zona restringe a navegação e o fundeio de qualquer embarcação que não esteja autorizada na área circular de 500 metros de raio estabelecida ao redor de plataformas e de unidades de perfuração.

A presença física das plataformas no mar gera um efeito agregador de cardumes de espécies de peixes migratórios como atum, albacora, dourado, entre outros. Este efeito, mesmo que temporário, é real e tem sido observado em diversas atividades de natureza semelhante às desenvolvidas no Brasil. Destaca-se que o efeito atrator tem sido amplamente utilizado pela indústria pesqueira direcionada para a captura de atuns e afins através da utilização de *Fishing Attraction Devices* – FAD e da realização de modalidades de pesca como a de cardume associados (LOUREIRO, B., 2007).

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

A criação de zonas de segurança introduz uma nova dinâmica de uso do espaço marítimo, que na área de estudo é utilizado pela atividade pesqueira. Portanto, com o estabelecimento das zonas de segurança, áreas outrora acessadas livremente pelos pescadores tornar-se-ão indisponíveis temporariamente, enquanto a plataforma de perfuração estiver na locação do poço. Considerando as distâncias e as profundidades em que os blocos se encontram da costa e tendo em vista as características da atividade pesqueira encontrada na Área de Estudo, tem-se que as zonas de segurança gerariam uma pequena restrição em termos espaciais e temporais. Contudo, há de se considerar que a presença das unidades de perfuração favorece a agregação de peixes de alto valor comercial ao seu redor, atraindo os pescadores.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Esse impacto pode ser mitigado com a implantação de ações no âmbito do PCS, nas quais estarão incluídas a elaboração e distribuição de materiais informativos direcionados especificamente para o público pesqueiro, assim como nas reuniões setoriais e periódicas.

Ainda no âmbito do PCS, tem-se o Subprojeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira que tem o objetivo de identificar e catalogar as informações obtidas em um banco de dados a ser padronizado junto à CGPEG. As embarcações avistadas nas zonas de segurança deverão ser adequadamente abordadas, sendo o contato realizado por um profissional capacitado em relação à comunicação com pescadores e caracterização da atividade pesqueira. É fundamental que todas as embarcações sejam identificadas e devem ser planejadas ações de comunicação específicas para os pescadores dos municípios cuja frota for mais recorrente nas zonas de segurança.

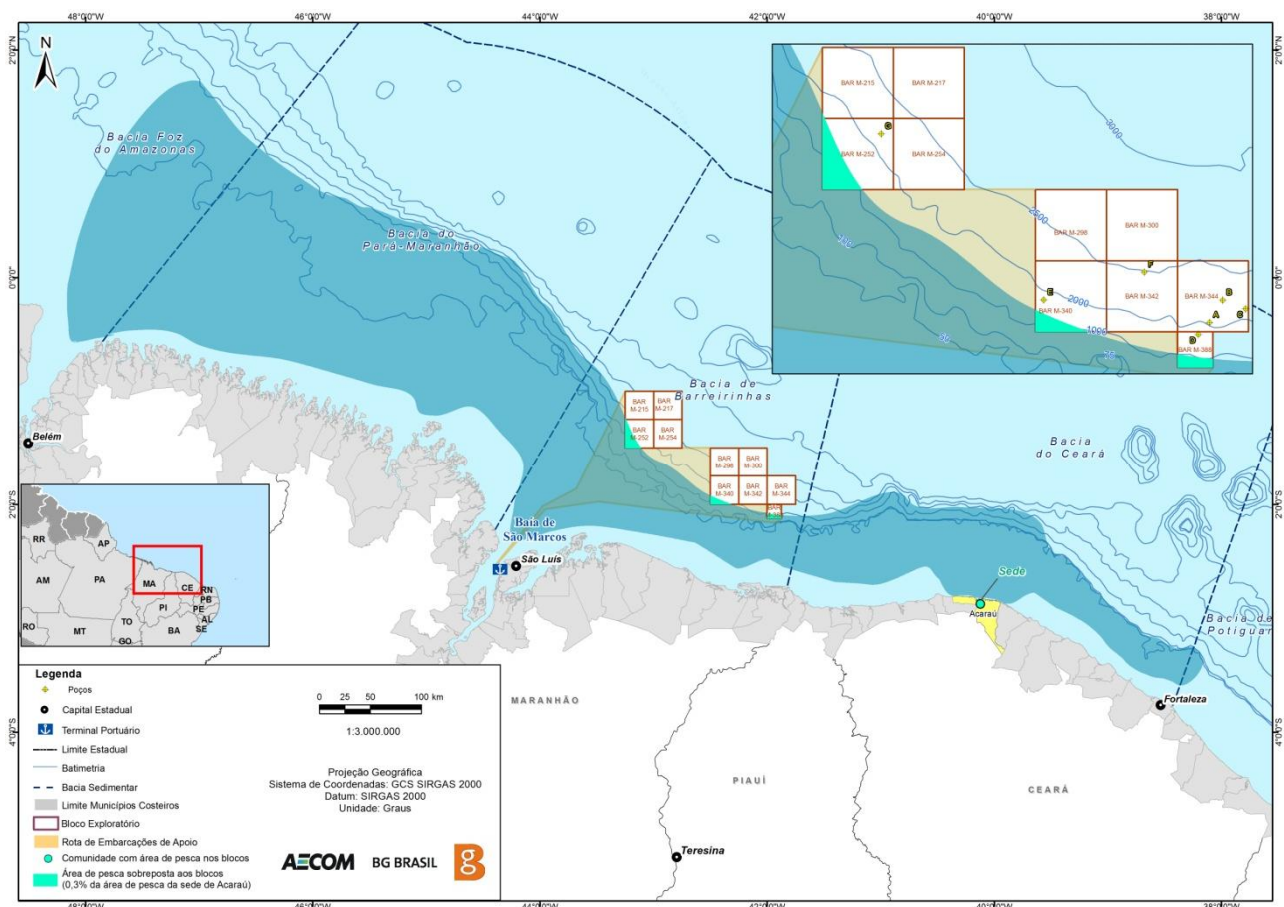
Recomenda-se que o monitoramento das zonas de segurança desta atividade seja integrado a projetos similares que estejam ocorrendo na Margem Equatorial, de modo que seja possível realizar trocas de informação e planejamento conjunto de ações sobre este tema, visando potencializar a ação mitigadora. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

Por outro lado, por meio do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT), propõe-se orientar os trabalhadores das unidades de perfuração e embarcações de apoio para adoção de uma política de boa convivência com os pescadores. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

### 5. Descrição do impacto ambiental

Na região oceânica onde serão realizadas as atividades de perfuração ocorre tanto a pesca artesanal quanto a industrial. A pesca incidente atualmente na área dos blocos visa à captura de peixes de comportamento migratório, com maior distribuição oceânica. Isto confere à atividade pesqueira voltada a estas espécies-alvo um forte traço exploratório, navegando por ampla área em busca de cardumes.

De acordo com o Diagnóstico do Meio Socioeconômico deste EIA, a única comunidade em que foi identificada frota pesqueira artesanal atuando na área dos blocos foi a existente na sede do município de Acaraú, no estado do Ceará, onde também foi diagnosticada a presença de uma frota industrial com atuação na área dos blocos. A frota pesqueira com atuação em áreas compatíveis aos dos blocos em licenciamento é composta por embarcações de médio porte (10 – 12 metros de comprimento), operando com linha de mão e espinheis horizontais, sendo as principais espécies-alvo: agulhão de vela, albacora, atuns e dourado. A área de pesca da frota da sede de Acaraú compreende o trecho entre Itarema e Carutapera, em até 2.000 m de profundidade (**Figura II.8.2.2.1**). Outros municípios do Ceará apresentam frota industrial com atuação na área dos blocos. São eles: Camocim, Fortim e Itarema. Ressalta-se que não houve sobreposição da área de pesca dos municípios da Área de Estudo com as áreas dos poços a serem perfurados.



**FIGURA II.8.2.2.1 – Área de pesca da comunidade da sede de Acaraú**

A presença física das unidades de perfuração pode atrair organismos de elevado interesse econômico para a pesca. A concentração artificial de peixes pode, em seu tempo, atrair a atenção de pescadores que podem se aproximar inadvertidamente das unidades de perfuração, adentrando as zonas de segurança. Este comportamento pode gerar riscos de acidentes envolvendo, por um lado, danos aos petrechos, que podem derivar em direção às estruturas da sonda ou dos equipamentos submarinos; às embarcações, que podem ficar à deriva e colidir com as unidades de perfuração, podendo colocar em risco de vida a tripulação de pescadores em caso de naufrágio.

Por outro lado, a presença de embarcações pesqueira nas zonas de segurança confere risco às operações de perfuração. Há o risco de linhas e espinheis horizontais ficarem presos às estruturas associadas à atividade de exploração de petróleo. Além disso, a presença de embarcações de pesca pode prejudicar a circulação das embarcações de apoio, que precisarão se movimentar ao redor das unidades de perfuração e se posicionar para transferir e receber cargas. Além de prejudicar a circulação das embarcações de apoio nas zonas de segurança, há um aumento de risco de colisão.

A frota artesanal conta, sobretudo, com o conhecimento ecológico tradicional de seus mestres, o que lhes permitem identificar as áreas de maior probabilidade de ocorrência das espécies-alvo com base em suas observações do ambiente natural. A pesca industrial também faz uso do conhecimento tradicional, pois muitos mestres da frota industrial foram recrutados da artesanal. Contudo, as embarcações possuem aparelhos de rastreamento e localização de cardumes.

Tendo em vista este cenário, a criação de zonas de segurança no entorno das unidades de perfuração implica na restrição temporária de uma área marítima para a atuação da pesca. De acordo com a NORMAM N<sup>o</sup> 8/DPC, a zona de segurança consiste em uma área imaginária em torno da unidade de perfuração cujo limite externo encontra-se a 500 m de distância do casco da unidade para todas as direções.

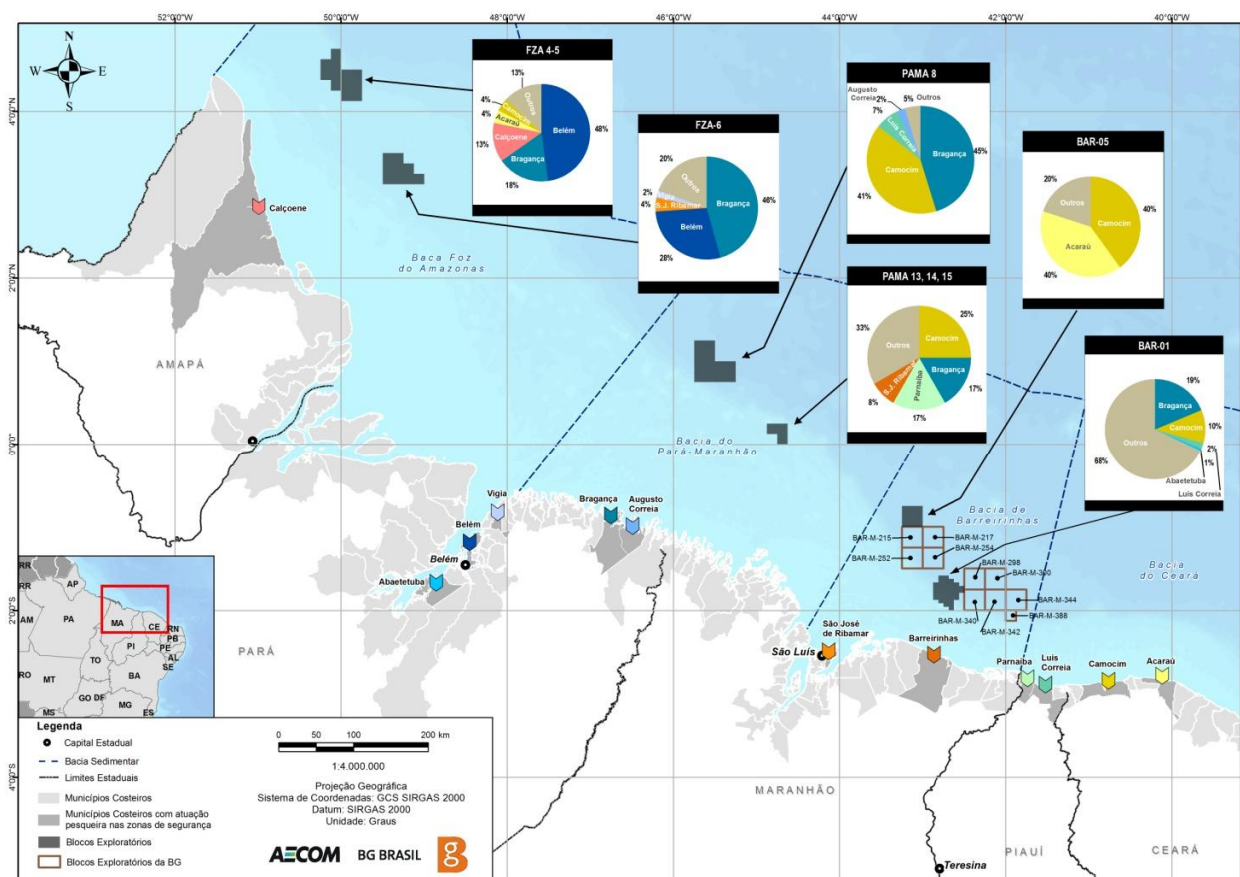
A área sujeita à restrição causada pela presença física das unidades de perfuração, por si só, não provoca uma redução relevante da área de pesca de qualquer um dos municípios da área de estudo que apresentaram condições de navegação e pesca nas profundidades onde se localizarão os poços exploratórios. Ademais, não foram identificados pesqueiros localizados próximos aos sites de perfuração ou até mesmo na área coberta pelos blocos. Por este motivo, a presença das unidades de perfuração e respectivas zonas de segurança não provocaria impactos expressivos na pesca artesanal e industrial caracterizadas no diagnóstico ambiental do presente EIA.

Todavia, a presença das unidades de perfuração pode alterar pontualmente a distribuição de alguns recursos pesqueiros de elevado valor comercial, que por serem oportunistas e migratórios poderiam frequentar e se agrupar em cardumes em torno das unidades, sobretudo durante o momento em que são lançados ao mar os resíduos orgânicos triturados. Peixes como atum, espadarte, albacora, cavala, dourado e bonito tendem a apresentar um comportamento de agrupamento em torno de estruturas flutuantes sob o efeito da sombra gerada. Este tipo de comportamento é explorado pelos pescadores artesanais e industriais, que utilizam dispositivos de agregação (boias fundeadas) (SAINSBURY, 1996) ou técnicas que utilizam o próprio barco como agregador para aumentar a capacidade de captura (SHROEDER E CASTELLO, 2007). Este tipo de prática reduz o consumo de combustível, um dos mais caros insumos da atividade pesqueira.



Diante da possibilidade de que no entorno das plataformas sejam agregados recursos pesqueiros de valor comercial, há possibilidade de que os pescadores sejam atraídos para a pesca no interior das zonas de segurança, mesmo tendo ciência dos riscos que correm. O conflito se estabelece, sobretudo, pela disputa entre uma perspectiva legal do uso do espaço marítimo, que se respalda a zona de segurança; e uma perspectiva de uso comum do espaço marítimo baseado em costumes, tradição e cultura, na qual o oceano é visto como um lugar de uso livre pelos pescadores.

Em relação à Margem Equatorial, monitoramentos da atividade pesqueira realizados em atividades de exploratórias (sísmica e perfuração) mostram que a presença de embarcações já se faz notar, tendo sido inclusive observada a presença de embarcações artesanais movidas a vela, denominadas por “bote bastardo” atuando sob profundidades de até 1.200 m. A **Figura II.8.2.2.2** apresenta o resultado de monitoramentos de seis projetos desenvolvidos na Margem Equatorial entre 2006 e 2011 (FUGRO/AECOM, 2006; CGG/NAV, 2008; PETROBRAS/AECOM, 2009; PETROBRAS/AECOM, 2011; PETROBRAS/AECOM, 2012).



**FIGURA II.8.2.2.2 – Monitoramentos da zona de segurança realizados na Margem Equatorial**

Fonte: FUGRO/AECOM, 2006; CGG/NAV, 2008; PETROBRAS/AECOM, 2009; PETROBRAS/AECOM, 2011; PETROBRAS/AECOM, 2012.

Classifica-se este impacto como negativo, direto, com tempo de incidência imediato, regional e duração imediata. O impacto é temporário e reversível, pois as condições da pesca na zona de segurança serão restabelecidas após o fim da operação. É cumulativo, na medida em que se estabeleçam outras áreas de restrição à pesca, e contínuo por ocorrer durante todo o tempo em que as unidades de perfuração estiverem operando.

O impacto foi classificado como de baixa magnitude, considerando a não sobreposição da área pretendida para a perfuração (locação dos poços) com a área de pesca da frota artesanal da sede de Acaraú e por se tratar de uma atividade de curta duração (três meses para cada poço). A sensibilidade do fator ambiental foi classificada como baixa, considerando a grande mobilidade das embarcações que atuam na área dos blocos e a amplitude de suas áreas de pesca. A importância do impacto é pequena, em função da baixa magnitude e sensibilidade do fator ambiental. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 2 – Presença física das unidades de perfuração no mar	Criação de zonas de exclusão de pesca → IMP 2 – Interferência na atividade pesqueira ocasionada pela criação de áreas com acesso restrito a pesca	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, contínuo. Baixa magnitude e pequena importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicadores dos impactos ambientais sobre as atividades pesqueiras serão utilizados:

- Índice de recebimento pelas partes interessadas dos instrumentos de divulgação desenvolvidos (boletins informativos impressos e correio eletrônico) ao longo da operação.
- Índice de avaliações positivas realizadas nas reuniões sobre o conteúdo dos boletins informativos e correio eletrônico.
- % da área de influência abrangida pelos comunicados realizados por radiodifusão.
- Número de anúncios radiofônicos previstos e veiculados.
- Índice de contatos diretos realizados e retornados, com mapeamento de clareza de entendimentos.
- Índice de registros de esclarecimentos efetuados, com evidências como: depoimentos e documentos redigidos, como atas de reuniões e cartas de resposta.
- Número de reclamações e dúvidas a respeito da operação recebidas pela empresa durante o período da atividade de perfuração *versus* número total de reclamações e dúvidas.
- Número de reclamações e dúvidas atendidas *versus* número total de reclamações e dúvidas recebidas.
- Índice de avaliações positivas sobre o processo de comunicação nas reuniões.
- Número de incidentes ocorridos com barcos e petrechos de pesca, nº de atendimentos já efetuados e o período médio de tempo das indenizações *versus* número de incidentes investigados.
- Número de investigações abertas *versus* número de investigações concluídas (com ou sem indenização).
- Número de incidentes ocorridos *versus* número de incidentes notificados em até 48 horas à CGPEG.
- Número de registros de embarcações nas zonas de segurança e evidências coletadas via fotografia.
- Número de profissionais treinados para o monitoramento da zona de segurança em relação ao número previsto.

- Número de trabalhadores da atividade de perfuração contemplados pela capacitação geral do PEAT em relação ao contingente total.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **NORMAM nº 07/ DPC**, dentre as normas estabelecidas, determina a proibição de tráfego e fundeio a menos de 500 m das plataformas de petróleo;
- **NORMAM nº 8/DPC**, que dispõe sobre normas da autoridade marítima para tráfego e permanência de embarcações em águas sob jurisdição nacional;
- **NORMAM nº 11/DPC**, que concerne ao ordenamento do espaço aquaviário e à segurança da navegação, sem prejuízo das obrigações do interessado perante os demais órgãos responsáveis pelo controle da atividade em questão;
- **Lei nº 7.661/88**, regulamentada pelo Decreto 5.300/04, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências;
- **Lei nº 8.617/93**, dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica e a plataforma continental brasileira;
- **Lei nº 11.959/09**, que define a existência da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Atividade Pesqueira.

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **Plano Safra da Pesca e Aquicultura** – visa estimular o desenvolvimento do setor pesqueiro por meio de linhas de crédito para o aumento da produção, geração de emprego e renda, aprimoramento de técnicas de cultivo e manuseio, ampliação à assistência técnica, modernização de equipamentos e investimento em pesquisas para garantir mais estrutura à cadeia produtiva da pesca;
- **Plano Nacional de Assistência Técnica e Extensão Pesqueira e Aquícola (ATEPA)** – busca a capacitação e orientação de pescadores e aquicultores. Promove e qualifica os processos de gestão, produção, beneficiamento e comercialização das atividades desenvolvidas pelos seus beneficiários, buscando a melhoria da qualidade de vida e dos sistemas produtivos (MPA, 2015);
- **Programa Nacional para o Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)** – para o setor pesqueiro, o programa atende os pequenos aquicultores e pescadores profissionais que se dediquem à pesca artesanal com fins comerciais, explorando a atividade como autônomos, com meios de produção próprios ou regime de parceria com outros pescadores artesanais. O programa também financia ações de infraestrutura, produção e capacitação dos pescadores artesanais;
- **Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS)** – tem por finalidade o monitoramento, a gestão pesqueira e o controle das operações da frota pesqueira autorizadas pelo MPA;
- **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II)** – prevê a realização de um processo contínuo de diagnose e planejamento do manejo dos recursos costeiros para subsidiarem o estabelecimento de políticas capazes de conciliar os tipos de ocupação com a manutenção de um ambiente natural que conserve uma dinâmica sustentável ao longo do tempo, de forma a consolidar os avanços obtidos e possibilitar seu aprimoramento;

- **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)** – integra o PNGC II e tem como objetivo garantir que as políticas ambientais e patrimoniais do governo federal sejam compatíveis no que diz respeito ao uso e ocupação dos espaços litorâneos sob o domínio da União;
  - **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM)** – concentra-se no uso sustentável dos recursos marinhos brasileiros. Através deste plano é realizado o monitoramento oceanográfico e climatológico de uma área que compreende a Zona Costeira, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental Brasileira;
  - **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)** – estimular a adoção de práticas sustentáveis entre os diversos setores cujas atividades impactam o meio ambiente e contribuir para o fortalecimento da infraestrutura organizacional e de regulamentação do poder público para o exercício da gestão ambiental no país, melhorando efetivamente a qualidade ambiental e gerando benefícios socioeconômicos;
  - **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR)** – tem como objetivo avaliar, monitorar e promover a conservação da biodiversidade marinha, com enfoque ecossistêmico, visando o estabelecimento de bases científicas, ações integradas capazes de subsidiar políticas e ações de conservação e estratégias de gestão compartilhada para uso sustentável dos recursos vivos.
- **IMP 3 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação ampla**

### **Aspecto Ambiental Associado: ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas**

#### **1. Apresentação**

O aumento do tráfego marítimo ocasionado pela atividade de perfuração resulta no aumento do risco de abalroamento entre as embarcações de apoio com embarcações e petrechos de pesca.

#### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

No âmbito marítimo, as unidades de perfuração, assim como os insumos necessários à atividade de perfuração, serão transportadas até a locação dos poços a serem perfurados, na Bacia de Barreirinhas, a uma distância mínima de 76 km da costa, aumentando temporariamente a circulação de embarcações na região. Ressalta-se que o deslocamento das unidades de perfuração ocorrerá aproximadamente duas vezes durante a atividade: uma no início e outra no final. As unidades de perfuração permanecerão estacionadas na área de perfuração por meio de posicionamento dinâmico durante 19 meses.

As operações da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas preveem o uso de pelo menos duas embarcações de apoio que ficarão em tempo integral atendendo às unidades de perfuração no transporte de insumos, assim como no desembarque de resíduos gerados nas unidades de perfuração para o porto. Estima-se que as embarcações de apoio realizarão cerca de três viagens semanais.

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

As embarcações pesqueiras que possuem ampla área de atuação, tanto navegando no sentido do litoral como em águas ultraprofundas, poderão ser impactadas pelo trânsito das embarcações de apoio. Foi relatada por alguns pescadores durante os levantamentos de dados primários a ocorrência de acidentes envolvendo, principalmente, a perda de petrechos de pesca do tipo rede por colisão com os navios. Isto ocorre em virtude da deriva da rede em direção ao canal de acesso. O aumento do tráfego marítimo pode intensificar o número de acidentes incorrendo também no aumento do risco de vida.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Esse impacto pode ser mitigado com a implantação de ações no âmbito do PCS, nas quais estarão incluídas a elaboração e distribuição de materiais informativos direcionados especificamente para o público pesqueiro, assim como nas reuniões setoriais e periódicas. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

Em caso de acidentes envolvendo embarcações ou petrechos, será realizada uma investigação para identificar as causas do acidente e, caso tenha sido causado por embarcações a serviço da BG Brasil, o dano será ressarcido. Caráter Compensatório. Eficácia Alta.

Por outro lado, por meio do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT), propõe-se orientar os trabalhadores das unidades de perfuração e embarcações de apoio para adoção de uma política de boa convivência com os pescadores. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

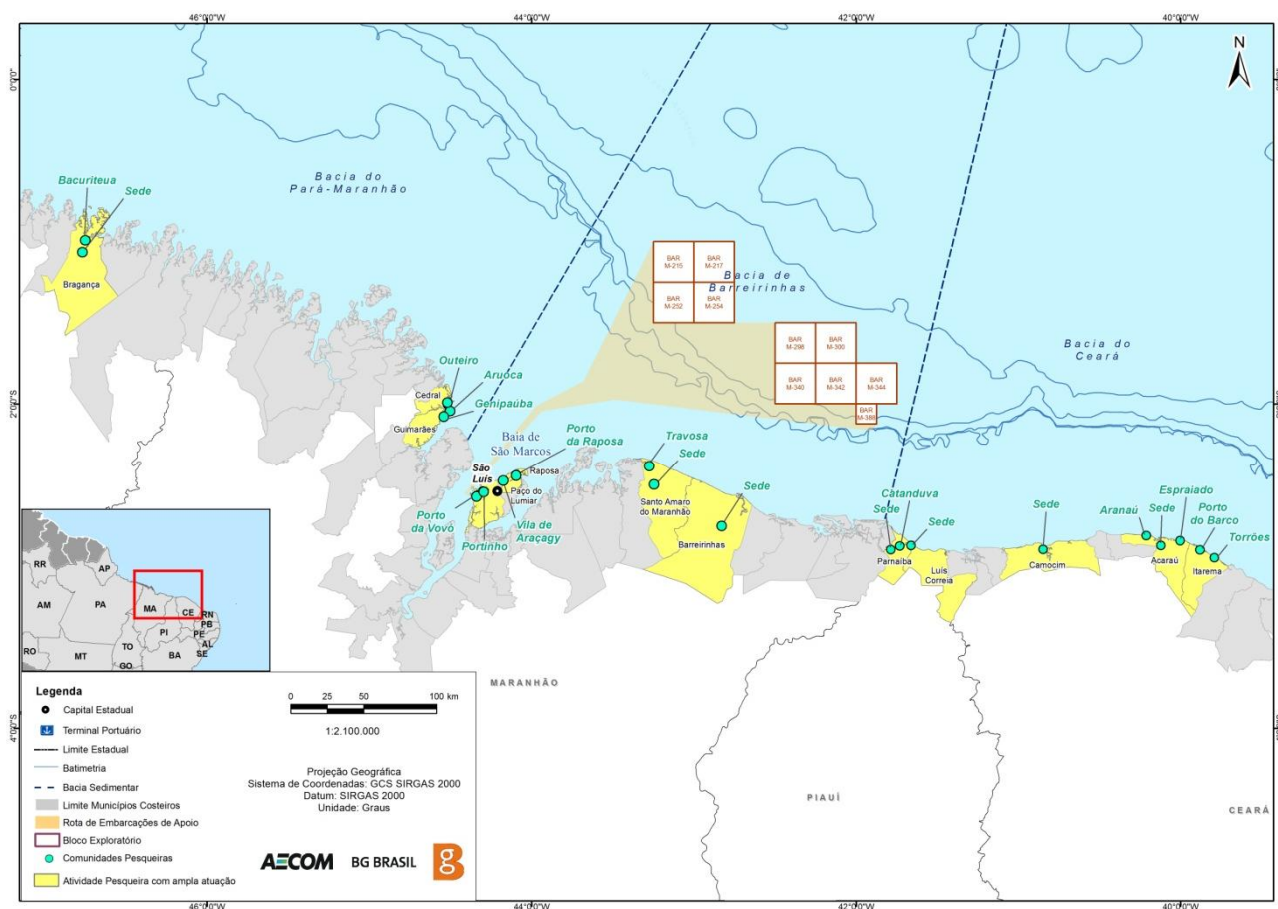
### 5. Descrição do impacto ambiental

O trânsito de embarcações de apoio entre as unidades de perfuração e a base de apoio aumentará o risco de acidentes com redes de emalhe pelo fato de serem utilizadas à deriva, que podem entrar sem controle no canal de acesso. Algumas redes possuem mais de cinco mil milhas náuticas de comprimento. Há também pesca com linha de mão e espinhel nas proximidades do canal de acesso, sendo suas cercanias um pesqueiro conhecido por muitos pescadores. Esta situação pode aumentar o risco de acidentes caso as embarcações pesqueiras, por dificuldade mecânica, derivem em direção ao canal de acesso. Destaca-se que muitas destas embarcações não possuem defletores de radar e aparelhos de rádio comunicação. A pesca ocorre tanto no período diurno quanto noturno e as dificuldades de visualização intensificam os riscos de acidentes.

De acordo com o Diagnóstico do Meio Socioeconômico, foram identificadas frotas que realizam pesca ou navegação na área pretendida como rota das embarcações de apoio e que possuem ampla área de atuação (**Tabela II.8.2.2.3 e Figura II.8.2.2.3**).

**TABELA II.8.2.2.3 – Comunidades com frotas de ampla atuação e com área de pesca sobreposta à rota das embarcações de apoio.**

UF	MUNICÍPIO	COMUNIDADE
CE	Itarema	Porto do Barco
		Torrões
	Acarauá	Espraiado
		Aranaú
		Sede
PI	Camocim	Sede
	Lúis Correia	Sede
	Parnaíba	Sede
MA	Barreirinhas	Catanduva
		Sede
	Santo Amaro do Maranhão	Travosa
		Sede
	Paço do Lumiar	Vila de Araçagy
	Raposa	Porto de Raposa
	São Luís	Porto da Vovó
		Portinho
	Guimarães	Aruoca
		Genipaúba
PA	Cedral	Outeiro
	Bragança	Sede
		Bacuritéua



**FIGURA II.8.2.2.3 – Comunidades com frotas de ampla atuação e com área de pesca sobreposta à rota das embarcações de apoio.**

Para a avaliação deste impacto ambiental a sensibilidade ambiental foi classificada como baixa, uma vez que, por possuírem ampla área de atuação, esta frota é menos vulnerável à restrição de áreas para navegação e pesca.

Em relação à magnitude, este foi considerada como baixa, em virtude do pequeno tamanho da rota e baixa utilização desta pelas embarcações de apoio (três viagens por semana) frente ao tamanho das áreas de pesca mapeadas e por se tratar de uma atividade de curta duração. Assim, a importância foi considerada como baixa.

A natureza deste impacto é negativa, pela possibilidade de ocasionar perdas à pesca, direto, por estar relacionado ao aumento do tráfego de embarcações de apoio, incidência imediata, pois tem início com o empreendimento; regional, pois afeta mais de um município; duração imediata, visto que ocorrerá apenas durante o empreendimento que tem previsão de duração de 19 meses; temporário; reversível, pois cessará após o fim da atividade e intermitente. O impacto apresenta um efeito cumulativo e sinérgico por estarem previstos outros projetos de perfuração para a Bacia de Barreirinhas. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas	Aumento do risco de abaloamento envolvendo embarcações e aparelhos de pesca → IMP 3 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação ampla	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Baixa magnitude e pequena importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicadores dos impactos ambientais sobre as atividades pesqueiras serão utilizados:

- Índice de recebimento pelas partes interessadas dos instrumentos de divulgação desenvolvidos (boletins informativos impressos e correio eletrônico) ao longo da operação.
- Índice de avaliações positivas realizadas nas reuniões sobre o conteúdo dos boletins informativos e correio eletrônico.
- % da área de influência abrangida pelos comunicados realizados por radiodifusão.
- Número de anúncios radiofônicos previstos e veiculados.
- Índice de contatos diretos realizados e retornados, com mapeamento de clareza de entendimentos.
- Índice de registros de esclarecimentos efetuados, com evidências como: depoimentos e documentos redigidos, como atas de reuniões e cartas de resposta.
- Número de reclamações e dúvidas a respeito da operação recebidas pela empresa durante o período da atividade de perfuração *versus* número total de reclamações e dúvidas.
- Número de reclamações e dúvidas atendidas *versus* número total de reclamações e dúvidas recebidas.
- Índice de avaliações positivas sobre o processo de comunicação nas reuniões.
- Número de incidentes ocorridos com barcos e petrechos de pesca, nº de atendimentos já efetuados e o período médio de tempo das indenizações *versus* número de incidentes investigados.
- Número de investigações abertas *versus* número de investigações concluídas (com ou sem indenização).
- Número de incidentes ocorridos *versus* número de incidentes notificados em até 48 horas à CGPEG.
- Número de registros de embarcações nas zonas de segurança e evidências coletadas via fotografia.
- Número de trabalhadores da atividade de perfuração contemplados pela capacitação geral do PEAT em relação ao contingente total.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **NORMAM nº 11/DPC;**
- **Lei nº 7.661/88;**
- **Lei nº 8.617/93;**
- **Lei nº 11.959/09.**

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **Plano Safra da Pesca e Aquicultura;**



- **Plano Nacional de Assistência Técnica e Extensão Pesqueira e Aquícola (ATEPA);**
  - **Programa Nacional para o Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF);**
  - **Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite;**
  - **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II);**
  - **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla);**
  - **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM);**
  - **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II);**
  - **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).**
- **IMP 4 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação restrita à Baía de São Marcos**

### **Aspecto Ambiental Associado: ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas**

#### **1. Apresentação**

O aumento do tráfego marítimo ocasionado pela atividade de perfuração resulta no aumento do risco de abalroamento entre as embarcações de apoio com embarcações e petrechos de pesca.

#### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

No âmbito marítimo, as unidades de perfuração, assim como os insumos necessários à instalação da atividade serão transportados até a locação dos poços a serem perfurados, na Bacia de Barreirinhas, a uma distância da costa superior a 76 km, aumentando temporariamente a circulação de embarcações na região. Ressalta-se que o deslocamento das unidades de perfuração ocorrerá aproximadamente duas vezes durante a atividade: uma no início e outra no final. As unidades de perfuração permanecerão estacionadas na área de perfuração por meio de posicionamento dinâmico durante 19 meses.

As operações da BG Brasil em Barreirinhas preveem o uso de pelo menos duas embarcações de apoio que ficarão em tempo integral atendendo às unidades de perfuração no transporte de insumos e pessoas empregados nas atividades, assim como no desembarque de resíduos gerados nas unidades de perfuração para o porto. Estima-se que as embarcações de apoio realizarão cerca de três viagens semanais.

#### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

As embarcações pesqueiras que possuem área de atuação próxima à costa e/ou bem delimitada realizam navegações pela plataforma continental cruzando regularmente o canal de acesso ao Porto do Itaqui. Em alguns municípios, foi relatado que ocorre a pesca em áreas próximas ao canal de acesso em um pesqueiro denominado localmente como “Canal do Navio”. Este pesqueiro situa-se entre 20 e 50 metros de profundidade. Foi relatado por alguns pescadores que ocorrem acidentes envolvendo, principalmente, a perda de petrechos de pesca do tipo rede por colisão com os navios. Isto ocorre em virtude da deriva da rede em direção ao canal de acesso. O aumento do tráfego marítimo pode intensificar o número de acidentes incorrendo também no aumento do risco de vida.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Esse impacto pode ser mitigado com a implantação de ações no âmbito do PCS, nas quais estarão incluídas a elaboração e distribuição de materiais informativos direcionados especificamente para o público pescador, assim como nas reuniões setoriais e periódicas. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

Em caso de acidentes envolvendo embarcações ou petrechos, será realizada uma investigação para identificar as causas do acidente e, caso tenha sido causado por embarcações a serviço da BG Brasil, o dano será ressarcido. Caráter Compensatório. Eficácia Alta.

Por outro lado, por meio do Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT), propõe-se orientar os trabalhadores das unidades de perfuração e embarcações de apoio para adoção de uma política de boa convivência com os pescadores. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

O trânsito de embarcações de apoio entre as unidades de perfuração e a base de apoio aumentará o risco de acidentes com embarcações pesqueiras que possuem área de atuação próxima à costa e/ou bem delimitada cruzando regularmente o canal de acesso ao Porto do Itaqui. Em alguns municípios, foi relatado que ocorre a pesca em áreas próximas ao canal de acesso em um pesqueiro denominado localmente como “Canal do Navio”. Estes pesqueiros situam-se entre 20 e 50 metros de profundidade. Esta situação pode aumentar o risco de acidentes caso as embarcações pesqueiras tenham pane em seus motores e derivem em direção ao canal de acesso. Destaca-se que muitas destas embarcações não possuem defletores de radar e aparelhos de rádio comunicação. A pesca ocorre tanto no período diurno quanto noturno e as dificuldades de visualização intensificam os riscos de acidentes.

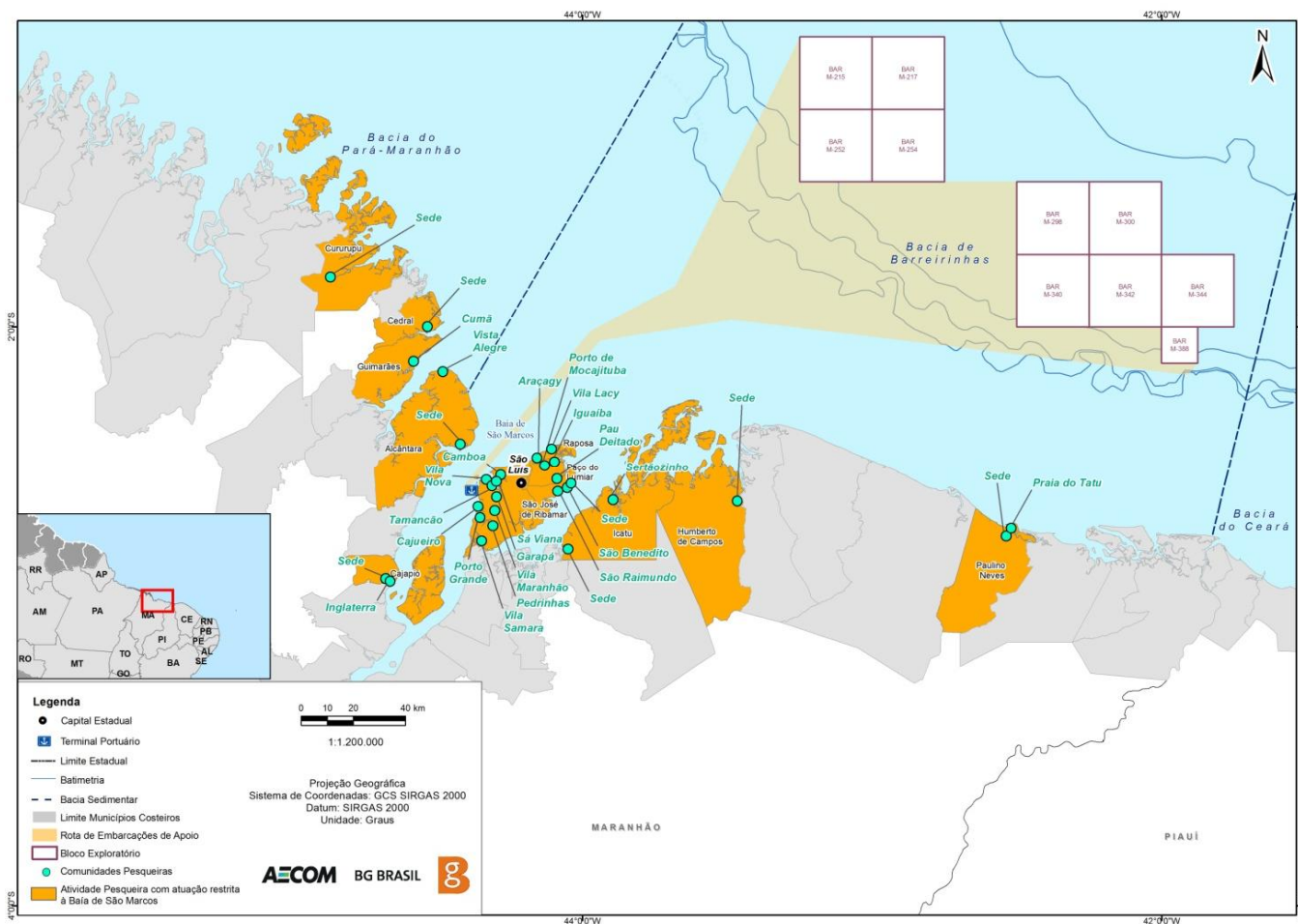
De acordo com o Diagnóstico do Meio Socioeconômico, foram identificadas comunidades com frotas que utilizam preferencialmente a Baía de São Marcos e o canal de acesso como áreas de pesca<sup>5</sup> (Tabela II.8.2.2.4 e Figura II.8.2.2.4).

**TABELA II.8.2.2.4 – Comunidades com frotas com atuação restrita à Baía de São Marcos e ao canal de acesso ao Porto do Itaqui.**

UF	MUNICÍPIO	COMUNIDADE
MA	Paulino Neves	Sede
		Praia do Tatu
	Humberto de Campos	Sede
		Sede
	Icatu	Sertãozinho
		São Benedito
	São José de Ribamar	São Raimundo
		Centro
		Pau Deitado
	Paço do Lumiar	Iguaíba
Porto de Mocajituba		

<sup>5</sup> Foram consideradas as comunidades que pescam preferencialmente na Baía de São Marcos e que possuem pelo menos 25% de sua área de pesca coincidindo com a área da rota das embarcações de apoio. Não foram consideradas as frotas que operam no fundo da Baía de São Marcos por não haver possibilidade de interferência das operações no Porto do Itaqui.

UF	MUNICÍPIO	COMUNIDADE
MA	Raposa	Vila Lacy
		Vila Araçagy
	São Luís	Vila Samara
		Pedrinhas
		Porto Grande
		Cajueiro
		Garapa
		Vila Maranhão
		Tamancão
		Vila Nova
		Sá Viana
		Camboa
	Cajapió	Sede
	Alcântara	Inglaterra
		Sede
	Guimarães	Vista Alegre
		Cumã
	Cedral	Sede
		Sede
Cururupu	Sede	
	Sede	



**FIGURA II.8.2.2.4 – Comunidades com frotas com atuação restrita à Baía de São Marcos e ao canal de acesso ao Porto do Itaqui.**

Para a avaliação deste impacto ambiental a sensibilidade ambiental foi classificada como alta, uma vez que, por possuírem atuação mais delimitada na Baía de São Marcos e no canal de acesso e, devido às características comumente encontradas nas embarcações pesqueiras (ausência de refletores de radar, equipamentos de salvatagem e radiocomunicação), possuem maior vulnerabilidade de serem impactadas com as alterações em seu ambiente.

Em relação à magnitude, este foi considerada como baixa, em função do aumento do número de embarcações ser baixo em comparação ao tráfego já existente na região e por se tratar de uma atividade de curta duração. Assim, a importância foi considerada como média.

A natureza deste impacto é negativa, pela possibilidade de ocasionar perdas à pesca, direto, por estar relacionado ao aumento do tráfego de embarcações de apoio, incidência imediata, pois tem início com o empreendimento; regional, pois afeta mais de um município; duração imediata, pois ocorrerá apenas durante o empreendimento que tem previsão de duração de 19 meses; temporário; reversível, pois cessará após o fim da atividade, cumulativo, em função do tráfego preexistente, e intermitente. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas	Aumento do risco de abalroamento envolvendo embarcações e petrechos de pesca → IMP 4 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação restrita à Baía de São Marcos	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicadores dos impactos ambientais sobre as atividades pesqueiras serão utilizados:

- Índice de recebimento pelas partes interessadas dos instrumentos de divulgação desenvolvidos (boletins informativos impressos e correio eletrônico) ao longo da operação.
- Índice de avaliações positivas realizadas nas reuniões sobre o conteúdo dos boletins informativos e correio eletrônico.
- % da área de influência abrangida pelos comunicados realizados por radiodifusão.
- Número de anúncios radiofônicos previstos e veiculados.
- Índice de contatos diretos realizados e retornados, com mapeamento de clareza de entendimentos.
- Índice de reuniões realizadas com as comunidades pesqueiras cujo impacto foi classificado como de grande importância.
- Índice de registros de esclarecimentos efetuados, com evidências como: depoimentos e documentos redigidos, como atas de reuniões e cartas de resposta.
- Número de reclamações e dúvidas a respeito da operação recebidas pela empresa durante o período da atividade de perfuração *versus* número total de reclamações e dúvidas.
- Número de reclamações e dúvidas atendidas *versus* número total de reclamações e dúvidas recebidas.
- Índice de avaliações positivas sobre o processo de comunicação nas reuniões.

- Número de incidentes ocorridos com barcos e petrechos de pesca, nº de atendimentos já efetuados e o período médio de tempo das indenizações *versus* número de incidentes investigados.
- Número de investigações abertas *versus* número de investigações concluídas (com ou sem indenização).
- Número de incidentes ocorridos *versus* número de incidentes notificados em até 48 horas à CGPEG.
- Número de registros de embarcações nas zonas de segurança e evidências coletadas via fotografia.
- Número de trabalhadores da atividade de perfuração contemplados pela capacitação geral do PEAT em relação ao contingente total.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **NORMAM nº 11/DPC;**
- **Lei nº 7.661/88;**
- **Lei nº 8.617/93;**
- **Lei nº 11.959/09.**

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **Plano Safra da Pesca e Aquicultura;**
- **Plano Nacional de Assistência Técnica e Extensão Pesqueira e Aquícola (ATEPA);**
- **Programa Nacional para o Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF);**
- **Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite;**
- **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II);**
- **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla);**
- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II);**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).**

### ➤ **IMP 5 – Aumento da pressão sobre o tráfego marítimo**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas**

## 1. Apresentação

A atividade de perfuração demanda a realização de um conjunto de operações logísticas que envolvem mobilização de diversas embarcações. Estas atendem, sobretudo, ao transporte das unidades de perfuração, de insumos e resíduos gerados.

## 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

No âmbito marítimo, as unidades de perfuração, assim como os insumos necessários à instalação da atividade serão transportados até a locação dos poços a serem perfurados, na Bacia de Barreirinhas, a uma distância mínima da costa de 76 km da costa, aumentando temporariamente a circulação de embarcações na região. Ressalta-se que esse deslocamento ocorrerá aproximadamente duas vezes durante a atividade: uma no início e outra no final.

As operações da BG Brasil em Barreirinhas preveem o uso de duas embarcações de apoio que ficarão em tempo integral atendendo às unidades de perfuração no transporte de insumos utilizados nas atividades, retorno para o porto de resíduos gerados e auxílio no combate a emergências, conforme estabelecido no Plano de Emergência Individual (PEI) da atividade. Estima-se que as embarcações de apoio realizarão cerca de três viagens semanais.

## 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

O transporte das unidades de perfuração e o trânsito rotineiro de embarcações de apoio durante a operação da atividade de perfuração aumentarão a circulação local de embarcações em uma área já intensamente utilizada para navegação de cabotagem e de longo curso. Destaca-se que em São Luís há três grandes portos em operação: Itaqui, que servirá de base de apoio a esta atividade; Ponta da Madeira, pertencente à empresa Vale; e Alumar, pertencente à empresa Alumar. Na baía de São Marcos há ainda o trânsito regular de *ferry boat* para transporte de passageiros e cargas entre São Luís e Alcântara, e o trânsito de embarcações de pesca em direção aos pesqueiros situados próximos ao canal de acesso aos portos ou mais distantes.

## 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Por meio do PCS, propõe-se a divulgação da rota a ser utilizada, as medidas tomadas pela BG Brasil para mitigação do impacto e os canais de comunicação direta com a empresa. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

Por meio do PEAT, o pessoal envolvido nas atividades de navegação (embarcações de apoio) será informado sobre os riscos de acidentes e orientado a navegar em velocidade reduzida no canal de acesso e nas proximidades da base de apoio. Caráter Preventivo. Eficácia Média.

## 5. Descrição do impacto ambiental

Além do transporte das unidades de perfuração, o qual ocorrerá por duas vezes (no início e no final da atividade), estão previstas viagens de embarcações entre a base de apoio e as locações para suporte à atividade de perfuração. Duas embarcações de apoio farão o deslocamento em baixa velocidade três vezes por semana entre a sonda e a base de apoio, o que poderá eventualmente aumentar o risco de acidentes de tráfego marítimo na área.

Como indicador para o tráfego marítimo na área foi considerado o número de atracações nos portos. A Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ) disponibiliza em seus anuários estatísticos aquaviários informações sobre o número de atracações em portos brasileiros. Estas informações para o Porto do Itaqui e os terminais de uso privativo (TUP) Alumar e Ponta da Madeira, que se localizam em sua adjacência, são apresentadas na **Tabela II.8.2.2.5**.

**TABELA II.8.2.2.5 – Número de atracações no Porto do Itaqui e terminais de uso privativo (TUP) Alumar e Ponta da Madeira no período 2009-2013.**

PORTO / TUP	2009	2010	2011	2012	2013
Porto de Itaqui	461	637	720	777	739
TUP Alumar	175	287	355	326	301
TUP Ponta da Madeira	497	537	544	533	507
<b>Total</b>	<b>1.133</b>	<b>1.461</b>	<b>1.619</b>	<b>1.636</b>	<b>1.547</b>

Fonte: [http://www.antaq.gov.br/Portal/Estatisticas\\_Anuarios.asp](http://www.antaq.gov.br/Portal/Estatisticas_Anuarios.asp)

Em 2013 os três portos somaram 1.547 atracações. Considerando a estimativa de acréscimo de três atracações por semana de embarcações de apoio à atividade da Brasil no Porto do Itaqui, totalizam-se 156 atracações por ano. Com base nos dados de 2013, calcula-se um incremento de 10,1% em atracações.

Em conjunto, o Porto do Itaqui, os TUP Alumar e Ponta da Madeira e os *ferry boats* são responsáveis por 8.723 atracações anuais (dados relativos a 2013). A atividade de perfuração marítima de poços na Bacia de Barreirinhas pela BG Brasil contribuirá para o aumento de 1,8% deste montante.

Os *ferry boats* realizam diariamente a travessia entre o município de São Luís e Alcântara. Duas companhias de navegação (Servi-Porto e Internacional Marítima) disponibilizam em conjunto um total de 20 viagens de segunda-feira a sábado e 18 viagens aos domingos (INTERNACIONAL MARÍTIMA, 2015; SERVIPORTO, 2015). Anualmente são aproximadamente de 7.176 viagens.

O transporte marítimo será realizado por embarcações registradas na Capitania dos Portos da Marinha do Brasil, equipadas com instrumentos de comunicação e de segurança obrigatórios. As instalações da atividade serão devidamente sinalizadas segundo as exigências da Marinha do Brasil, bem como tomadas as demais providências necessárias junto a este órgão quanto à segurança do transporte marítimo, o mesmo ocorrendo com o transporte aéreo.

A natureza deste impacto é negativa e incidência direta. O tempo de incidência é imediato e a abrangência regional, pois estão contidas as áreas de navegação, fundeio e de perfuração. A duração é imediata, temporário, reversível, e intermitente.

Devido ao fato de existirem outros empreendimentos atuando ou previstos na região, com diferentes cronogramas de atividades, o impacto é considerado cumulativo, tanto no âmbito espacial, quanto temporal. A magnitude do impacto é baixa em função da existência de rigorosas regras da Marinha do Brasil quanto ao tráfego marítimo. A sensibilidade do fator ambiental ao impacto é baixa, pois o tráfego marítimo na região está consolidado. Deste modo, a importância é pequena. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas	Aumento no tráfego marítimo → IMP 5 – Aumento da pressão sobre o tráfego marítimo	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Baixa magnitude e pequena importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Comunicação à Marinha do Brasil das informações obrigatórias relacionadas ao informe aviso aos navegantes.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- Lei nº 7.661/88;
- Lei nº 8.617/93;
- NORMAM nº 11/DPC.

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II);
- Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla);
- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM).

### ➤ IMP 6 – Aumento da pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas**

### 1. Apresentação

O aumento no tráfego aéreo e terrestre ocorrerá devido ao aumento da demanda ocasionada pela atividade de perfuração por insumos, resíduos e pessoas.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

O transporte de pessoal para as unidades de perfuração ocorrerá por helicópteros de médio porte a partir do Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado, situado em São Luís. Para esta atividade, são previstos um total de até dez voos semanais.

No espaço terrestre, o aumento do tráfego será induzido pela demanda de transporte de insumos e resíduos gerados pela operação. Os principais acessos ao Porto do Itaqui são as rodovias BR-135 e BR-222, que, por sua vez, estão conectadas às rodovias federais BR-316, BR-230, BR-226 e BR-010.



### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O aumento da demanda pelo transporte de trabalhadores, insumos e resíduos aumentará a pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

As medidas mitigadoras estão relacionadas com a adoção de práticas de utilização das vias aéreas e terrestres de acordo com os regulamentos legais estabelecidos por legislação do setor.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

O transporte de pessoal para as unidades de perfuração ocorrerá por helicópteros de médio porte saindo do Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado, situado em São Luís. São previstos um total de até dez voos semanais. Este aumento da demanda pode acarretar em uma pressão sobre a utilização do espaço aéreo e interferir na frequência regular de voos de chegada e saída. O risco de acidentes envolvendo os helicópteros destinados ao transporte de pessoas às locações e as aeronaves regulares dos aeroportos da região é baixo em função das rigorosas regras do Ministério da Aeronáutica.

O transporte terrestre de resíduos entre a base de apoio e as empresas receptoras de resíduos será realizado por empresas licenciadas pelos órgãos ambientais competentes de acordo com o resíduo transportado. As principais vias a serem utilizadas (BR-135 e BR-222) são de grande capacidade, possuindo duas faixas de rolamento para cada sentido.

De acordo com o Diagnóstico do Meio Socioeconômico, além de São Luís, no qual estão estabelecidos o aeroporto e a base de apoio marítimo, o município de Imperatriz pode ser envolvido nas atividades logísticas caso sejam contratadas as empresas de tratamento, destinação e transporte de resíduos presentes neste município.

Este impacto ambiental é considerado negativo, pois o aumento da pressão pode interferir no funcionamento atual e regular dos fatores ambientais impactados. É classificado como de incidência direta e de tempo de incidência imediato. A abrangência espacial é regional, uma vez que o tráfego aéreo e terrestre ocorrerá em raio maior que 5 km. É de duração imediata, temporário, intermitente e reversível.

Devido ao fato de existirem outros empreendimentos atuando ou previstos na região, o impacto é considerado cumulativo, tanto no âmbito espacial, quanto temporal. A magnitude é média, pois, não obstante as rigorosas regras do Ministério da Aeronáutica quanto ao tráfego aéreo, é possível que o aumento da demanda por transporte terrestre de resíduos possa causar uma pressão por este serviço. A sensibilidade do fator ambiental é baixa, em função do tráfego aéreo e terrestre estar consolidado na região, e a importância média. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas	Aumento no tráfego aéreo e terrestre → IMP 6 – Aumento da pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre	Negativo, direto, incidência imediata, regional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Média magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram identificados parâmetros e indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento deste impacto ambiental.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **Decreto nº 7.404/10** – regulamenta a Lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **Plano Nacional de Resíduos Sólidos** – estabelece princípios, objetivos, diretrizes, metas, ações e instrumentos que contemplam alternativas de gestão e gerenciamento passíveis de implementação para os resíduos gerados pelas mais diversas atividades no país, bem como metas para diferentes cenários, programas, projetos e ações correspondentes.

### ➤ IMP 7 – Alteração na demanda de bens e serviços

## Aspecto Ambiental Associado: ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos

### 1. Apresentação

Para a perfuração marítima, será necessária a aquisição de bens e serviços vinculados ou não à cadeia produtiva do setor de petróleo. Considerando que o cálculo do PIB é a soma de todos os bens e serviços finais, a valor de mercado, produzidos no país em um determinado tempo, entende-se que o aumento da demanda resultará em aumento do PIB, o que é economicamente positivo. Desta maneira, a alteração na demanda de bens e serviços é percebida positivamente. No entanto, em alguns casos, deve-se considerar que a demanda por bens e serviços pode ser a causa de um efeito negativo (impacto negativo): pressão sobre a infraestrutura local.

### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

No estágio atual dos estudos, a demanda por bens e serviços terceirizados, assim como os locais onde serão adquiridos/contratados, ainda não foram totalmente definidos, razão pela qual os impactos do empreendimento são de difícil dimensionamento. Pode se adiantar que a maior parte dos serviços será

contratada em São Luís, no Maranhão, e parte dos resíduos poderá ser destinada para o Imperatriz, também no Maranhão.

Não obstante as incertezas nesta etapa do empreendimento, é possível prever alguns dimensionamentos e características baseadas em empreendimentos similares à atividade de perfuração marítima e ao cenário macroeconômico brasileiro. Sobre este, destaca-se o Programa de Investimentos da Petrobras, com projetos no Brasil e no exterior, cujos esforços exploratórios sugeriam que a demanda de bens e serviços da indústria de petróleo e gás natural sofram expansão (OLIVEIRA, 2008). A indústria utiliza uma gama de fornecedores, envolvendo setores de todo o sistema industrial (metal-mecânico, eletroeletrônico, serviços de engenharia, entre outros).

O Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e de Gás Natural (PROMINP) foi instituído pelo Governo Federal para maximizar a participação da indústria parapetrolífera no suprimento das demandas das operadoras, em bases competitivas e sustentáveis. O setor parapetrolífero é o conjunto de empresas (também conhecidas como *oil contractors*) que atuam como fornecedoras de serviços e equipamentos às grandes empresas de petróleo, em consonância, portanto, ao fator ambiental bens e serviços.

A indústria de transformação que deverá ser utilizada no fator ambiental de bens e serviços é relacionada a três tipos: (i) tecnologia metalúrgica (siderurgia; tubos; conexões e flanges e caldeiraria); (ii) tecnologia mecânica (válvulas, bombas, compressores, motores a gás e a diesel, hastes e unidades de bombeio, turbinas, guindastes e guinchos, subsea) e (iii) tecnologia elétrica (geradores e motores elétricos, subestação e transformadores e instrumentação). Com relação aos projetos de engenharia, estimam-se serviços de engenharia e de construção e montagem (PROMINP, 2015).

Com base em empreendimentos similares, pode-se prever que alguns serviços técnicos especializados deverão ser adquiridos em outros estados ou mesmo no exterior. Cabe mencionar que a ANP exige que haja conteúdo mínimo local por parte dos projetos de exploração e produção estabelecidos nos blocos licitados pela agência regulamentadora.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

É esperado um aumento na demanda de bens e serviços, principalmente, em área próxima ao município da base de apoio, São Luís, para suprir as necessidades do empreendimento. Como mencionado, é possível que a escala doméstica não supra totalmente esta demanda, havendo necessidade de contratação externa (seja em outros estados ou países).

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Não há medidas mitigadoras aplicáveis. Por ser tratar de um impacto positivo, este pode ser potencializado com a aquisição de insumos na Área de Influência da atividade, de modo que a dinamização da economia local seja a maior possível.

## 5. Descrição do impacto ambiental

No estágio atual dos estudos, a demanda por bens e serviços terceirizados, assim como os locais onde serão adquiridos/contratados, ainda não foram totalmente definidos, razão pela qual os impactos do empreendimento são de difícil dimensionamento. Pode-se adiantar que a maior parte dos serviços será contratada em São Luís, no Maranhão, e parte dos resíduos poderá ser destinada para o Imperatriz, também no Maranhão.

Devido à necessidade de fornecimento de tecnologia sofisticada e mão de obra qualificada, por vezes não disponível no mercado interno, é necessário recorrer a outros estados ou até mesmo ao exterior. Porém, cabe mencionar que a exigência da ANP pela contratação de conteúdo mínimo local atua como um forte indutor do aumento da participação da indústria nacional. No que se refere aos serviços não diretamente vinculados ao setor petrolífero (tratamento e disposição final de resíduos, insumos e serviços para as unidades de perfuração, transporte marítimo, serviços de consultoria ambiental, dentre outros), somente alguns deles poderão ser contratados na região.

Cabe destacar que a atividade em questão não demandará grande volume de serviços. Desta forma, entende-se que a pressão sobre a infraestrutura de tratamento e disposição final de resíduos, assim como o aumento da demanda de uso da infraestrutura aérea, rodoviária e portuária, não é considerada significativa.

O impacto foi classificado como positivo, direto e de tempo de incidência imediato. Como há necessidade de buscar outros mercados fora da Área de Estudo do empreendimento e até mesmo no exterior, o impacto é classificado como suprarregional. Sua duração é imediata, temporário, reversível, cumulativo, considerando outras atividades em curso na região, e intermitente. A magnitude do impacto é baixa, uma vez que a demanda por insumos e serviços é pequena. O fator ambiental foi classificado como de alta sensibilidade, visto que a demanda por bens e serviços constitui-se em fator indutor para a atividade econômica, tanto local como regional.

De acordo com a metodologia adotada, a importância do impacto é média, em função da baixa magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos	Incremento na demanda de bens e serviços → IMP 7 – Alteração na demanda de bens e serviços	Positivo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram definidos indicadores ou parâmetros para monitoramento deste impacto positivo.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **Resolução ANP 36/07** – estabelece os critérios para execução das atividades de Conteúdo Local;
- **Resolução ANP 17/10 e 48/14** – estabelecem a necessidade de o empreendedor declarar à ANP seu planejamento sobre o conteúdo local, como condição para obtenção da licença e da construção de empreendimentos;
- **Lei nº 12.351/10** – dentre as suas disposições, determina que a proporção entre o valor dos bens produzidos e dos serviços prestados no País para execução do contrato (*offshore*) e o valor total dos bens utilizados e dos serviços prestados devem ser direcionados para o conteúdo local;
- **Resolução ANP 16 e 17/10** – estabelecem a necessidade do empreendedor declarar à ANP seu planejamento sobre o conteúdo local, como condição para obtenção da licença e da construção de empreendimentos;
- **Lei nº 5.811/72** – dispõe sobre o regime de trabalho dos empregados nas atividades de exploração, perfuração, produção e refinação de petróleo, industrialização do xisto, indústria petroquímica e transporte de petróleo e seus derivados por meio de dutos;
- **Decreto nº 4.925/03** – institui o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural – PROMINP, e dá outras providências;
- **Lei nº 4.191/03** – dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP)** – tem por objetivo ampliar a participação da indústria nacional no fornecimento de bens e serviços, em bases competitivas e sustentáveis, na implantação de projetos de investimentos do setor de petróleo e gás natural no Brasil e no exterior (PROMINP, 2015);
- **Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural (CTPETRO)** – tem como objetivo estimular a inovação na cadeia produtiva do setor de petróleo e gás natural, a formação e qualificação dos recursos humanos e o desenvolvimento de projetos em parceria entre as empresas e universidades, instituições de ensino superior ou centro de pesquisa do país;
- **Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais** – possui o propósito de criar capacidade institucional para que os gestores respondam de forma qualificada e consistente a uma gestão ambiental cada vez mais rigorosa e, sobretudo, à crescente demanda da sociedade por políticas públicas que protejam o ecossistema brasileiro, promovendo o desenvolvimento com sustentabilidade;
- **Plano de Aviação Regional** – tem por objetivo promover a melhoria, reaparelhamento, reforma e a expansão da infraestrutura aeroportuária, tanto em instalações físicas quanto em equipamentos;
- **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.**

## ➤ IMP 8 – Aumento da arrecadação tributária

### Aspecto Ambiental Associado: ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos

#### 1. Apresentação

Para a atividade de perfuração marítima, será necessária a aquisição de um volume considerável de insumos, além da contratação de serviços terceirizados, implicando no incremento da arrecadação de tributos nas esferas municipal, estadual e federal, aumentando as respectivas receitas.

Uma breve análise da evolução da receita oriunda do setor de petróleo é feita a partir do entendimento de que a arrecadação tributária pode ser dividida em três fontes distintas (AFONSO & CASTRO, 2010): i) Receita Administrada da União (RAD), que compreende toda receita da União junto ao setor, com exceção de Simples, previdência e compensações financeiras; ii) Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), que compreende a receita estadual junto ao setor por meio da cobrança deste imposto; e iii) rendas de exploração, que se refere aos recursos de *royalties* e participações especiais obtidos pelo setor público consolidado (União, estados e municípios). Para a atividade de perfuração, no entanto, não há recebimento das receitas do tipo *royalties*, que são receitas provenientes da produção.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Para a implantação do empreendimento, diversos insumos e serviços deverão ser contratados, implicando no incremento da arrecadação de tributos nas esferas municipal, estadual e federal.

#### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

Prevê-se que haja incremento da arrecadação de impostos vinculados à circulação de mercadorias (ICMS), à aquisição de produtos industrializados (IPI) e à prestação de serviços (ISS), assim como imposto de renda, COFINS, PIS e imposto de importação. Este aumento resultará, assim, no aumento de receitas municipais, estaduais e federais.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Esse é um impacto positivo, não apresentando medidas mitigadoras. Pode ser potencializado com a aquisição de insumos e contratação de serviços no município de São Luís, por possuir as bases de apoio marítimo e aéreo e por possuir empresas de transporte, destinação e tratamento de resíduos.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

Desde as primeiras atividades de planejamento do empreendimento e de licenciamento ambiental e principalmente a partir do início das operações de perfuração marítima exploratória são geradas demandas por serviços e bens correlacionados, provocando o incremento da arrecadação de impostos vinculados à circulação de mercadorias (ICMS), à aquisição de produtos industrializados (IPI), à prestação de serviços (ISS), assim como imposto de renda, COFINS, PIS e imposto de importação.

Estes tributos fortalecem os orçamentos públicos, possibilitando investimentos que podem contribuir para o desenvolvimento dos municípios e estados. Considerando as características do empreendimento, terão maior destaque em relação aos benefícios auferidos pelo aumento da arrecadação tributária os municípios de São Luís e Imperatriz. É importante destacar que a indefinição dos principais fornecedores que serão contratados e sobre a quantidade demandada de serviços e bens impossibilitam estimar o potencial de arrecadação gerado pelo empreendimento. Considerando outros licenciamentos ambientais de atividades de perfuração (TOTAL/AECOM/HABTEC, 2015; OGX/AECOM, 2011) considera-se que o potencial de geração de impostos é baixo.

O impacto resultante é avaliado como positivo, forma de incidência direta e tempo de incidência imediato. A abrangência espacial deste impacto é suprarregional, uma vez que parte dos impostos gerados é de responsabilidade federal. Sua duração é imediata, temporário, reversível, cumulativo, pois ganha em importância na medida em que outros empreendimentos da cadeia de petróleo e gás se instalem na região e intermitente.

A magnitude do impacto é baixa, em face da estimativa do volume a ser arrecadado, sendo o fator ambiental avaliado, entretanto, como de média sensibilidade, uma vez que a arrecadação de tributos implica em um potencial incremento da capacidade de investimentos do poder público. Assim, apresenta média importância. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos	Aumento na arrecadação de impostos → IMP 8 – Aumento da arrecadação tributária	Positivo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram definidos indicadores ou parâmetros para monitoramento deste impacto positivo.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- Resolução ANP 36/07;
- Resolução ANP 17/10 e 48/14;
- Lei nº 12.351/10;
- Resolução ANP 16 e 17/10;
- Lei nº 5.811/72;
- Lei nº 4.191/03;
- Decreto nº 4.925/03.

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP);**
- **Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural (CTPETRO);**
- **Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais;**
- **Plano de Aviação Regional;**
- **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.**

➤ **IMP 9 – Geração e/ou manutenção de emprego e renda**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos**

### **1. Apresentação**

Para a atividade de perfuração, é esperada a geração e/ou manutenção de empregos em diferentes áreas relacionadas à indústria do petróleo e ao licenciamento ambiental da atividade.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Para a atividade de perfuração, será necessária a contratação de mão de obra especializada. Os empregos a serem gerados vinculam-se às atividades de construção civil e montagem mecânica pesada, envolvendo profissionais de nível superior e técnico na área de engenharia, nas especialidades civil, elétrica, mecânica, química, de petróleo e de produção, além das áreas de manutenção, mecânica, elétrica, eletrônica, informática e de telecomunicações, relacionadas à indústria do petróleo. Adicionalmente, serão necessários profissionais das áreas de engenharia ambiental, biologia, geografia, oceanografia, sociologia, comunicação, dentre outros, para o desenvolvimento dos estudos requeridos para o licenciamento ambiental e para as atividades de gerenciamento e monitoramento ambiental.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

É esperado um aumento pouco significativo na geração de empregos e serviços para suprir as necessidades do empreendimento. Em geral as unidades de perfuração possuem sua própria tripulação quando contratada. Os empregos serão gerados ou mantidos principalmente nas empresas fornecedoras de serviços, como alimentação, transporte, hospedagem e portuário.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Esse é um impacto positivo que pode ser potencializado com a contratação de mão de obra na área de influência da atividade.



## 5. Descrição do impacto ambiental

Embora não se disponha, na atual fase do empreendimento, de definição sobre como e onde serão recrutados os profissionais necessários ao empreendimento, os contratos vinculados ao processo de concessão promovido pela ANP determinam um percentual mínimo de responsabilidade local dos custos totais de implantação e operação, incluídos os custos de mão de obra.

A contratação de mão de obra, que no caso da atividade de perfuração requer um perfil especializado e em número reduzido, não representa uma alternativa de emprego e renda para a população residente, em função de seu nível de escolaridade e profissionalização.

O impacto descrito é positivo e direto. O tempo de incidência é imediato e sua abrangência espacial é suprarregional, pois pode haver contratação de profissionais de outros estados ou até mesmo estrangeiros. Possui duração imediata, sendo classificado como temporário, reversível, cumulativo, considerando outras atividades em curso na região, e intermitente.

O fator ambiental é classificado como de alta sensibilidade, pois está vinculado a emprego e renda, fatores de grande relevância para a população e economia. A magnitude do impacto é baixa, face ao perfil, por um lado, de profissionais requeridos pela atividade e, por outro, da população economicamente ativa residente na área de influência.

De acordo com a metodologia adotada a importância do impacto é média, em função da baixa magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos	Varição do emprego e renda → IMP 9 – Geração e/ou manutenção de emprego e renda	Positivo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, intermitente. Baixa magnitude e média importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram definidos indicadores ou parâmetros para monitoramento deste impacto positivo.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **Lei nº 5.811/72** – dispõe sobre o regime de trabalho dos empregados nas atividades de exploração, perfuração, produção e refinação de petróleo, industrialização do xisto, indústria petroquímica e transporte de petróleo e seus derivados por meio de dutos;
- **Decreto nº 4.925/03.**

Quanto aos planos e programas destaca-se o seguinte:

- **Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP).**
- **IMP 10 – Geração de conhecimento científico**

## **Aspecto Ambiental Associado: ASP 5 – Desenvolvimento de estudos e implementação de projetos ambientais**

### **1. Apresentação**

A atividade de perfuração de poços na Bacia de Barreirinhas implicará no desenvolvimento de estudos detalhados da região, bem como na implementação dos projetos ambientais exigidos pelo órgão ambiental (IBAMA), o que proporcionará um maior conhecimento da mesma.

### **2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Para viabilidade da atividade de perfuração marítima na Bacia de Barreirinhas, haverá o desenvolvimento de estudos na região relacionados à própria atividade, bem como ao licenciamento ambiental, que exige a elaboração de estudos de impacto ambiental e a implementação dos projetos ambientais.

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O desenvolvimento dos estudos previstos, bem como a implementação dos projetos ambientais, proporcionará um maior conhecimento da Área de Estudo, tanto no que diz respeito à sua dinâmica socioeconômica e ao modo de vida das comunidades locais, como em relação à produção científica de diferentes áreas de conhecimento, como geologia, oceanografia, flora, fauna, qualidade das águas e dos sedimentos na área de intervenção e seu entorno. A implementação dos projetos ambientais proporcionará, também, um melhor entendimento acerca dos efeitos ambientais da atividade de perfuração sobre o ambiente e comunidades costeiras.

Sob o ponto de vista da engenharia, vale mencionar a ampliação do conhecimento associado à perfuração de poços, representando o fortalecimento da indústria do petróleo e das tecnologias exploratórias.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Esse é um impacto positivo, não apresentando medidas mitigadoras. Pode ser potencializado na medida em que as informações produzidas no licenciamento tornem-se públicas e de fácil acesso à população, público universitário e gestores governamentais.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

O conhecimento produzido com o desenvolvimento dos estudos relacionados à perfuração marítima na Bacia de Barreirinhas é de interesse internacional e fomentador do aprimoramento de tecnologias voltadas à perfuração de poços exploratórios e à conservação ambiental.

Espera-se que, com a disponibilização e divulgação dessas informações, o projeto possa contribuir para o aumento do conhecimento sobre a Área de Estudo, pela população em geral, entidades da sociedade civil, autoridades e instituições educacionais e científicas, fortalecendo a cidadania e gerando subsídios importantes para suporte ao planejamento regional e local.

Esse impacto é considerado positivo e direto. Seu tempo de incidência é imediato e sua abrangência suprarregional, uma vez que os efeitos sobre o fator ambiental são de caráter global. Considerando que o conhecimento adquirido não será perdido, o impacto foi classificado como de longa duração (permanente). É irreversível e cumulativo, considerando o conhecimento adquirido em outros setores e atividade similar, e contínuo. A magnitude do impacto é média, por contribuir com o aumento do conhecimento da Bacia de Barreirinhas, e a sensibilidade do fator ambiental é alta visto que está associada à produção de conhecimento.

De acordo com a metodologia adotada, a importância do impacto é grande, em função da média magnitude do impacto e da alta sensibilidade do fator ambiental. Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

AÇÃO GERADORA	EFEITOS	ATRIBUTOS
ASP 5 – Desenvolvimento de estudos e implementação de projetos ambientais	Aumento do conhecimento → IMP 10 – Geração de conhecimento científico	Positivo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração longa, permanente, irreversível, cumulativo, contínuo. Média magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram estabelecidos parâmetros ou indicadores para este impacto positivo.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

Segue a legislação associada ao fator e impacto ambiental:

- **Decreto nº 4.925/03;**
- **Lei nº 7.661/88, regulamentada pelo Decreto 5.300/04.**

Quanto aos planos e programas destacam-se os seguintes:

- **Plano de Aceleração do Crescimento (PAC 2)** – dentre seus objetivos, o PAC 2 realiza investimentos em política energética. Entre as ações desenvolvidas na área de petróleo, aceleração da produção e oferta nacional de gás, destaca-se a promoção de pesquisas exploratórias; a perfuração de poços e construção de plataformas e; a ampliação da produção de petróleo e gás natural do país;
- **Plano Nacional de Energia (PNE 2030)** – primeiro estudo de planejamento integrado dos recursos energéticos realizado no âmbito do governo federal. Os estudos do PNE 2030 foram conduzidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para o Ministério de Minas e Energia (MME). Todas as fontes e formas de energia foram abrangidas pelo estudo, com destaque para energia elétrica, petróleo e seus derivados, gás natural e derivados da cana-de-açúcar (EPE, 2007);

- **Programa “Mulheres Mil”** – tem como objetivo promover a formação profissional e tecnológica de mulheres em comunidades carentes. A meta é garantir o acesso à educação profissional e à elevação da escolaridade, de acordo com as necessidades educacionais de cada comunidade e a vocação econômica das regiões;
- **Projeto de Inclusão Digital para Pescadores e Pescadoras Artesanais – Telecentro de Pesca – Maré** – tem como objetivo proporcionar à comunidade pesqueira o acesso às novas tecnologias e a democratização da comunicação, com o uso de novos métodos educativos para garantir a viabilidade ao conhecimento à cultura e o incentivo à pesquisa;
- **Projeto Pescando Letras** – busca atender à necessidade de alfabetização de pescadores e aquicultores familiares, jovens e adultos, em uma perspectiva de educação continuada. Tal ação contribui para o fortalecimento da organização dos pescadores para o acesso às políticas públicas, além de auxiliá-los na construção de um espaço democrático e participativo entre a comunidade;
- **Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP);**
- **Plano Setorial para os Recursos do Mar (VIII PSRM);**
- **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II).**

#### ➤ **Síntese dos Impactos Efetivos / Operacionais**

A **Tabela II.8.2.2.6** apresenta os impactos identificados para o meio socioeconômico para a Atividade de Perfuração Marítima da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas. Foram identificados dez impactos, sendo seis negativos e quatro positivos.

No que se refere aos impactos positivos, estão relacionados, principalmente, à aquisição de bens e serviços, visto a necessidade de aquisição de insumos e serviços diversos – serviços terceirizados, mão de obra especializada e geração de emprego. Considerando apenas os impactos positivos, a maioria deles foi classificada como de baixa magnitude e média importância, sendo apenas um classificado como de média magnitude e grande importância (IMP 10). Destaca-se que a importância dos impactos positivos é aumentada em virtude da alta sensibilidade dos fatores ambientais.

Considerando apenas os impactos negativos, todos os impactos foram classificados como de baixa e média magnitude. Especificamente no que diz respeito à interferência com as atividades pesqueiras, nota-se impactos relacionados à necessidade de transportar insumos e resíduos por via marítima e a presença física das unidades de perfuração. Os impactos associados a estes aspectos geram restrições à pesca ao aumentarem o risco de acidentes envolvendo colisão com barcos e petrechos de pesca, podendo provocar perdas materiais e humanas. Os impactos sobre a atividade pesqueira foram classificados como de pequena a grande importância dependendo da mobilidade da frota pesqueira.

**TABELA II.8.2.2.6 – Matriz de avaliação de impacto ambiental – Cenário de Operação Normal**

Aspectos Ambientais (ASPs)	Fator Ambiental	Impactos Ambientais (IMPs)	ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS																																			
			Natureza		Forma de Incidência		Tempo de Incidência		Abrangência Espacial			Duração				Permanência		Reversibilidade		Cumulatividade				Frequência			Impacto em UCs		Mag.	Imp.								
			Pos.	Neg.	Dir.	Ind.	Imed.	Post.	Local	Reg.	Suprar-regional	Imed.	Curta	Média	Longa	Tempo-rário	Perma-nente	Rever-sível	Irrever-sível	Não Cum.	Cumu-lativo	Indutor	Induz.	Sinerg.	Pont.	Cont.	Cíclico	Intermi-tente			Sim	Não						
ASP 1 - Divulgação e implantação da atividade	População	IMP 1 – Geração de expectativas		x	x			x									x														x			M	M			
ASP 2 – Presença física da unidade de perfuração no mar	Atividade pesqueira	IMP 2 – Interferência na atividade pesqueira ocasionada pela criação de zonas de segurança		x	x												x															x		B	P			
ASP 3 – Transporte de insumos, resíduos e pessoas	Atividade pesqueira	IMP 3 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação restrita à Baía de São Marcos		x	x												x															x		B	P			
	Atividade pesqueira	IMP 4 – Aumento do risco de acidentes envolvendo embarcações pesqueiras com área de atuação ampla		x	x													x														x		B	M			
	Tráfego marítimo	IMP 5 – Aumento da pressão sobre o tráfego marítimo		x	x													x															x		B	P		
	Tráfego aéreo e terrestre	IMP 6 – Aumento da pressão sobre o tráfego aéreo e terrestre		x	x														x															x		M	M	
ASP 4 – Demanda por insumos e serviços diversos	População	IMP 7 – Alteração na demanda de bens e serviços	x															x															x		B	M		
	População	IMP 8 – Aumento da arrecadação tributária	x																x															x		B	M	
	População	IMP 9 – Geração e/ou manutenção do emprego e renda	x																	x															x		B	G
ASP 5 – Desenvolvimento de estudos e implementação de projetos ambientais	Conhecimento científico	IMP 10 – Geração de conhecimento científico	x																																x		M	G

Magnitude: Baixa - B; Média - M ; Alta - G  
Importância: Pequena - P; Média - M; Grande - G

### II.8.2.2.2 Cenário acidental – Impactos Potenciais

Neste item é realizada uma análise dos acidentes passíveis de ocorrência e seus possíveis efeitos sobre o meio socioeconômico, considerando sempre a pior hipótese. Uma análise quantitativa completa de impactos é impossível neste caso, visto que os possíveis efeitos de um acidente serão dependentes do tipo e da proporção do acidente.

Para a avaliação dos impactos passíveis de ocorrência em caso de acidentes, não é considerada a probabilidade de ocorrência do acidente, e sim a do impacto caso o acidente ocorra. Portanto, as probabilidades de toque do óleo na costa, expressas em percentagens, estão associadas a um derramamento acidental decorrente do “cenário de pior caso”, tal como definido pela Resolução CONAMA 398/08, de 11/06/08. Estes percentuais não podem ser confundidos com a probabilidade de toque na costa devido a qualquer acidente com derramamento de óleo no mar.

Ressalta-se que, com base na análise histórica de acidentes (item II.12 - Análise e Gerenciamento de Risco), as atividades de exploração e produção apresentam pouca relevância em relação aos grandes derramamentos de óleo. Segundo estudos desenvolvidos pelo Instituto Australiano de Petróleo, apenas 14% do óleo encontrado no mar são diretamente atribuídos à indústria mundial de petróleo, sendo destes, 2% decorrentes de derramamentos ocorridos na fase de exploração, objeto deste estudo, e os 12% complementares provenientes de derramamentos de petroleiros na fase de transporte de petróleo e derivados.

Os volumes de óleo envolvidos em casos de vazamento decorrentes das atividades de exploração e produção tendem a ser pequenos. Considerando casos de liberações acidentais de óleo cru, óleo e gás, óleo leve e substâncias químicas em unidades móveis em todo o mundo, no período de 1980-1997, a quantidade liberada em cerca de 73% dos casos com volume liberado conhecido ficou entre 0 – 10 m<sup>3</sup>.

Para a análise do cenário acidental tem que ser considerado o resultado das modelagens de dispersão de óleo (**Anexo B** deste item), embora essas tenham sido elaboradas com base em cenários extremamente conservativos e de pouca probabilidade de ocorrência.

Foram realizadas simulações probabilísticas e determinísticas para o vazamento contínuo (durante 30 dias) de volumes de pior caso, correspondente a um *blowout* dos poços e para vazamentos instantâneos de pequeno e médio porte, 8m<sup>3</sup> e 200m<sup>3</sup>, respectivamente. Para todos os casos simulados a deriva do óleo foi acompanhada por 30 dias conforme estabelece a Resolução CONAMA 398/08, totalizando 60 dias de simulação, no caso do vazamento de pior caso.

As simulações foram realizadas utilizando-se um óleo cru de 35,0° API, tendo sido desenvolvidas para dois cenários sazonais, verão (janeiro a junho) e inverno (julho a dezembro), para os sete poços da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas. Todas as simulações realizadas para esse cenário não consideram as ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Ações Emergenciais.

### ➤ Avaliação dos Impactos

Foram identificados para o cenário acidental, os seguintes aspectos ambientais e impactos ambientais relacionados ao meio socioeconômico.

O Aspecto Ambiental (ASP) identificado é:

- ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo.

Os Impactos Ambientais (IMPs) identificados encontram-se abaixo discriminados:

- IMP 1 – Interferência na pesca, no extrativismo e na aquicultura;
- IMP 2 – Interferência nas rotas de navegação;
- IMP 3 – Interferência no turismo litorâneo;
- IMP 4 – Pressão adicional sobre a infraestrutura portuária;
- IMP 5 – Pressão adicional sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos.

A **Tabela II.8.2.2.7** apresenta o aspecto ambiental identificado para este cenário, os fatores ambientais afetados por ele, bem como uma descrição sintética de cada impacto ambiental.

**TABELA II.8.2.2.7 – Relação entre o aspecto ambiental, fatores ambientais e impactos ambientais identificados**

ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTO AMBIENTAL
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo	Pesca, extrativismo e aquicultura	IMP 1 – Interferência na pesca, no extrativismo e na aquicultura – no caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, poderá ocorrer interferências na pesca, pela proibição imposta à atividade na área de deslocamento da mancha, e nas atividades de extrativismo e aquicultura, presentes na região afetada.
	Tráfego marítimo	IMP 2 – Interferência nas rotas de navegação – a ocorrência desta interferência estará diretamente vinculada às atividades de navegação de cabotagem/turística e às rotas de pesca
	Turismo litorâneo	IMP 3 – Interferência no turismo litorâneo – em caso de vazamento de óleo poderá ocorrer interferência no turismo litorâneo, principalmente, na hipótese de deslocamento do óleo em direção à linha de costa.
	Infraestrutura portuária	IMP 4 – Pressão sobre a infraestrutura portuária – a pressão adicional sobre a infraestrutura portuária será decorrente da necessidade de resposta a um evento acidental, que demandará medidas de controle e ações emergenciais, com aumento de aporte de pessoal, embarcação e equipamentos.
	Infraestrutura de disposição final de resíduos	IMP 5 – Pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos – o impacto está diretamente relacionado com o volume de óleo gerado em caso de acidente, que terá que receber tratamento e destinação final adequada.

A **Tabela II.8.2.2.8** representa a matriz de interação entre os fatores ambientais, aspectos ambientais e impactos ambientais.

**TABELA II.8.2.2.8 – Matriz de Interação – aspecto ambiental, fatores ambientais e impactos ambientais**

ASPECTO AMBIENTAL	FATORES AMBIENTAIS				
	Pesca, extrativismo e aquicultura	Rotas de navegação	Turismo litorâneo	Infraestrutura portuária	Infraestrutura de disposição de final de resíduos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo	IMP 1	IMP 2	IMP 3	IMP 4	IMP 5

A partir dos resultados do modelo de simulação da dispersão de uma mancha de óleo, no caso de acidentes serão esperados efeitos sobre as atividades socioeconômicas no litoral.

As interferências com Unidades de Conservação em caso de acidentes foram consideradas no item II.8.3 deste capítulo.

A seguir são apresentados os impactos passíveis de ocorrência.

➤ **IMP 1 – Interferência na pesca, extrativismo costeiro e aquicultura**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**1. Apresentação**

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, poderá ocorrer interferência na pesca, pela proibição imposta à atividade na área de deslocamento da mancha, e nas atividades de extrativismo e aquicultura, presentes na região afetada.

**2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo e gás para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves a Cururupu, abrangendo ao todo 12 municípios, considerando os dois cenários (verão e inverno).

**3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, a interferência na pesca ocorrerá pela criação de restrição de acesso a áreas de pesca, e consequente adequação de percursos marítimos para a captura e desembarque do pescado, danos a embarcações e aparelhos de pesca, pela redução do potencial de captura



em virtude do afugentamento dos recursos pesqueiros e pela diminuição da venda associada à probabilidade de contaminação do pescado.

O extrativismo e a aquicultura, por situarem em área costeira, serão afetados apenas em caso de toque de óleo na costa. Neste caso, suas atividades poderão ficar paralisadas pela perda da qualidade da água utilizada nos cultivos ou pela contaminação de locais de capturas das espécies-alvo do extrativismo costeiro.

#### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados com o cumprimento de padrões e treinamento adequado. Medida de caráter preventivo.

Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente Plano de Emergência Individual (PEI) – caráter corretivo. A eficácia dessas medidas é alta.

#### **5. Descrição do impacto ambiental**

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, a interferência na pesca será determinada, principalmente, pela proibição imposta à atividade na área de deslocamento da mancha, por danos ocasionados aos meios de produção (barco e apetrechos) e pela diminuição da produção pesqueira em decorrência de afugentamento da fauna, morte e problemas de recrutamento de espécies caso as áreas de desova também sejam impactadas.

Em qualquer situação de vazamento nas locações, existe a possibilidade de impacto com a atividade pesqueira. A abrangência do impacto e o contingente de pescadores afetados serão determinados pela magnitude do acidente e a proximidade do óleo com relação à costa.

Em um cenário crítico, a mancha de óleo poderá atingir a costa entre Paulino Neves e Cururupu, considerando-se todas as faixas de probabilidade. Nessa situação de probabilidade remota, além da pesca, também poderão ser afetadas as atividades de extrativismo de organismos marinhos e costeiros, assim como de produção aquícola. A contaminação de locais de coleta e da água podem acarretar em paralisações de ambas as atividades. Caso haja danos a manguezais estas perdas podem durar muitos anos, pois consiste em um ecossistema de difícil recuperação.

Por outro lado, dependendo da magnitude do acidente, a médio/longo prazo poderão ser observados impactos relacionados com a origem do pescado (seja oriundo da pesca, do extrativismo ou da aquicultura) e seu vínculo com a contaminação ocorrida, com a conseqüente redução no preço do pescado capturado na região, comprometendo o meio de subsistência de um número significativo de trabalhadores na cadeia produtiva desta atividade.

Deste modo, considerando a ocorrência do cenário mais crítico, com o deslocamento da mancha de óleo se aproximando da costa, tais impactos são avaliados como de alta magnitude. A sensibilidade do fator ambiental também é alta, tendo em vista que será inviabilizada a principal fonte de renda de importantes grupos sociais vulneráveis – pescadores artesanais, extrativistas e aquicultores.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, de duração imediata – visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração inferior a cinco anos, reversível, indutor – por induzir a ocorrência de impactos na economia – e pontual – considerando-se a probabilidade de ocorrer uma única vez durante o desenvolvimento da atividade. A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo.	IMP 1 – Interferência na pesca marítima e na aquicultura	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, indutor, pontual. Alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicador do impacto ambiental na atividade pesqueira, extrativista e aquicultura tem-se:

- Área afetada por derramamento de óleo x Nº de embarcações pesqueiras, extrativistas e produções aquícolas de áreas afetadas.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

A seguir é apresentada a legislação relacionada, de alguma forma, ao impacto. Informa-se, novamente, que toda legislação anteriormente descrita, encontra-se apenas citada.

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 001-A/86**, de 23/01/1986;
- **Resolução CONAMA nº 274/00**, de 29/11/2000;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 397/08**, de 03/04/2008;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;**
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);**
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).**

➤ **IMP 2 – Interferência nas rotas de navegação**

**Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo**

**1. Apresentação**

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, poderá ocorrer interferências nas rotas de navegação, presentes na região afetada.

**2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto**

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo e gás para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves a Cururupu, abrangendo ao todo 12 municípios, considerando os dois cenários (verão e inverno).

**3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

A ocorrência da interferência em rotas de navegação estará diretamente vinculada às atividades de navegação de cabotagem e turística e às rotas de pesca.

Em relação à navegação de cabotagem e turística, o deslocamento da mancha de óleo poderá, eventualmente, determinar a alteração de rotas destas embarcações para evitar o encontro com a área da mancha de óleo. Neste caso, esta alteração provocaria uma modificação nos percursos pré-estabelecidos pelas embarcações, podendo, caso venha a representar em aumento de percurso, determinar um acréscimo no consumo de combustível e no tempo de viagem.

**4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado – medida de caráter preventivo.

Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo. A eficácia dessas medidas é alta.

## 5. Descrição do impacto ambiental

A ocorrência desta interferência estará diretamente vinculada às atividades de navegação de cabotagem e de longo curso de finalidade mercantil ou turística. Destaca-se que a área potencialmente identificada é caracterizada por apresentar um tráfego intenso de navios mercantes que buscam acessar a infraestrutura portuária de São Luís, no estado do Maranhão.

Os impactos associados são avaliados como de alta magnitude pela extensão da área passível de ser atingida por óleo, apesar da localização dos blocos estarem muito distante da costa. A sensibilidade do fator ambiental foi classificada como alta, pois não há muitas rotas alternativas aos portos localizados em São Luís, considerando um vazamento de pior caso.

O impacto foi classificado como negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, de duração imediata – visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração inferior a cinco anos, reversível, indutor – por induzir a ocorrência de impactos na economia, e pontual – considerando-se a probabilidade de ocorrer uma única vez durante o desenvolvimento da atividade. A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade do fator ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo	IMP 2 – Interferência nas rotas de navegação	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, indutor, pontual. Alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram previstos parâmetros ou indicadores para monitoramento deste impacto.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;
- Lei nº 9.966/00, de 28/04/2000;
- Decreto nº 4.136/02, de 20/02/2002;
- Resolução CONAMA nº 001-A/86, de 23/01/1986;
- Resolução CONAMA nº 274/00, de 29/11/2000;
- Resolução CONAMA nº 357/05, de 17/03/2005;
- Resolução CONAMA nº 397/08, de 03/04/2008;
- Resolução CONAMA nº 398/08;

- Resolução CONAMA nº 430/11, de 13/05/2011;
- Resolução ANP nº 43/07, de 06/12/2007;
- Resolução ANP nº 44/09, de 22/12/2009;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 22/03/2011;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13, de 31/01/2013;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)
- Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).

### ➤ IMP 3 – Interferência no turismo litorâneo

#### Aspecto Ambiental Associado: *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

##### 1. Apresentação

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, poderão ocorrer interferências com o turismo litorâneo.

##### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo e gás para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves a Cururupu, abrangendo ao todo 12 municípios, considerando os dois cenários (verão e inverno).

##### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

Caso ocorra um vazamento de petróleo, a presença de óleo da costa pode alterar a qualidade da paisagem natural e tornar inacessíveis locais de relevante interesse turístico.

#### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado – medida de caráter preventivo.

Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente Plano de Emergência Individual (PEI) – caráter corretivo. A eficácia dessas medidas é alta.

#### 5. Descrição do impacto ambiental

A interferência no turismo litorâneo se manifestará, principalmente, na hipótese de deslocamento do óleo em direção à linha de costa. Mesmo que sejam tomadas as medidas cabíveis de controle, a simples divulgação de um acidente com vazamento de óleo poderá provocar uma redução no contingente de turistas que afluem à região atingida, fato este que, por sua vez, se traduzirá em perdas de receitas vinculadas ao comércio e à prestação de serviços associados a esta atividade.

Os impactos associados são avaliados como de alta magnitude considerando a região costeira de todos os municípios passíveis de serem atingidos. A sensibilidade do fator ambiental também é considerada alta, uma vez que na área passível de ser atingida localizam-se municípios com grande potencial turístico, cuja economia é fortemente dependente do turismo costeiro.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, de duração imediata – visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração inferior a cinco anos, reversível, indutor – por induzir a ocorrência de impactos na economia, e pontual – considerando-se que vai ocorrer uma única vez durante o desenvolvimento da atividade. A importância do impacto é grande, em função da Alta magnitude e da Alta sensibilidade do fator ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo.	IMP 3 – Interferência no turismo litorâneo	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, indutor, pontual. Alta magnitude e grande importância.

#### 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Não foram previstos parâmetros ou indicadores para monitoramento deste impacto.

#### 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;
- Lei nº 9.966/00, de 28/04/2000;
- Decreto nº 4.136/02, de 20/02/2002;

- Resolução CONAMA nº 001-A/86, de 23/01/1986;
- Resolução CONAMA nº 274/00, de 29/11/2000;
- Resolução CONAMA nº 357/05, de 17/03/2005;
- Resolução CONAMA nº 397/08, de 03/04/2008;
- Resolução CONAMA nº 398/08;
- Resolução CONAMA nº 430/11, de 13/05/2011;
- Resolução ANP nº 43/07, de 06/12/2007;
- Resolução ANP nº 44/09, de 22/12/2009;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 22/03/2011;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13, de 31/01/2013;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)
- Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).

#### ➤ IMP 4 – Pressão adicional sobre a infraestrutura portuária

### Aspecto Ambiental Associado: ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo

#### 1. Apresentação

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, poderá ocorrer uma pressão adicional sobre a infraestrutura portuária decorrente da necessidade de resposta ao evento acidental, que demandará medidas de controle e ações emergenciais, com aumento de aporte de pessoal, embarcação e equipamentos.

#### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo e gás para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves a Cururupu, abrangendo ao todo 12 municípios, considerando os dois cenários (verão e inverno).

### 3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental

As medidas de contingência relacionadas com o vazamento de óleo no mar demandarão a utilização de embarcações e implicarão em grande movimentação de pessoal, de máquinas e equipamentos. Esta mudança aumentará a pressão sobre a infraestrutura portuária existente em São Luís.

### 4. Medidas mitigadoras a serem adotadas

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado – medida de caráter preventivo.

Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente plano de emergência (PEI) – caráter corretivo. A eficácia dessas medidas é alta.

### 5. Descrição do impacto ambiental

A pressão adicional sobre a infraestrutura portuária será decorrente da necessidade de resposta a um evento acidental, que demandará medidas de controle e ações emergenciais, com aumento de aporte de pessoal, embarcação e equipamentos, para suporte a todos os procedimentos requeridos, sendo o impacto avaliado como de alta magnitude. Em decorrência da pouca infraestrutura disponível na região, o fator ambiental foi avaliado como de alta sensibilidade.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, de duração imediata – visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração inferior a cinco anos, reversível, cumulativo – visto que há atividade significativa, ainda que não petrolífera, existente na infraestrutura portuária, e pontual – considerando-se que vai ocorrer uma única vez durante o desenvolvimento da atividade. A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade do fator ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo.	IMP 4 – Pressão adicional sobre a infraestrutura portuária	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, cumulativo, pontual. Alta magnitude e grande importância.

### 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicador do impacto ambiental na infraestrutura portuária tem-se:

- Nº de viagens adicionais de atrações para atendimento à emergência em relação à operação normal da atividade.



## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

- Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998;
- Lei nº 9.966/00, de 28/04/2000;
- Decreto nº 4.136/02, de 20/02/2002;
- Resolução CONAMA nº 001-A/86, de 23/01/1986;
- Resolução CONAMA nº 274/00, de 29/11/2000;
- Resolução CONAMA nº 357/05, de 17/03/2005;
- Resolução CONAMA nº 397/08, de 03/04/2008;
- Resolução CONAMA nº 398/08;
- Resolução CONAMA nº 430/11, de 13/05/2011;
- Resolução ANP nº 43/07, de 06/12/2007;
- Resolução ANP nº 44/09, de 22/12/2009;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11, de 22/03/2011;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13, de 31/01/2013;
- Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar;
- Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS);
- Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)
- Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).

### ➤ IMP 5 – Pressão adicional sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos

#### Aspecto Ambiental Associado: *ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo*

##### 1. Apresentação

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, poderá ocorrer uma pressão adicional sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos. O impacto está diretamente relacionado ao volume de óleo gerado em caso de acidente, que terá que receber tratamento e destinação final adequada.

##### 2. Descrição do aspecto ambiental gerador do impacto

Durante a atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas poderão ocorrer incidentes de diferentes proporções que acarretem vazamento de óleo e gás para o mar. Por outro lado, acidentes com embarcação durante o transporte de resíduos podem acarretar no despejo dos mais variados tipos de resíduos (perigosos e não perigosos) para o mar.

De acordo com as simulações probabilísticas de vazamento de óleo, apenas nos volumes de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa. As localidades na costa que podem ser atingidas pelo óleo, considerando todos os resultados obtidos, se estendem de Paulino Neves a Cururupu, abrangendo ao todo 12 municípios, considerando os dois cenários (verão e inverno).

### **3. Descrição sucinta do modo como o aspecto interfere no fator ambiental**

O processo de limpeza de um acidente de óleo implica na geração de resíduos contaminados e não contaminados que deverão ter a correta destinação e tratamento. Este cenário implica no aumento da demanda por serviços de transporte, tratamento e destinação final de resíduos. Tratando-se de um evento acidental, pode ocorrer uma pressão excessiva sobre a infraestrutura existente e o aumento de poluição ambiental.

### **4. Medidas mitigadoras a serem adotadas**

Os impactos poderão ser minimizados através do cumprimento de padrões e treinamento adequado – medida de caráter preventivo.

Especificamente com relação a vazamentos incidentais de óleo, a mitigação dos impactos deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo através da implantação de um eficiente Plano de Emergência Individual (PEI) – caráter corretivo. A eficácia dessas medidas é alta.

### **5. Descrição do impacto ambiental**

O impacto referente à pressão adicional sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos está diretamente relacionado com o volume de óleo gerado em caso de acidente, que terá que receber tratamento e destinação final adequada. Destaca-se que a infraestrutura sofrerá um aumento da pressão pelos seus serviços, fato que pode ampliar os problemas ambientais causados por um vazamento acidental, como destinação ou tratamento inadequados dos resíduos gerados.

Este impacto foi avaliado como de alta magnitude pelo volume de óleo passível de ser gerado. A sensibilidade do fator ambiental foi classificada como alta em função do número reduzido de empresas capacitadas e licenciadas para esse fim.

O impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – em função do caráter nacional, de duração imediata – visto que os efeitos sobre o fator ambiental deverão ter duração inferior a cinco anos, reversível, não cumulativo – visto que não há pressão significativa na infraestrutura de disposição final de resíduos, e pontual – considerando-se que vai ocorrer uma única vez durante o desenvolvimento da atividade. A importância do impacto é grande, em função da alta magnitude e sensibilidade do fator ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
ASP 1 – Acidente com derramamento de óleo.	IMP 5 – Pressão adicional sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos	Negativo, direto, incidência imediata, suprarregional, duração imediata, temporário, reversível, não cumulativo, pontual. Alta magnitude e grande importância.

## 6. Parâmetros ou indicadores que possam ser utilizados para o monitoramento do impacto

Como indicadores deste impacto ambiental sobre a infraestrutura de gerenciamento de resíduo será utilizado:

- Total de resíduo oleoso gerado devido à limpeza do derramamento de óleo x média de resíduos oleosos gerados na operação normal.

## 7. Legislação e planos e programas aplicáveis

- **Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98**, de 12/02/1998;
- **Lei nº 9.966/00**, de 28/04/2000;
- **Decreto nº 4.136/02**, de 20/02/2002;
- **Resolução CONAMA nº 001-A/86**, de 23/01/1986;
- **Resolução CONAMA nº 274/00**, de 29/11/2000;
- **Resolução CONAMA nº 357/05**, de 17/03/2005;
- **Resolução CONAMA nº 397/08**, de 03/04/2008;
- **Resolução CONAMA nº 398/08**;
- **Resolução CONAMA nº 430/11**, de 13/05/2011;
- **Resolução ANP nº 43/07**, de 06/12/2007;
- **Resolução ANP nº 44/09**, de 22/12/2009;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11**, de 22/03/2011;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 02/13**, de 31/01/2013;
- **Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 03/13**, de 20/09/2013.

Quanto aos planos e programas, destacam-se os seguintes:

- **VIII Plano Setorial para os Recursos do Mar**;
- **Sistema Global de Observação dos Oceanos (Projeto GOOS)**;
- **Programa Nacional do Meio Ambiente II (PNMA II)**
- **Programa de Avaliação, Monitoramento e Conservação da Biodiversidade Marinha (REVIMAR).**

## ➤ Síntese dos Impactos Potenciais

Os ambientes verificados na Área de Estudo incluem o ambiente marinho da plataforma e das zonas costeiras. No caso de ocorrência de acidentes, os maiores impactos estariam relacionados ao vazamento de óleo cru ou diesel.

Considerando-se a hipótese de acidentes com vazamento de óleo, os impactos previstos como de maior relevância são decorrentes de um *blowout*. Um acidente deste tipo pode levar a consequências de longo prazo na *qualidade das águas*, além de sérias interferências com os *ecossistemas costeiros, com a biota marinha e costeira* e com as atividades econômicas dependentes desses recursos – *pesca, extrativismo, aquicultura e turismo*.

Destacam-se ainda impactos sobre o tráfego marítimo e pressões adicionais sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos. A **Tabela II.8.2.2.9** constitui a matriz de avaliação de impacto ambiental para o cenário acidental.

A mitigação dos impactos decorrentes de acidentes deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo, para que esta não atinja a região costeira, com a implantação de um eficiente plano de emergência. Os impactos poderão ser minimizados com o cumprimento de padrões, treinamento adequado e plano de contingência.

**TABELA II.8.2.2.9 – Matriz de avaliação de impacto ambiental – Cenário Acidental**

Aspectos Ambientais (ASPs)	Fator Ambiental	Impactos Ambientais (IMPs)	ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS																							Mag.	Imp.										
			Natureza		Forma de Incidência		Tempo de Incidência		Abrangência Espacial			Duração			Permanência		Reversibilidade		Cumulatividade					Frequência													
			Pos.	Neg.	Dir.	Ind.	Imed.	Post.	Loc.	Reg.	Suprar.	Imed.	Curta	Méd.	Long.	Temp.	Perm.	Rev.	Irrev.	Não Cum.	Cum.	Indut.	Induz.	Sinerg.	Pont.			Cont.	Cícl.	Inter.							
ASP 1 - Acidentes com derramamento de óleo	Pesca, extrativismo e maricultura	IMP 1 - Interferência na pesca, no extrativismo e na maricultura		x	x			x									x																			A	G
	Rotas de navegação	IMP 2 - Interferência nas rotas de navegação		x	x			x								x																			A	G	
	Turismo litorâneo	IMP 3 - Interferência no turismo litorâneo		x	x			x								x																			A	G	
	Infraestrutura portuária	IMP 4 - Pressão sobre a infraestrutura portuária		x	x			x								x																			A	G	
	Infraestrutura de disposição final de resíduos	IMP 5 - Pressão sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos		x	x			x								x																			A	G	

Magnitude: Baixa - B; Média - M; Alta - A  
Importância: Pequena - P; Média - M; Grande - G

### II.8.2.3 Impactos sobre Unidades de Conservação

A atividade de perfuração da BG Brasil na Bacia de barreirinhas encontra-se afastada aproximadamente 76 km da costa (Araioses/MA), e as UCs presentes na região onde está inserida a atividade, com exceção dos PEMs Parcel Manoel Luis, Banco do Tarol e Banco do Álvaro, são todas costeiras e marinhas, situadas próximas à costa.

Não são observadas Unidades de Conservação ou zonas de amortecimento na área de entorno da atividade de perfuração, sendo que também não existem UCs na área marítima correspondente ao trajeto entre a área dos blocos e a base de apoio marítimo. Embora ocorram UCs nas proximidades da rota das embarcações – APA das Reentrâncias Maranhenses, APA da Baixada Maranhense, APA Upaon-Açu / Miritiba /Alto Preguiças– não se espera interferência nas mesmas durante a operação normal da atividade.

Desta forma, durante a etapa de operação normal da atividade, sem a ocorrência de acidentes, não ocorrerão impactos sobre as Unidades de Conservação identificadas na área de estudo.

Em caso de acidentes com vazamento de óleo, contudo, de acordo com as simulações probabilísticas realizadas, apenas no cenário de vazamento de pior caso houve probabilidade do óleo atingir a costa, considerando os cenários de verão e inverno. Por conseguinte, as Unidades de Conservação costeiras e marinhas localizadas nos 12 municípios presentes nas áreas com toque também são passíveis de serem atingidas. São eles: Paulino Neves, Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão, Primeira Cruz, Humberto de Campos, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, Raposa, São Luís, Alcântara, Guimarães e Cururupu.

Nestes municípios, encontram-se oito UCs passíveis de serem atingidas por óleo em um cenário de pior caso. Destas, pode-se citar a APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente, com 22% de probabilidade de toque, o PARNA dos Lençóis Maranhenses, com 17% de probabilidade de presença de óleo, e a APA Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças, com 11% de probabilidade de presença de óleo, todas no cenário de verão, e com um tempo mínimo de toque superior a 250 horas (> 10 dias). No cenário de inverno as probabilidades de toque são inferiores a 1 %. O tempo mínimo de toque, de acordo com as modelagens realizadas, ocorre no PE Marinho do Parcel de Manuel Luis, com aproximadamente 89 horas.

A APA da Foz do rio Preguiças/Pequenos Lençóis e Região Lagunar Adjacente está situada entre a foz do Rio Preguiças e a foz do Rio Parnaíba, no litoral oriental do estado do Maranhão, abrangendo os municípios de Barreirinhas, Paulino Neves, Tutóia, Água Doce do Maranhão e Araioses. Esta UC tem como objetivo proteger ecossistemas como estuário, manguezal, praias, dunas, restingas, lagoas, matas ciliares e buritizais. Apresenta ambiente litorâneo constituído por praia e estuários, favorecendo a ocorrência dos ecossistemas de manguezais e dunas. Possui uma rica ictiofauna, além de constituir área de reprodução de espécies de aves migratórias, desova da tartaruga-de-couro *Dermochelys coriacea*, e ocorrência do peixe-boi-marinho.

O PARNA dos Lençóis Maranhenses abrange os municípios de Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão e Barreirinhas, no estado do Maranhão e tem como objetivo proteger os ecossistemas de praias, manguezais, dunas, restingas, lagoas e pequenas falésias. O Parque é um celeiro de pescadores, sendo que alguns deles tornam-se nômades em algumas épocas do ano, principalmente no verão, que é mais propício à pesca. Existem dois oásis dentro do Parque onde vivem diversas famílias. Suas dunas são móveis provocando,

muitas vezes, soterramento de casas e carros. Na parte litorânea do Parque, aves migratórias abrigam-se ou nidificam, tais como maçaricos (*Calidris fuscicollis* e *C. pusilla*), trinta-réis-boreal (*Sterna hirundo*) e a marreca-de-asa-azul (*Anas discors*). Nos manguezais, destacam-se a jacaretingá (*Caiman c. crocodilus*), o veado-mateiro (*Mazma americana*) e a paca (*Agouti paca*).

A APA Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças abrange os municípios de Axixá, Barreirinhas, Humberto de Campos, Icatu, Morros, São Luís, Paço do Lumiar, Presidente Juscelino, Primeira Cruz, Rosário, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São José de Ribamar, Tutóia, Belágua, Cachoeira Grande e Urbano Santos, no estado do Maranhão. Tem como objetivo proteger os ecossistemas de estuário e manguezal, restinga, caatinga, dunas, buritizais, lagoas e matas ciliares. Tipicamente costeira, abriga fauna de elasmobrânquios, predominando juvenis, por se tratar de uma área de berçário para a maioria das espécies. Além disso, nas baías de São José e do Tubarão, há ocorrência de peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), de tartarugas marinhas e de rica avifauna, com espécies tanto residentes, quanto migratórias.

Já o PE Marinho do Parcel de Manuel Luis, o qual apresenta o menor tempo de toque, junto com o Banco do Tarol e do Álvaro, são as únicas formações coralíneas com corais vivos identificadas na costa Norte brasileira, marcando, portanto, o limite Norte de distribuição de corais formadores de recifes no país. Na região dos PEMs foram identificadas 50% das espécies de corais duros do Brasil, sendo que 06 (seis) delas não haviam sido identificadas na região costeira do Nordeste. Possui pelo menos uma espécie endêmica de coral (*Millepora laboreli*), além de espécies compartilhadas com o Caribe e ausentes do resto da costa brasileira, como o saberê-do-Caribe (*Chromis scotti*).

Destaca-se que em 2000, o Parque Estadual do Parcel Manoel Luis foi reconhecido como Sítio Ramsar (Zona úmida de importância internacional), representando neste contexto um ecossistema sensível e precioso onde se encontram um dos ambientes mais produtivos e de maior diversidade biológica do mundo (SEMA, 2015).

O fator ambiental (UCs) neste caso é de alta sensibilidade, em função de sua importância para conservação dos ecossistemas, das espécies costeiras e marinhas, das atividades econômicas locais, como a pesca e o turismo, bem como para a manutenção biodiversidade. Embora as probabilidades de toque sejam baixas, a magnitude do impacto, neste caso, foi considerada conservativamente como alta, visto que caso ocorra um evento de pior caso, importantes e restritas áreas de proteção seriam afetadas, como no caso do Banco do Álvaro, Banco do Tarol e Parcel Manoel Luis. A importância é grande em função da alta sensibilidade do fator e da alta magnitude do impacto.

Vale mencionar que os ecossistemas, e a biota passíveis de serem atingidos por óleo em caso de acidentes, já foram avaliados anteriormente.

Em função de não se ser possível precisar o tempo necessário para a recuperação das UCs, principalmente as que envolvem ambientes de manguezais e recifes de corais, em caso de grandes vazamentos de óleo, e ainda se a estrutura dos ecossistemas envolvidos voltará a ser como antes em caso de recuperação, o impacto foi classificado conservadoramente como de longa duração e irreversível. Quanto à distributividade, foi classificado como suprarregional, considerando a importância ecológica das UCs.

Assim, o impacto foi classificado como potencial, negativo, direto, de incidência imediata, suprarregional – por ser área de preservação e de importância nacional, de longa duração, irreversível e indutor - por induzir a ocorrência de impactos na fauna associada.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro seguinte.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASP 1 - Acidente com derramamento de óleo</li> </ul>	→ Variação da qualidade das águas → Interferência com as Unidades de Conservação.	Potencial, negativo, direto, incidência imediata, regional, longa duração, irreversível e indutor – alta magnitude e grande importância.

### II.8.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais interferências da atividade de perfuração nos Blocos da BG Brasil na Bacia de Barreirinhas em situação de operação normal ocorrerão nas proximidades do poço, na região oceânica, a cerca de 1.600 km da costa. Mesmo em caso de acidentes com vazamento de óleo de grandes proporções, as probabilidades de impactos na região costeira, onde estão situadas as áreas urbanas, ecossistemas de relevância ecológica e unidades de conservação, são baixas (inferiores a 22%) visto os resultados das modelagens realizadas.

Durante a operação normal, os impactos são em sua maioria de pequena a média magnitude, temporários e reversíveis. Impactos relevantes poderão ocorrer sobre a biota marinha, principalmente, na região oceânica, no caso de acidentes com derramamento de óleo em grandes proporções, situação considerada extremamente improvável, conforme já enfatizado nesse estudo, e avaliada sem considerar a tomada de medidas de controle.

A atividade, em todas as suas etapas, deverá ser realizada de forma segura e eficiente, de forma a reduzir quaisquer prejuízos ao meio ambiente.

Apesar de muitos dos impactos operacionais avaliados serem considerados pouco relevantes, em função dos sete poços previstos de serem perfurados pela BG Brasil, na Bacia de Barreirinhas, deverá ser considerada a sinergia entre as atividades, considerando que podem ocorrer perfurações simultâneas de dois poços. Além disso, impactos como a deposição de cascalho, devem ser considerados para os sete poços de forma conjunta, visto a duração deste impacto.

Além disso, deve ser considerada a presença de outros empreendimentos da mesma categoria, na área de estudo da atividade em foco, o que poderá contribuir para aumentar os riscos de danos ambientais na região da Bacia de Barreirinhas, através do somatório dos impactos previstos e do aumento da probabilidade de riscos de acidentes. Vale ressaltar, que podem vir a ocorrer alguma atividade simultânea de E&P na Bacia de Barreirinhas, visto os 16 blocos exploratórios adquiridos na bacia, na 11ª Rodada de Licitações (excluindo-se os da OGX), além dos blocos da Petrobras atualmente em avaliação (BM-BAR-1) e em fase de licenciamento (BM-BAR-5).

Deve-se ressaltar que muitos dos impactos passíveis de ocorrência tanto na operação normal da atividade como em caso de acidentes, serão devidamente monitorados e/ou mitigados pelos projetos ambientais que serão implantados, e do Plano de Emergência Individual (PEI).



## II.8.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABÍLIO, G.S. 2004. *Caracterização ambiental prévia de áreas sujeitas à exploração de reservas de petróleo – Bacia de Santos, Brasil*. Monografia de Bacharelado em Oceanografia, UERJ, 96p.
- AFONSO & CASTRO, 2010. *Tributação do setor de petróleo: evolução e perspectivas*. Brasília: 2010.
- ALMEIDA, A. P., SANTOS, A. J. B., THOMÉ, J. C. A., BELINI, C. BAPTISTOTTE, C. MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S & LOPES, M. 2011a. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1):12-19.
- ALMEIDA, A. P., THOMÉ, J. C. A., BAPTISTOTTE, C., MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S. E LOPEZ, M. 2011b. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 37-44.
- ALVES, J. R. P. 2001. *Manguezais: educar para proteger*. 96p.
- AMARAL, F. D.; HUDSON, M. M.; COURA, M. F. 1998. Levantamento preliminar dos corais e hidrocorais do Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz (MA). *Resumo do XIII Simpósio de Biologia Marinha*. Universidade de São Paulo, São Paulo: CEBIMar, 1998. 13 p.
- AMARAL, F. D.; HUDSON, M. M.; STEINER, A. Q.; RAMOS, C. A. C. 2007. Corals and calcified hydroids of the Manuel Luiz Marine State Park (State of Maranhão, Northeast Brazil). *Biota Neotropica*, 7(3): 0-11. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/en/abstract?article+bn00907032007>. Acessado em fevereiro de 2010.
- AMEC, 2011. Annual Report e Offshore Environmental Effects Monitoring Program ExxonMobil Canada Properties e Sable Offshore Energy Project FINAL (Revised). *Report Prepared for ExxonMobil*. Sable Offshore Energy Project, Halifax, NS.
- AMOSER, S. & LADICH, F. 2003. Diversity in noise-induced temporary hearing loss in otophysine fishes. *Journal Acoustic Society*. 113 (4) p. 2170- 2179.
- API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE). 1985. Oil spill cleanup: Options for minimizing adverse ecological impacts. *Health and Environmental Science Department*, n. 4435.
- APPEA Education Site, 2011. *Petroleum Topics. Exporation and Production in the Marine Environment*.
- AU, W.W.L. *Hearingin Whales and Dolphins*. New York: Springer, 2000. 485 p.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010. *Marine Environment Protection*. Disponível em: [www.amsa.gov.au](http://www.amsa.gov.au). Acessado em agosto de 2011.
- AYERS, R.C. 1994. The Fate and Effects of Drilling fluid Discharges. *In Prodanovic, A., Velikanov, A.Y. eds. (1994); Mobil and SakhTINRO International Meeting – Theme: Drilling Discharges and Environmental Protection Exploration Drilling Offshore Sakhalin Island Proceedings of 27-29 Sept 1994 Meeting in Yuzhno-Sakhalinsk Russia*.

- AYERS, R.C., JR., MEEK, R.P., SAUER, T.C., JR., and STUEBNER, D.O. 1980a. An Environmental Study to Assess the Effect of Drilling Fluids ON Water Quality Parameters During High Rate, High Volume Discharges to the Ocean. *Proceedings of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings*, January 21-24, 1980, Lake Buena Vista, Florida. Vol. I, pp.351-379.
- AYERS, R.C., JR., SAUER, T.C., MEEK, R.P., and BOWERS, G. 1980b. An Environmental Study to Assess the Impact of Drilling Discharges in the Mid-Atlantic. I. Quantity and Fate of Discharges. *Proceedings of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings*, January 21-24, 1980, Lake Buena Vista, Florida. Vol. I, pp.382-418.
- BACH P., ROMANOV E., N. RABEARISOA, T. FILIPPI, A. SHARP. 2010. *Note on yellowfin and bigeye catches collected during fishing and research cruises onboard pelagic longliners of the La Reunion fleet in 2008 and 2009*. IOTC-2010-WPTT-11,13 p.
- BAILLIE, S.M., ROBERTSON, G.J., WIESE, F.K., WILLIAMS, U.P., 2005. Seabird Data Collected by the Grand Banks Offshore Hydrocarbon Industry 1999-2002: Results, Limitations and Suggestions for Improvement. *Canadian Wildlife Service Technical Report Series No. 434*. Atlantic Region, Mount Pearl, Newfoundland and Labrador, Canada.
- BAIRD, P.H. 1990. Concentrations of seabirds at oil-drilling rigs. *The Condor* 92:768-771.
- BAKER, J. M. 1982. Mangrove swamps and the oil industry. *Oil Petrochemical Pollution*, 1: 5-22.
- BAKER, J. 1999. Ecological effectiveness of oil spill countermeasures. Hoe clean is clean? *Pure Appl. Chem.*, 71(1): 135-151.
- BAKER, J. M. 2001. Oil pollution. *In Encyclopedia of Ocean Sciences*, Vol. 4 (Steele, J. H., Thorpe, S. A. & Turekian, K. K., eds), pp. 1999-2007. Academic Press.
- BANCO MUNDIAL, 2012. Disponível em: <http://www.bancomundial.org/>. Acessado em maio de 2015.
- BARRETO, L.; RIBEIRO, L. E. DE S.; CALVET, M. R. C. & ANDRADE, J. R., 2013a. Quelônios, pg 161-172. *In: Biodiversidade Marinha da Ilha do Maranhão*, EDUFMA. 2008 p.
- BARRETO, L.; CALVET, M.; OLIVEIRA, C.C.; CANUT, M.; OLIVEIRA, B.; FREIRE, F.; FERREIRA, C.V.; RIBEIRO, L.E.; BREDER, R.; SANTIAGO, P.M. 2013b. Ecologia e conservação de quelônios no Estado do Maranhão. Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA). *Relatório de atividades*. 24 p.
- BARROS, A; ÁLVAREZ, D. & VELANDO, A. 2014. Long-term reproductive impairment in a seabird after the Prestige oil spill. *Biology Letters*, 10, 20131041.
- BARTOL, S.M. & J.A. MUSICK. 2003. Sensory biology of sea turtles. Pages 79 - 102 *in* P.L. Lutz, J.A. Music, and J. Wyneken. *The biology of sea turtles*, Volume II. CRC Press Boca Raton, Florida.

- BECHMANN RK, WESTERLUND S, BAUSSANT T, TABAN IC, PAMPANIN DM, SMITH M & LOWE, D. 2006. Impacts of drilling mud discharges on water column organism and filter feeding bivalves. *International Research Institute of Stavanger (IRIS) Report no 7151697*, 142 pp.
- BELL, N., M. SMITH, A. Manning. 2000. *Determination of the physical characteristics of cuttings piles, using existing survey data and drilling information*. R & D Programme 1.1 A Report for the UKOOA.
- BENFIELD, M. C. & SHAW, R. F., 2005. *Potential spatial and temporal vulnerability of pelagic fish assemblages in the Gulf of Mexico to surface oil spills associated with deepwater petroleum development*. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2005-012. xv+158 p.
- BERGE, J. A. 1990. Macrofauna recolonization of subtidal sediment. Experimental studies on defaunated sediment contaminated with crude oil in two Norwegian fjords with unequal eutrophication status. I. Community response. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 66: 103-115.
- BERLAND, H., RYE, H., & SANNI, S. 2006. ERMS and PROOF programmes. Experimental validation of drilling effects in the field. *ERMS report No.20*. Report no. AM 2006/004.
- BERNIER, R; GARLAND, E.; GLICKMAN, A.; JONES, F.; MAIRS, H.; MELTON, R.; RAY, J.; SMITH, J.; THOMAS, D.; CAMPBELL, J. 2003. *Environmental aspects of the use and disposal of non aqueous drilling fluids associated with offshore oil & gas operations*. OGP, Report n°342.
- BG BRASIL/AECOM. 2015. *Relatório Final de Caracterização (Baseline) do Ambiente Marinho - Blocos BAR-M-215, 217, 252, 254, 298, 300, 340, 342, 344 e 388 - Bacia de Barreirinhas/MA*.
- BOAVENTURA, L. 2005. Eight West Indian manatee deaths in Maranhão. *Sirenews. Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group*, 44: 8–9.
- BORGES, J. C. G.; VERGARA-PARENTE, J. E.; ALVITE, C. M. C.; MARCONDES, M. C. C.; LIMA, R. P. 2007. Embarcações motorizadas: uma ameaça aos peixes-bois marinhos (*Trichechus manatus*) no Brasil. *Biota Neotropica*, 7: 199–204.
- BOTHNER, M.H.; RENDIGS, R. R.; CAMPBELL, E.; DOUGHTEN, M. W.; PARMENTER, C. M.; O'DELL, C. H.; DILISIO, G. P.; JOHNSON, J. R.; GILLISON, J. R. & RAIT, N. 1985. *The Georges Bank monitoring Program 1985: Analysis of trace metals*. U.S. geological survey circular.
- BOURNE, W.R.P. 1979. Birds and gas flares. *Mar. Pollut. Bull.* 10:124125.
- BREUER, E., HOWE, J. A., SHIMMIELD, G. B., CUMMINGS, D., CARROLL, J. 1999. *Contaminant Leaching from Drill Cuttings Piles of the Northern and Central North Sea: A Review*. Center for coastal & marine sciences: 49.
- BREUER, E.; STEVENSON, A.G.; HOWE, J.A; CARROLL, J. SHIMMIELD, A. 2004. Drill cutting accumulations in the Northern and Central North Sea: a review of environmental interactions and chemical fate. *Marine Pollution Bulletin* 48, 12–25.

- BROWN, B. E. & HOWARD, L.S. 1985. Assessing the effects stress on reef coral. *Advanced in Marine Biology*, 22: 1-63.
- BUCHANAN, R. B.; COOK, J. A. & MATHIEU, A. 2003. Environmental Effects Monitoring For Exploration Drilling. *Environmental Studies Research Funds*. 73 pp.
- BURKE, C.M., DAVOREN, G.K., MONTEVECCHI, W.A. & WIESE, F.K. 2005. Seasonal and spatial trends of marine birds along support vessel transects and at oil platforms on the Grand Banks. In: ARMSWORTHY, S.L., CRANFORD, P.J. & LEE, K. (Eds). *Offshore oil and gas environmental effects monitoring, approaches and technologies*. Columbus, OH: Battelle Press. pp. 587–614.
- BURKE, C.M., DAVOREN, G.K., MONTEVECCHI, W.A. & WIESE, F.K. 2005. Seasonal and spatial trends of marine birds along support vessel transects and at oil platforms on the Grand Banks. In: ARMSWORTHY, S.L., CRANFORD, P.J. & LEE, K. (Eds). *Offshore oil and gas environmental effects monitoring, approaches and technologies*. Columbus, OH: Battelle Press. pp. 587–614.
- BURNS, K.A., EHRHARDT, M.G., HOWES, B., TAYLOR, C.D. 1993. Subtidal Benthic Community Respiration and Production Near the Heavily Oiled Gulf-Coast of Saudi-Arabia. *Marine Pollution Bulletin*, 27: 199-205.
- BURNS, K.A.; GARRITY, S.D. & LEVINGS, S.C. 1993. How many years until mangrove ecosystems recover from catastrophic oil spills ? *Marine Pollution Bulletin*, V. 26 N.5 P.239-248.
- BURNS, K. A.; GARRITY, S. D.; JORISSEN, F.; MACPHERSON, J.; STOELTING, M.; TIERNEY, J.; YELLE-SIMMONS, L. 1994. The Galeta oil spill. II. Unexpected persistence of oil rapped in mangrove sediments. *Estuarine, Coastal Shelf Science*, 38: 349-364.
- CAMARGO, F. S. & BELLINI, C. Report on the collision between a spinner dolphin and a boat in the Fernando de Noroña Archipelago, Western Ecuatorial Atlantic, Brazil. *Biota Neotrop*. 7(1).
- CAMPAGNA, C.; SHORT, F. T.; POLIDORO, B. A.; MCMANUS, R.; COLLETTE, B. B.; PILCHER, N. J.; MITCHESON, Y. S.; STUART, S. N.; CARPENTER, K. E. Gulf of Mexico Oil Blowout Increases Risks to Globally Threatened Species. *BioOne*, 61(5): 393-397.
- CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006. *SDL 1040 Delineation Drilling Program. C-NLOPB*. Screening Report. 29p.
- CARLTON, J.T. & GELLER, J.B. 1993. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organism. *Science*, 261:78-82
- CARRERA, M.L.R., 2004. *Avaliação do impacto causado por embarcações de turismo no comportamento do boto cinza (Sotalia fluviatilis) na Baía dos Golfinhos, Tibau do Sul, RN, Brasil*. Universidade Federal de Pernambuco/Centro de Ciências Biológicas/Departamento de Zoologia Mestrado em Biologia Animal.
- CASTILHOS, J.C., COELHO, C. A., ARGOLO, J. F., SANTOS, E. A. P., MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S. & LOPEZ, M. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 28-36.

- CCWHC, 2009. Canadian Cooperative Wildlife Health Centre: *annual report 2008- 2009*.
- CEPNOR (CENTRO DE PESQUISA E GESTÃO DE RECURSOS PESQUEIROS DO LITORAL NORTE). 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepnor/>. Acessado em maio de 2015.
- CESAR, H.S.J.2000. *Collect essays on the economics of coral reef*. Kalmar University CORDIO, 243P.
- CETESB, 2000. *Derrames de Óleo e os Ecossistemas Costeiros*. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/impactos>. Acessado em julho de 2008.
- CHAN, G. L. 1977. The five-year recruitment of marine life after the 1971 San Francisco Oil Spill. *In: International Oil Spill Conference Proceedings, 1977(1): 543-545*.
- CHANDRASEKARA, W.U. & C.L.J. FRID.1998. A laboratory assessment of the survival and vertical movement of two epibenthic gastropod species, *Hydrobia ulvae* (Pennant) and *Littorina littorea* (Linnaeus) after burial in sediment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 221: 191-207*
- CHEN, G., XIAO, H. & TANG, X. X., 2008. Responses of three species of marine red-tide microalgae to pyrene stress in protein and nucleic acid synthesis. *Marine Environmental Science, 27: 302-347*.
- CIT (CONVENÇÃO INTERAMERICANA PARA A PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS), 2007. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/\\_legislacao/19\\_legislacao16122008094143.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_legislacao/19_legislacao16122008094143.pdf). Acessado em 2015.
- CLARK J. R. 1996. *Coastal zone management handbook*. Introduction. Boca Raton, Lewis Publishers, 694p.
- CLARK S.& EDWARDS A.J. 1994. Use of Artificial Reef Structures to Rehabilitate Reef Flats Degraded By Coral Mining in the Maldives. *Bulletin of Marine Science, 55: 724-744*.
- CLARK, R.B.; C. FRID & M. ATTRILL. 1997. *Marine Pollution*. Oxford. Claredon Press. 161p.
- CORREDOR, J. E.; MORELL, J. M.; CASTILLO, C. E. 1990. Persistence of spilled crude oil in a tropical intertidal environment. *Marine Pollution Bulletin, 21: 385-388*.
- CUNHA, I.S.A. 2013. *Marine traffic and potential impacts towards cetaceans within the Madeira EEZ: a pioneer study*. Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território/ Departamento de Biologia/Universidade do Porto.
- DAAN, R. & M. MULDER. 1993. *A Study of Possible Environmental Effects of WBM Cutting Discharge in the North Sea, One Year After Termination of Drilling*. NIOZ-Rapport 1993-16. Netherlands Institute for Sea Research, Texel, The Netherlands. 17 p.
- DA SILVA, A. C. T.; VALENTIN, J. L. & VIANNA, M. Competition for space between fishing and exploratory oil drilling, observed from a drilling platform in the Espírito Santo Basin, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography, 63(1):33-41*.

- DAVID, L.; ALLEAUMEL, S.; GUINET, C. 2011. Evaluation of the potential of collision between fin whales and maritime traffic in the north-western Mediterranean Sea in summer, and mitigation solutions. *Journal of Marine Animals and Their Ecology*. Vol 4, No 1.
- DAVIES, J.M., HARDY, R., MCINTYRE, A. D. 1981. Environmental effects of North Sea oil operations. *Marine Pollution Bulletin* 12: 412–416.
- DE LA HUZ, R.; LASTRA, M.; JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIÉITEZ, J. M. 2005. Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches: Preliminary study of the ‘Prestige’ oil spill. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65: 19-29.
- DE LEO, D. M.; RUIZ-RAMOS, D. V.; BAUMS, I. B. & CORDES, E. E. 2015. Response of deep-water corals to oil and chemical dispersant exposure. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*.
- DE PAULA A, F. & CREED J.C 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case study of accidental introduction. *Bull Mar Sci* 74: 175-183
- DE PAULA, A.F. 2002. *Abundância e distribuição espacial do coral invasor Tubastrea na Baía da Ilha Grande, RJ e o registro de T. tagusensis e T. coccinea para o Brasil*. 2002. Dissertação (Mestrado em Biologia, Ecologia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- DE STEPHANIS, R. & URQUIOLA, E. 2006. Collisions between ships and cetaceans in Spain. Paper SC/58/BC5 presented to the *IWC Scientific Committee*, May 2006, St. Kitts and Nevis, West Indies (unpublished). 6pp. [Paper available from the Office of this Journal].
- DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010a. *Wildlife and Offshore drilling the 2010 gulf of Mexico disaster: Manatees*. Disponível em: [www.defenders.org](http://www.defenders.org). Acessado em julho de 2015.
- DEFENDERS OF WILDLIFE, 2010b. *Wildlife and Offshore Drilling the 2010 Gulf of Mexico Disaster: Sea turtles*. Disponível em: [www.defenders.org](http://www.defenders.org). Acessado em julho de 2015.
- DEFENDERS OF WILDLIFE, 2015. Disponível em: [http://www.nmfs.noaa.gov/pr/pdfs/health/oil\\_impacts.pdf](http://www.nmfs.noaa.gov/pr/pdfs/health/oil_impacts.pdf). Acessado em julho de 2015.
- DEMORE, J.P. 2005. *Avaliação das alterações ambientais causadas por perfuração exploratória em talude continental a partir de dados geoquímicos - Bacia de Campos, Brasil*. UFRGS, 2005.100 f. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS - BR.
- DEVIDS, C. C. 2008. *Mapeamento de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Petróleo do Sistema Estuarino de Santos, Estado de São Paulo*.
- DO VALLE, A.; MELO, F.C.C. 2006. Alterações comportamentais do golfinho *Sotalia guianensis* (Gervais, 1953) provocadas por embarcações. *Biotemas*, 19 (1): 75-80.
- DOB, JONES; HUDSON IR; BETT BJ. 2006. Effects of physical disturbance on the cold-water megafaunal communities of the Faroe-Shetland Channel. *Marine Ecology Progress Series* 319: 43–54.

- DOB, JONES; WIGHAM BD; HUDSON IR; BETT BJ. 2007. Anthropogenic disturbance of deep-sea megabenthic assemblages: a study with Remotely-Operated Vehicles in the Faroe-Shetland Chanel, NE Atlantic. *Marine Biology* 151: 1731–1741.
- DODGE, R.E. & KNAP, A.H. 1993. Long-term (2.5 years) of effects of short-term field exposure of stony corals to dispersed and undispersed crude oil. In: R.N.Ginsburg et al. (eds), *Global aspects of coral reefs: health, hazards and history*. RSMAS, Univ. Miami, p. V1-V7.
- DOWNING, N. & ROBERTS, C. 1993. Has the Gulf-War affected coral-reefs of the northwestern Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 27: 149-156.
- DOWNING, N. 1985. Coral reef communities in an extreme environment: the northwest Arabian Gulf. Proc. 5th Intern. *Coral Reef Symp.*, Tahiti, 6: 343-348.
- DUKE, N. 1997. Reforestacion de manglares em Panamá *In* La restauracion de ecosistemas de manglar. *ISME/OIMT Publicacion*. Manágua, Nicaragua. P.231-258.
- DUKE, N. C.; PINZÓN, M.; Z. S.; PRADA, T. M. C. 1997. Large-scale damage to mangrove forests following two large oil spills in Panama. *Biotropica*, 29(1): 2-14.
- DUKE, N.; BURNS, K. A.; ELLISON, J. C. 1999. Surveys of oil spill incidents around Australia. An assessment of incidents, impacts on mangroves, and recovery of deforested areas. Ch. 2, Pp 240-247. *In*: Duke, N. C. & Burns, K. A. Fate and Effects of Oil and Dispersed Oil on Mangrove Ecosystems in Australia. Final report to Australian Petroleum Production and Exploration Association, Main Report 212 pp. Australian Institute of Marine Science and CRC Reef Research.
- EAKIN, C.M., FEINGOLD, J.S. & GLYNN, P.W. 1993. Oil refinery impacts on coral reef communities in Aruba, N.A.. In: R.N. Ginsburg *et al.* (eds), *Global aspects of coral reefs: health, hazards and history*. RSMS, Univ. Miami, p. V43-V49.
- EL-SHEEKH, M. M., EL-NAGGAR, A. H., OSMAN, M. E. H. & HAIEDER, A., 2000. Comparative studies on the green algae *Chlorella homosphaera* and *Chlorella vulgaris* with respect to oil pollution in the River Nile. *Water, Air, and Soil Pollution*, 124: 187–204.
- ELKINS, N. 1983. *Weather and Bird Behaviour*. Calton (Poyser).
- ELLIS, J.I., WILHELM, S.I., HEDD, A., FRASER, G.S., ROBERTSON, G.J., RAIL, J.F., FOWLER, M., MORGAN, K.H., 2013. Mortality of migratory birds from marine commercial fisheries and offshore oil and gas production in Canada. *Avian Conserv. Ecol.* 8.
- ELMGREN, R.; HANSSON, S.; LARSSON, U.; SUNDELIN, B.; BOEHM, P. D. 1983. The “Tsesis” oil spill: acute and long-term impact on benthos. *Marine Biology*, 73(1): 51-65.
- EMERY, B. M.; WASHBURN, L.; LOVE, M. S.; NISHIMOTO, M. M.; OHLMANN, J. C. 2006. Do oil and gas platforms off California reduce recruitment of bocacio (*Sebastes paucispinis*) to natural habitat? An analysis based on trajectories derived from high-frequency radar. *Fishery Bulletin*, v.104, p. 391-400.

- ENGELHARDT, F. R., 1983. Petroleum effects on marine mammals. *Aquatic Toxicology*, 4 (3):199-217.
- ENI AUSTRÁLIA, 2007. *Woollybut 4H & 6H Drilling Campaign, Summary Environment Plan*. Setembro, 2007. 34p. Disponível em <http://www.ret.gov.au>. Acessado em novembro de 2008.
- EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1999. *Environmental Assessment of Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for Synthetic-Based Drilling Fluids and other Non-Aqueous Drilling Fluids in the Oil and Gas Extraction Point Source Category*. EPA-821-B-98-019.
- EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 1999. *Understanding Oil Spills and Oil Spills Response*. Oil Program Center. p. 21-26.
- EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 2000. Biodegradation. In: *Environmental Assessment of final effluent limitations guidelines and standards for synthetic-based drilling fluids and other non-aqueous drilling fluids in the oil and gás extraction point source category*. 10p.
- EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). Toxicity. In: *Environmental Assessment of final effluent limitations guidelines and standards for synthetic-based drilling fluids and other non-aqueous drilling fluids in the oil and gás extraction point source category*. 15p.
- EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). 2015. Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/atw/orig189.html>. Acessado em julho de 2015.
- EPE, 2007. *Plano Nacional de Energia 2030*. Rio de Janeiro: EPE, 2007.
- ERICKSON, W. P., G. D. JOHNSON, M. D. STRICKLAND, D. P. YOUNG, JR., K. J. SERNKA, AND R. E. GOOD. 2001. *Avian collisions with wind turbines: A summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States*. National Wind Coordinating Committee, c/o RESOLVE, Inc., Washington, D.C.
- FECHHELM, R.G.; GALLAWAY, B.J. & FARMER, J.M. 1999. *Deepwater Sampling at a Synthetic Drilling Mud Discharge Site on the Outer Continental Shelf, Northern Gulf of México*. Presented at the 1999 SPE / EPA Exploration and Production Environmental Conference Feb. 28 – March 3, 1999. SPE 52744.
- FÉLIX, F. & WAEREBEEK, K.V. 2005. Whale mortality from ship strikes in Ecuador and West África. *The Latin America Journal of Aquatic Mammals*, 4(1):55-60.
- FENNER, D. & BANKS, K. 2004. Orange Cup Coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of México. *Coral Reefs* nº 23 (4): 501-505.
- FERNANDES, M.E.B. 2005. *Os manguezais da costa norte brasileira*. São Luís, Fundação Rio Bacanga, 169p.
- FERREIRA-SILVA, M.A.G.; SALGADO, M.M.; BREVES-RAMOS, A.; LAVRADO, H.P.; JUNQUEIRA, A.O.R. 2004. *Variação temporal (1996-2004) da porcentagem de cobertura do bivalve exótico Isognomon bicolor (Adams, 1845) na zona entremarés de costão rochoso em Arraial do Cabo (RJ)*. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2004, Itajaí, Santa Catarina. Resumo.



- FERTL, D. C. 1994. *Occurrence, movements, and behavior of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in association with the shrimp fishery in Galveston Bay, Texas*. M. Sc. thesis, Texas A&M University, College Station. 117 pp.
- FORD, J.K.B., ELLIS, G.M., BALCOMB, K.C. 1994. *Killer whales: the natural history and genealogy of Orcinus orca in British Columbia and Washington State*. Vancouver, University of British Columbia Press. 102p.
- FRASER, G.S., RUSSELL, J. & VON ZHAREN, W.M. 2006. Produced water from offshore oil and gas installations on the grand banks, Newfoundland and Labrador: are the potential effects to seabirds sufficiently known? *Marine Ornithology* 34: 147–156.
- GARRITY, S. D.; LEVINGS, S. C.; BURNS, A. 1993. Chronic oiling and long-term effects of the 1986 Galeta spill on fringing mangroves. *International Oil Spill Conference Proceedings*, 1993(1): 319-324.
- GARRITY, S. D.; LEVINGS, S. C.; BURNS, K. A. 1994. The Galeta oil spill. I. long-term effects on the physical structure of the mangrove fringe. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 38: 327-348.
- GERRARD, S., GRANT, A., MARSH, R., LONDON, C. 1999. *Drill cuttings piles in the North Sea: management options during platform decommissioning*. Norwich. Center for Environmental Risk. 224pp.
- GERSTEIN, E.R.; BLUE, J.E.; FORYSTHE, S.E. 2005. The Acoustics of Vessel Collisions with Marine Mammals. *Oceans*. Proceedings of MTS/IEE.
- GESTEIRA, J. L. G. & DAUVIN, J. C., 2000. Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft bottom macrobenthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 40, 1017–1027.
- GETTER, C. D.; LEWIS, R. R. 2003. Spill response that benefits the long-term recovery of oiled mangroves. *International Oil Spill Conference Proceedings*: 539-550.
- GETTER, C. D.; CINTRON, G.; DICKS, B.; LEWIS, R. R.; SENECA, E. D. 1984. The recovery and restoration of saltmarshes and mangrove following an oil spill. *In: Restoration of habitats impacted by oil spills*. Butterworth. Boston. pp. 65-113.
- GILFILLAN, E. S.; PAGE, D. S.; GERBER, R. P.; HANSEN, S.; COOLEY, J.; HOTHAM, J. 1981. Fate of the Zoe Colocotroni oil spill and its effects on infaunal communities associated with mangroves. *International Oil Spill Conference Proceedings*: Vol. 1981, No. 1.
- GONG, Y; ZHAO, X.; CAI, Z.; O'REILLY, S. E.; HAO, X & ZHAO, D. 2014. A review of oil, dispersed oil and sediment interactions in the aquatic environment: Influence on the fate, transport and remediation of oil spills. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 79.
- GONZÁLEZ, J., FIGUEIRAS F. G., ARANGUREN-GASSIS, M., CRESPO, B. G., FERNÁNDEZ, E., MORÁN X. A. G. & NIETO-CID, M., 2009. Effect of a simulated oil spill on natural assemblages of marine phytoplankton enclosed in microcosms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 83: 265-276.

- GRALL, J. & HALL-SPENCER, J. M. 2003. Problems facing maerl conservation in Brittany. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: S55–S64
- GRAMMETZ, D., 1988. Involvement of loggerhead turtles with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.* 19(1): 11-13.
- GROSSMAN, G. D., JONES, G. P. & SEAMAN, W. S. 1997. Do artificial reefs increase regional production? A review of existing data. *Fisheries.* 22: 17-23.
- HABTEC/PETROBRAS, 2006. *Relatório de Impacto Ambiental para a Atividade de Perfuração Marítima na Área Geográfica da Bacia de Santos*. Revisão 02: 93p
- HANEY J.C, GEIGER H.J, SHORT J.W. (2014) Bird mortality from the Deepwater Horizon oil spill. I. Exposure probability in the offshore Gulf of Mexico. *Mar Ecol Prog Ser* 513:225–237.
- HAAPKYLÄ, J.; RAMADE, F. & SALVAT, B. 2007. *Oil Pollution on Coral Reefs: A review of the state of knowledge and management needs.*
- HASTINGS, R W., OGREN, L. H. & MABRIL, M. T. 1976. Observations of fish fauna associated with offshore platforms in the northeastern Gulf of Mexico. *Fish Bull.* 74: 387-402.
- HAZEL, J.; GYURIS, E. 2006. Vessel-related mortality of sea turtles in Queensland, Australia. *Wildlife Research*, Vol. 33, pp. 149 – 154.
- HAZEL, J.; LAWLER, I.R.; MARSH, H.; ROBSON, S. 2007. Vessel speed increases collision risk for the green turtle *Chelonia mydas*. *Endangered Species Research*, vol. 3: 105 – 113.
- HELVEY, M., 2002. Are southern California oil and gas platforms essential fish habitat? *Journal Marine Science.* 59: S266-S271.
- HILL D. 1990. The impact of noise and artificial light on waterfowl behaviour: a review and synthesis of the available literature. Norfolk, United Kingdom: *British Trust for Ornithology Report* No. 61.
- HOUGHTON, J.P.; BRITCH, R. P.; MILLER, R. C.; RUNCHAL, A. K. & FALLS, C. P. 1980. Drilling fluid dispersion studies at the Lower Cook Inlet, Alaska, C.O.S.T. well. *In Symposium on research on environmental fate and effects of drilling fluids and cuttings*. Lake Buena Vista, Flórida, 1980. API, Washington, D.C.
- HOUGHTON, J. P.; LEES, D. C.; DRISKELL, W. B.; LINDSTROM, S. C.; MEARNES, A. J. 1996. Recovery on Price William Sound intertidal epibiota from Exxon Valdez oiling and shoreline treatments, 1989 through 1992. *In: Proceedings of the Exxon Valdez Oil Spill Symposium*. RICE, S. D. (ed.) R. B. pp. 379-411.
- HUDSON, J.H.; SHINN, E.A.; ROBBIN, D.M. 1982. Effect of offshore drilling on Philippine reef corals. *Bulletin of Marine Science* 32: 890-908.
- HURLEY, G. & ELLIS, J., 2004. *Environmental Effects of Exploratory Drilling Offshore Canada: Environmental Effects Monitoring Data and Literature Review – Final Report*. 115p.

- IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS), 2008. *Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, de 12/02/1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- IBAMA/CPB (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS /CENTRO PEIXE-BOI). 1993. *Levantamento da distribuição, status de conservação do peixe-boi marinho (Trichechus manatus, Linnaeus, 1758), no litoral do estado do Maranhão e esforços conservacionistas para a sua proteção*. Relatório final. LIMA R. P. 33 p.
- ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), 2011. Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da-Amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi-marinho: *Trichechus manatus*. In: ICMBio. (Eds.), *Série Espécies Ameaçadas* no. 12, 80 p.
- IMBER, M. 1975. Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. *Notomis* 22: 302–306.
- IMBIRIBA JUNIOR, M; COSTA, F.R da. 2003. Recursos hídricos: o caso dos mananciais dos lagos Bolonha e Água Preta na Região Metropolitana de Belém, Pará, In: 33ª ASSEMBLÉIA Nacional da ASSEMAE, 33, Santo André. Anais.
- INCARDONA, J. P., GARDNER, L. D., LINBO, T. L., BROWN, T. L., ESBAUGH, A. J., MAGER, E. M., STIEGLITZ, J. D., FRENCH, B. L., LABENIA, J. S., LAETZ, C. A., TAGAL, M., SLOAN, C. A., ELIZUR, A., BENETTI, D. D., GROSELI, M., BLOK, B. A. & SCHOLZ, N. L., 2014. *Deepwater Horizon* crude oil impacts the developing hearts of large predatory pelagic fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(15): E1510-E1518.
- INTERNACIONAL MARÍTIMA. Frota. Disponível em: [http://internacionalmaritima.com.br/?page\\_id=11777](http://internacionalmaritima.com.br/?page_id=11777). Acesso em: setembro de 2015.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007a, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M. & Miller, H.L. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 1991. Guidelines on Biological Impacts of Oil Pollution. *IPIECA Report Series*. V.1.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 1992. Guidelines on Biological Impacts of Oil Pollution: Coral Reefs. *IPIECA Report Series*. V.3.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 1993. Biological impacts of oil pollution/ mangroves. *Ipieca Report Series* Volume Four. London, United Kingdom. 22 p.

- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 1995. Biological Impacts of Oil Pollution: Rocky Shores. *IPIECA Report Series*. V.7.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 1996. Biological impacts of oil pollution: Rocky shores. *IPIECA Report Series*. London, United Kingdom. Vol. 7. 24 p.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION) 2000. Biological Impacts of Oil Pollution: Sedimentary Shores. *IPIECA Report Series*. V.9.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 2001. *Guidelines on biological impacts of oil pollution*. *IPIECA Report Series*. V.1. 20p.
- IRVING, M.; CHARITY, S.; WILCOX, E. 1993. Documento - Base para discussão. Em *Relatório final do workshop Prioridades de Conservação na Zona Costeira e Marinha do Brasil. I- Região Nordeste*. WF/SNE. Recife.
- ITOPF (INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED), 2004. Oil Spill Effects on Fisheries. *Technical Information Paper (TIP)*, Vol. 03. 8p.
- ITOPF (INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED), 1987. *Response marine oil spill*. London: Whitherby & The International Tanker Owners Pollution Federation, 150p.
- ITOPF (INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED), 2011. Effects of oil pollution on the marine environment. *Technical Information Paper (TIP)*, Vol. 13. 12p.
- IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE), 2015. Red List of Threatened Species. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acessado em 2015.
- JACKSON, J.B.C., CUBIT, J.D., KELLER, B.D., BATISTA, V., BURNS, K., COFFEY, H.M., CADWELL, R.L., GARRITY, S.D., GETTER, C.D., GONZALEZ, C., GUZMAN, H.M., KAUFMANN, K.W., KNAP, A.H., LEVINGS, S.C., MASRSHELL, M.J., STEGER, R., THOMPSON, R.C. & WEIL, E. 1989. Ecological effects of a major oil spill on Panamanian coastal marine communities. *Science* 243. p. 37-44.
- JACOBI, C. M.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1990. Oil spill in mangroves: a conceptual model based on long-term field observations. *Ecological Modelling*, 52: 53-59.
- JENSEN, A. S. & SILBER, G.K. 2004. Large whale ship strike database. *NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR*. January. 37pp.
- JOYDAS, T. V., KRISHNAKUMAR, P. K., QURBAN, M. A., ALI, S. A., AL-SUWAILEM, A., AL-ABDULKADER, K., 2011. Status of macrobenthic community of Manifa-Tanjib Bay System of Saudi Arabia based on a once-off sampling event. *Marine Pollution Bulletin* 62, 1249-1260.

- JOYDAS, T. V., QURBAN, M. A., AL-SUWAILEM, A., KRISHNAKUMAR, P. K., NAZEER, Z., CALI, N. A., 2012. Macrobenthic community structure in the northern Saudi waters of the Gulf, 14 years after the 1991 oil spill. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 325–335.
- JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIEITEZ, J. M.; DE LA HUZ, R.; LASTRA, M. The macroinfauna of the Galician sandy beaches (NW Spain) affected by the Prestige oil-spill. *Mar. Pollut. Bull.* , v. 50, p. 526-536, 2005.
- KEENAN, S.F., BENFIELD, M.C. AND BLACKBURN, J.K. 2007.Importance of the artificial light field around offshore petroleum platforms for the associated fish community. *Marine Ecology Progress Series*, 331:219-231.
- KEIPER, C.; CALAMBOKIDIS, J.; FORD,G.; CASEY, J.; MILLER, C.; KIECKHEFER, T R. 2014. *Risk Assessment of Vessel Traffic on Endangered Blue and Humpback Whales in the Gulf of the Farallones and Cordell Bank National Marine Sanctuaries*. Summary of Research Results, Oikonos.
- KELLER, B.D. & JACKSON, J.B.C. 1991. Long- term assessment of oil spill at Bahía de Las Minas, *Panama Interim Report*. V. 1. 48pp.
- KELLER, B. D. & JACKSON, J. B. C. 1993. Long-term assessment of the oil spill at Bahía las Minas, *Panama synthesis report, volume I: executive summary*. OCS Study. MMS 93-0047. U.S. Department of the Interior, Mineral Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, La. 129 pp.
- KINGSTON, P. F. 2002. Long-term Environmental Impact of Oil Spills. *Spill Science & Technology Bulletin*, 7(1-2): 53-61.
- KNOWLTON A.R. & KRAUS, S. D. 2001. Mortality and serious injury of northern right whales (*Eubalaena glacialis*) in the western North Atlantic Ocean. *J Cetacean Res Manag* 2(Spec Issue): 193–208.
- KOTTA, J., APS, R. & HERKÜL, K., 2008. Predicting ecological resilience of marine benthic communities facing a high risk of oil spills. *Environmental Problems in Coastal Regions VII*. Disponível em [http://www.ensaco.net/media/Environmental%20Atlas%20seminar%20No.%202%20Helsinki/kotta%20et%20al%20oil%20spill%2008\\_ok.pdf](http://www.ensaco.net/media/Environmental%20Atlas%20seminar%20No.%202%20Helsinki/kotta%20et%20al%20oil%20spill%2008_ok.pdf). Acessado em julho de 2015.
- LAIST, D.W.; KNOWLTON, A.R.; MEAD, J.G.; COLLET, A.S.; PODESTA, M. 2001. *Marine Mammals Science* 17(1):35-75.
- LALLI, C.M.; T.R. PARSONS. 1993. *Biological Oceanography, An Introduction*. 1º Edition. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- LAUBIER, L. 2005. Diversidade da Maré Negra. *Scientific American*, nº 39, agosto de 2005.
- LAWRENCE, D. P. 2007. Impact significance determination—Back to basics. *Environmental Impact Assessment Review* (27): 755-769.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. & TESTA, V. 2003. *Corals and coral reefs of Brazil*. Latin American Coral Reefs. Elsevier Science.

- LEE, R.F. & PAGE, D.S. 1997. Petroleum hydrocarbons and their effects in subtidal regions after major oil spills. *Mar. Poll. Bull.* 11(34):928-940.
- LENHARDT, M.L. 1982. Bone conduction hearing in turtles. *J. Aud. Res.* 22:153-160.
- LENHARDT, M. L. & HARKINS, S. W. 1983. Turtle shells as an auditory receptor. *Journal of Auditory Research*, 23(4), 251–260.
- LEVINGS, S. C.; GARRITY, S. D.; BURNS, K. A. 1994. The Galeta Oil Spill. III. Chronic reoiling, long-term toxicity of hydrocarbon residues and effects on epibiota in the mangrove fringe. *Estuarine, Coastal & Shelf Science.*, 38: 365-395.
- LEVINTON, J.S. 1995 – *Marine Biology*. Function, biodiversity, ecology. 420 pp.
- LEWIS, R.R. 1982. Impact of oil spills on mangrove forests *In Proceedings of the Program of Second International Symposium on Biology and Management of mangroves and Tropical Shallow Water Communities*. Papua, New Guinea. P.36-48.
- LIMA, D. F. 2010. *Biorremediação em sedimentos impactados por petróleo na Baía de Todos os Santos, Bahia: avaliação da degradação de hidrocarbonetos saturados*.
- LIMA, R. P.; PALUDO, D.; SOAVINSKI, R. J.; SILVA, K. G.; OLIVEIRA, E. M. A. 2011. Levantamento da distribuição, ocorrência e status de conservação do Peixe-boi Marinho (*Trichechus manatus*, Linnaeus, 1758) no litoral nordeste do Brasil. *Natural Resources, Aquidabã*, 2: 41–57.
- LINDAHL, U. 1998. Low-tech rehabilitation of degraded coral reefs through transplantation of staghorn corals. *Ambio* 27(8): 645-650.
- LOBÓN, C. M., FERNÁNDEZ, C., ARRONTEs, J., RICO, J. M., ACUÑA, J. L., ANADÓN, R. & MONTEOLIVA, J. A., 2008. Effects of the "Prestige" oil spill on macroalgal assemblages: Large-scale comparison. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1192-1200
- LOPES, C. F. 2007. *Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – Manual de orientação – São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 120p.*
- LOUREIRO, B. 2007. “O mar e suas territorialidades: a pesca de plataforma na Bacia de Campos”. Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção de grau de bacharel. Niterói: 2007.
- LOVE, M. S.; SCHROEDER, D. M.; LENARZ, W. 2005. Distribution of bocaccio (*Sebastes paucispinis*) and cowcod (*Sebastes levis*) around oil platforms and natural outcrops off California with implications for larval production. *Bulletin of Marine Science*, v.77, n.3, p. 397-408.
- LOVE, M. S.; SCHROEDER, D. M.; LENARZ, W.; MacCALL, A.; BULL, A. S.; THORSTEINSON, L. 2006. Potential use of offshore marine structures in rebuilding an overfished rockfish species, bocaccio (*Sebastes paucispinis*). *Fishery Bulletin*, v.104, p. 383-390.

- LOVE, M. S.; SCHROEDER, D. M.; NISHIMOTO, M. M. 2003. *The ecological role of oil and gas production platforms and natural outcrops on fishes in southern and central California: a synthesis of information*. Seattle, Washington, 98104, OCS Study: U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey, Biological Resources Division.
- LOYA, Y. & RINKEVICH, B. 1980. Effect of oil pollution on coral reef communities. *Marine Ecology Progress Series* 3: 167-180.
- LUNA, F. O.; LIMA, R. P.; ARAÚJO, J. P.; PASSAVANTE, J. Z. O. 2008. Status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 10: 145–153.
- LUNA, F.O.; Araujo, J.P.; Oliveira, E.M.; Hage, L.M.; Passavante, J.Z.O. 2010. Distribuição do peixe-boi marinho, *Trichechus manatus manatus*, no litoral norte do Brasil. *Arq. Cienc. Mar*, Fortaleza, 43(2): 79 – 86.
- LUTZ, P. L.; LUTCAVAGE, M. E. 2010. *The effects of petroleum on sea turtles: applicability to Kemp's ridley*. Disponível em <http://md1.csa.com>. Acessado em agosto de 2014.
- LYE, C. M., 2000. Impact of oestrogenic substances from oil production at sea. *Toxicology Letters*, 112-113:265-272
- MACEDO, R. K. 1994. *Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas*. Rio de Janeiro: ABES: AIDIS. 284p.
- MAGYAR T. 2008: *The impact of artificial lights and anthropogenic noise on Loggerheads (Caretta caretta) and Green Turtles (Chelonia mydas), assessed at index nesting beaches in Turkey and Mexico*. Universität Bonn, pp 215.
- MAIDA, M. E FERREIRA, B.P. 1997. Coral Reefs of Brazil: An overview. In: *Proc. Inter. Coral Reef Symp.*, Panamá. 1:267-294
- MAIRS, H.; SMITH, J; MELTON, R.; PASOMORE, J.; MARUCA, S. 1999. Environmental Effects of cuttings Associated with Non-Aqueous Fluids: Technical Background. Draft Document. *IBP SHE Technical Committee*. December, 1999.
- MAPEM. 2004. *Relatório – Monitoramento Ambiental em Atividades de Perfuração Exploratória Marítimas – Águas Rasas*. TOLDO JR., E.; AYUP ZOUAIN, P.N. (Ed). 2004. Porto Alegre . UFRGS/ Igeo, 451p. 1 CD-ROM.
- MARANHÃO (GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO). 1991. Decreto nº 11.902 de 11 de junho de 1991.
- MARANHÃO (GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO). 2014. Lei Nº 10.171 de 12 de dezembro de 2014 e Lei Nº 10.172 de 12 de dezembro de 2014.
- MARCOVALDI, M. A., LOPEZ, G. G., SANTOS, A. J. B., BELLINI, C., SANTOS, A. S. & LOPEZ, M., 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 20-27.

- MARCHIORO, G. B. & NUNES, M. A. 2003. *Avaliação de Impactos da Exploração e Produção de Hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e Adjacências* (G.F. Dutra & R.L. Moura, eds.). Conservation International Brasil, Instituto Baleia Jubarte, Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental, BirdLife Brasil, Sociedade Brasileira de Estudos de Recifes de Coral e Fundação SOS Mata Atlântica. Caravelas, 119 p.
- MARIANI, G., SICK, L. & JOHNSON, C., 1980. *An environmental monitoring study to assess the impact of drilling fluids and cuttings*. Lake Buena Vista, Flórida, 1980. API, Washington, D.C.
- MARINHA DO BRASIL, 2014. Disponível em: <http://www.marinha.mil.br/>. Acessado em 2014.
- MARSZALEK, D.S. 1981. Impact of dredging on a subtropical reef community, southeast Florida, USA. *Proc. 4th Inter. Coral Reef Symp.* 1 : 147-153.
- MARTIN, F.; DUTRIEUX, E. & DEBRY, A. 1990. Natural recolonization of a chronically oil polluted mangrove soil after a de-pollution process. *Ocean & Shoreline Management*, V.14 P. 173-190.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ, C., CAMPILLO, J. A., BENEDICTO, J., FERNÁNDEZ, B., VALDÉS, J., GARCÍA, I. & SÁNCHEZ, F., 2006. Monitoring biomarkers in fish (*Lepidorhombus boscii* and *Callionymus lyra*) from the northern Iberian shelf after the *Prestige* oil spill. *Mar. Pollut. Bull.* 53, 305–314.
- MATKIN, C. O., SAUTILIS, E. L., ELLIS, G. M., OLESIUK, P. & RICE, S. D. 2008. Ongoing population-level impacts on killer whales *Orcinus orca* following the ‘Exxon Valdez’ oil spill in Prince William Sound, Alaska. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 356: 269-281.
- MAUÉS, A.; NOGUEIRA, C.; OLIVEIRA, D.; LAMEIRA, J., 2011. *Guia de visitaç o da APA de Algodoal-Maiandeu a*/ Secretaria de Estado de Meio Ambiente – Belém, SEMA, 2011.
- MAURER D., R.T. KECK, J.C. TINSMAN & W. A. LEATHEM 1981a: Vertical migration and mortality of benthos in dredged material: Part I - Mollusca. *Mar. Environ. Res.* 5:301-317.
- MAURER D., R.T. KECK, J.C. TINSMAN & W. A. LEATHEM 1981b: Vertical migration and mortality of benthos in dredged material: Part II - Crustacea. *Mar. Environ. Res.* 5:301-317.
- MAURER D., R.T. KECK, J.C. TINSMAN & W. A. LEATHEM 1982: Vertical migration and mortality of benthos in dredged material: Part III - Polychaeta. *Mar. Environ. Res.* 6:49-68.
- MCAULIFFE., D. 1979. Oil and gas migration: chemical and physical constraints. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* 63, 761-81
- MCCALL, B. D. & PENNINGS, S. C., 2012. Disturbance and Recovery of Salt Marsh Arthropod Communities following BP Deepwater Horizon Oil Spill. *PLoS ONE* 7(3): e32735. doi:10.1371/journal.pone.0032735.
- McCAULEY, R., 1998. *Radiated underwater noise measures from the drilling rig Ocean General, Rig Tenders Pacific Ariki, and Pacific Frontier, fishing vessel Reef Venture and natural sources in the Timor sea, northern Austrália*. Shell Australia. 54p.



- MCDONALD, M. A., HILDERBRAND, J. A. & WIGGINS, S. M., 2006. Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *Journal Acoustical Society of America* 120(2): 8.
- MEAD, C. T. 1983. *Bird Migration*. Newnes Books, Feltham.
- MELVILLE, F.; ANDERSEN, L. E.; JOLLEY, D. F. 2009. The Gladstone (Australia) oil spill – Impacts on intertidal areas: Baseline and six months post-spill. *Marine Pollution Bulletin*, 58(2): 263-271.
- MENEZES, M. P. M.; BERGER, U.; MEHLIG, U. 2008. Mangrove vegetation in Amazônia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. *Acta Amazônica*, 38(3): 403-420.
- MENZIE, C.A., MAURER, D. AND LEATHEM, W.A. 1980. An Environmental Study to Assess the Impact of Drilling Discharges in the Mid-Atlantic. IV. The Effects of Drilling Discharges on the Benthic Community. *Proceedings of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings*, January 21-24, 1980, Lake Buena Vista, Florida. Vol. I, pp. 670-690.
- METROPOLITAN DADE COUNTY. 1996. Department of Environmental Resources Management. Dade County Manatee Protection Plan. *Derm Technical Report 95-5*.
- MIDDLEBROOKA, A. M. (colaboradores). 2011. Air quality implications of the Deepwater Horizon oil spill. *PNAS*, vol. 109, nº 50.
- MILANELLI, J. C. C. 1994. *Efeitos do petróleo e da limpeza por jateamento em costão rochoso da Praia de Baraqueçaba, São Sebastião, SP*. 1994. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo. 1994.
- MILLER, P. J. O., BIASSONI, N., SAMUELS, A., AND TYACK, P. L. 2000. Whale songs lengthen in response to sonar. *Nature* 405, 903
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE), 2002. *Biodiversidade Brasileira. Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira*. 404 p. 2002.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2002. *Avaliações e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeiras e Marinha*. 2002.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2006. Programa REVIZEE: *Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva – Relatório Executivo*. Brasília: MMA. 280 p.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2007. *Áreas Prioritárias para Conservação, uso sustentável e repartição da biodiversidade brasileira*. Atualização: Portaria MMA Nº 9 de 23 de janeiro de 2001. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 301 p.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2008. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Editores Angelo Barbosa Monteiro Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia. – 1 ed. - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008.

- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2009. *Resolução CONABIO nº 5 de 21 de outubro de 2009*: Dispõe sobre a estratégia nacional sobre espécies exóticas invasoras. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 27 p.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2014. *Lista das espécies ameaçadas de extinção*. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>.
- MMA/ICMBio (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). 2011. Plano de ação nacional para a conservação dos sirênios: peixe-boi-da-Amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi-marinho: *Trichechus manatus*. In: ICMBio. (Eds.), Série Espécies Ameaçadas no. 12, 80 p.
- MMA/SBF (Ministério do Meio Ambiente/Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas), 2007. *Áreas aquáticas protegidos como instrumento de gestão pesqueira*/ Ana Paula Prates, Danielle Blanc, organizadoras – Brasília: MMA/SBF, 2007, 272 p.
- MMA/SBF. 2009. Informe sobre espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. *Série Biodiversidade*, 33. 440p.
- MONTEIRO, A. G., 2003. *Metodologia de Avaliação de Custos ambientais provocados por vazamento de óleo. O estudo de caso do complexo REDUC-DTSE*. Tese de Doutorado em Engenharia, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 270p.
- MOORE, S.E. & CLARKE, J.T. 2002. Potential impact of offshore human activities on gray whales (*Eschrichtius robustus*). *Journal of Cetacean Research and Management*. 4(1):19–25.
- MORRELL, S. L. 1998. *Sea Empress rocky shore assessment/monitoring: dale Fort Field Centre permanent transects and rocky pool studies*. CCW Sea Empress Contract Report. 118 p.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. *Assistência Técnica e Associativismo*. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/infraestrutura-e-fomento/137-assistencia-tecnica-e-associativismo>>. Acesso em Agosto de 2015.
- MUIRHEAD, K. & CRACKNELL, A. P. 1984. Identification of gas flares in the North Sea using satellite data, *Int. J. Remote Sens.*, 5, 199–212, doi:10.1080/01431168408948798, 1984.
- MUNOZ, D.; GUILIANO, M.; DOUMENQ, P.; JACQUOT, F.; SCHERRER P. & MILLE, G. 1997. Long term evolution of petroleum biomarkers in mangrove soil (Guadeloupe). *Marine Pollution Bulletin*, V.34 N.11 P. 868-874.
- NADEAU, R. J.; BERQUIST, E. T. 1977. Effects of the March 18, 1973 oil spill near Cabo Rojo, Puerto Rico on tropical marine communities. In: Proceedings of the 1977 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, Washington, D.C. pp. 535-539.
- NAKATA, H.; SAKAI, Y.; MIYAWAKI, T. & TAKEMURA, A. 2003. Bioaccumulation and Toxic Potencies of Polychlorinated Biphenyls and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tidal Flat and Coastal Ecosystems of the Ariake Sea, Japan. *Environmental Science Technology*, 37 (16), pp 3513–3521.

- NATIONAL ACADEMIES, 2003. *Ocean Noise and Marine Mammals. National Academies' Ocean Studies Board*. Disponível em: [www.nap.edu](http://www.nap.edu). Acessado em novembro de 2008.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL. 2003. *Ocean Noise and Marine Mammals. Committee on Potential Impacts of Ambient Noise in the Ocean on Marine Mammals, National Research Council*. The National Academies Press.
- NEDWED, T. J., SMITH, J. P., BRANDSMA, M. G., 2004. Verification of the OOC mud and produced water discharge model using lab-scale plume behaviour experiments. *Environmental Modeling & Software*, 19, 655-670.
- NEFF, J.M. 2005. *Composition, environmental fates, and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment: A Synthesis and Annotated Bibliography*.
- NEFF, J.M., RABALAIS, N.N., and BOESCH, D.F. 1987. *Offshore oil and gas development activities potentially causing long-term environmental effects*. Pages 149-174 In: D.F. Boesch and N.N. Rabalais, Eds., *Long Term Effects of Offshore Oil and Gas Development*. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- NEFF, J. M. (1985) The use of biochemical measurement to detect pollutant-mediated damage to fish. *In Aquatic Toxicology and Hazard Assessment*, eds R. D. Cardwell, R. Purdy and R. C. Bahner, pp. 115-183. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- NEFF, J.M.; McKELVIE, S & AYERS, R.C. 2000. *A Literature Review of Environmental Impacts of Synthetic Based Drilling Fluids*. Report to U.S. Dept of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of México OCS Office. April 27, 2000.
- NEFF, J. M. M.; BOTHNER, N.; MACIOLEK & GRASSLE, J. 1989. Impacts of Exploratory Drilling for Oil and Gas on the Benthic Environment of Georges Bank. *Marine Environment Research* 27 (1989).
- NEFF. J. M., SAUER T. C., MACIOLEK N. 1989. *Fate and effects of produced water discharges in nearshore marine waters*. Washington. DC: American Petroleum Institute.
- NISHIWAKI, M. & SASAO, A. 1977. Human activities disturbing natural migration routes of whales. *Science Reprints of Whales Research Institute*, 29: 113-120.
- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION). 2001. Oil spill in coral reefs: *Planning and response considerations*. Disponível em <http://www.response.restoration.noaa.gov>. Acessado em julho de 2015.
- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION), 2002. *Oil spill in mangroves. Planning and response considerations*. Disponível em: <http://www.response.restoration.noaa.gov>. Acessado em agosto de 2014.
- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION). 2005. An introduction to coastal habitats and biological resources for oil spill response. *Report No HMRAD 92-4*. 42 p.

- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION), 2006. *Marine Mammal Oil Spill Response Guidelines*. NOAA Technical Memorandum. 37 p.
- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION), 2010a. *Impacts of Oil on Marine Mammals and Sea Turtles*. US Department of Commerce. National Marine Fisheries Service. Disponível em: [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov). Acessado em agosto de 2011.
- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION), 2010b. Tarballs. NOAA's National Ocean Service – Office of Response and Restoration. Disponível em <http://response.restoration.noaa.gov>. Acessado em junho de 2011.
- NOWACEK, D. P., THORNE, L. H., JOHNSTON, D. W. & TYACK, P. L. 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammalian Review*, 37(2), 81-115.
- NRC (NATIONAL RESEARCH CONCIL). 2003. *Oil in the Sea part III*.
- O'REILLY, J.E., SAUER, T.C., JR., AYERS, R.C., JR., BRANDSMA, M.G. AND MEEK, R.P. 1989. *Field Verification of the OOC Mud Discharge Model, in Drilling Wastes*. Proceedings of the 1988 International Conference on Drilling Wastes. Calgary, Alberta, Canada, April 5-8, 1988. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London, England.
- OGP (International Association of Oil & Gas Producers). 2003. *Environmental aspects of the use and disposal of non aqueous drilling fluids associated with offshore oil & gas operations*. Report 342 from OGP, London, England. 103 pp.
- OGX/AECOM, 2011. *EIA/RIMA da Atividade de Desenvolvimento e Escoamento da Produção de Petróleo no Bloco BM-C-41, Bacia de Campos*. Rio de Janeiro: 2011.
- OLIVEIRA, A. 2008. *Indústria Para-Petrolífera Brasileira – Competitividade, Desafios e Oportunidades*. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/datacenter/ie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto1811.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- OLIVEIRA, M. D. M.; LEÃO, Z. M. A. N. & KIKUCHI, R. K. P. 2008. Cultivo de *Millepora alcicornis* como uma ferramenta para Restauração e Manejo dos Ecossistemas Recifais do Nordeste do Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 8(2):183-201.
- OLSGARD, F. & J.S. GRAY. 1995. A Comprehensive Analysis of the Effects of Offshore Oil and Gas Exploration and Production on the Benthic Communities of the Norwegian Continental Shelf. *Marine Ecology Progress Series* 122:277-306.
- OTITOLOJU, A. A.; ARE, T.; JUNAID, K. A. 2007. Recovery assessment of a refined-oil impacted and fire ravaged mangrove ecosystem. *Environ. Monit. Assess.*, 127: 353-362.
- OZHAN, K., PARSONS, M. & BARGU, S., 2014. How Were Phytoplankton Affected by the Deepwater Horizon Oil Spill? *BioScience* 64(9): 829-836.

- PANIGADA, S., PESANTE, G., ZANARDELLI, M., CAPOULADE, F., GANNIER, A., AND WEINRICH, M.T. 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Marine Pollution Bulletin* 52(10): 1287-1298.
- PARAB, S. R., PANDIT, R. A., KADAM, A. N. & INDAP, M. M., 2008. Effect of Bombay high crude oil and its water-soluble fraction on growth and metabolism of diatom *Thalassiosira* sp. *Indian Journal of Marine Sciences* 37: 251–255.
- PARENTE, C. L.; VERGARA-PARENTE, J. E.; LIMA, R. P. 2004. Strandings of Antillean Manatees, *Trichechus manatus manatus*, in Northeastern Brazil. *Latin American Journal Aquatic Mammal*, 3: 69–75.
- PATIN, S. 1999. *Environmental impact of the offshore oil and gas industry*. New York: EcoMonitor Publishing, 425 p.
- PATIN, S. 2002a. *Gas impact on marine organisms*. Disponível em: [www.environmentoffshore.com](http://www.environmentoffshore.com). Acessado em 2015.
- PATIN, S. 2002c. Oil Pollution of the Sea. [www.environmentoffshore.com](http://www.environmentoffshore.com)
- PATIN, S. 2002d. Natural gas in the marine environment. Disponível em: [www.environmentoffshore.com](http://www.environmentoffshore.com). Acessado em 2005.
- PAYNE, R. & D. WEBB. 1971. Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales in: Orientation: Sensory basis. *Annals of the New York Academy of Sciences* 188:110–142.
- PEDROZO, M. F. M.; BARBOSA, E. M.; CORSEUIL, H. X.; SCHNEIDER, M. R. & LINHARES, M. M. 2002. Ecotoxicologia e avaliação de risco do petróleo. *Série Cadernos de Referência Ambiental*, v. 12.
- PERRY, J., 2005. *Environmental Impact Assessment for Offshore Drilling The Falkland Islands to Desire Petroleum PLC*. Report N° EOE0534. 186 p.
- PETTERSEN J, & HERTWICH EG. 2008. Critical review: Life-cycle inventory procedures for longterm release of metals. *Environmental Science & Technology* 42:4639-4647.
- PITCHER, T. J. & SEAMAN, W. 2000. Petrarch's principle: how protected human-made reefs can help the reconstruction of fisheries and marine ecosystems. *Fish and Fisheries*. 1: 73-81.
- POPPER A. 2003. Effects of anthropogenic sounds on fishes. *Fisheries*. 28 (10): p.24-31
- POWERS, S. P.; HERNANDEZ, F. J.; CONDON, R. H.; DRYMON, J. M.; FREE, C. M. 2013. Novel Pathways for Injury from Offshore Oil Spills: Direct, Sublethal and Indirect Effects of the Deepwater Horizon Oil Spill on Pelagic Sargassum Communities. *PLOS ONE*, 8(9): 1 – 7.
- PRICE, A.R.J., 1998. Impact of the 1991 Gulf War on the coastal environment and ecosystems: Current status and future prospects. *Environment International*, 4: 91-96.

- PROGRAMA DE MOBILIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL – PROMINP. 2015. Disponível em: [http://www.prominp.com.br/prominp/pt\\_br/pagina-inicial.htm](http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/pagina-inicial.htm). Acesso em: 27 abr. 2015.
- PROJETO BALEIA FRANCA, 2004. Disponível: [www.baleiafranca.org.br](http://www.baleiafranca.org.br). Acessado em 2015.
- PROJETO BALEIA JUBARTE, 2003. Disponível em <http://www.cria-ativa.com.br/jubarte/default.htm>.
- PROUTY, N. G.; FISHER, C. R.; DEMOPOULOS, A. W. J. & DRUFFEL, E. R. M. 2014. Growth rates and ages of deep-sea corals impacted by the deepwater horizon oil spill. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*.
- PULGATI, F. H.; FACHEL, J. M. G.; RUSSO, L.; PERALBA, M. C. & POZEBON, D. 2005. Identificação da Área Alterada pela Presença de Fluidos de Perfuração na Atividade Exploratória Marítima. *Resumo Expandido*. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, IBP, Salvador, BA, 2005.
- RAAYMAKERS, S. 1994. Marine Pollution & Cetaceans – implication for Management. encounters with whales '93: a conference to further explore the management issues relating to human-whale interactions. pp. 82-87. *Workshop series*. Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- RAY, J.P. AND MEEK, R.P. 1980. *Water Column Characterization of Drilling Fluids Dispersion from an Offshore Exploratory well on Tanner Bank*. Proceedings of Symposium, Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings, January 21-24, 1980, Lake Buena Vista, Florida. Vol. I, pp.223-252.
- REDDYA, C. M.; AREYEB, J. S.; SEEWALDA, J. S.; SYLVAA, S. P.; LEMKAUA, K. L.; NELSONA, R. K.; CARMICHAELA, C. A.; MCINTYREA, C. P.; FENWICK, J.; VENTURAD, G. T.; MOOYA, B. A. S. V. & CAMILLIC, R. 2012. Composition and fate of gas and oil released to the water column during the Deepwater Horizon oil spill. *PNAS*, vol. 109, nº 50.
- REICHMUTH, C. 2007. Assessing the hearing capabilities of mysticete whales. A proposed research strategy for the Joint Industry. *Programme on Sound and Marine Life* on 12 September.
- RHYKERD, R.L.; SEN, D.; MCINNES, K.J.; WEAVER, R.W. 1998. Volatilization of crude oil from soil amended with bulking agents. *Soil Science*, 163 (2): 87-92.
- RICHARDSON, J.W., GREENE, JR., C.R., MALME, C.I., & THOMSON, D.H. 1995. *Marine mammals and noise*. Academic Press. 576p.
- RINKEVICH, B. & LOYA, Y. 1977. Harmful effects of chronic oil pollution on a Red Sea scleractinian coral population. Proc. 3rd. Inter. *Coral Reef Symp.*, Miami, 2: 585-591.
- RITTER, F. 2007. *A Quantification of Ferry Traffic in the Canary Islands (Spain) and its Significance for Collisions with Cetaceans*. Int. Whal. Commn. Scientific Committee SC/59/BC7.
- ROBERTS, C.M., DOWNING, N. & PRICE, A.R.G. 1993. Oil on troubled waters: impacts of the Gulf War on coral reefs. In: R.N. Ginsburg *et al.* (eds), *Global aspects of coral reefs: health, hazards and history*. RSMAS, Univ. Miami, p. V35-V41.

- ROCHA, L. A. 1999. *Composição e estrutura da comunidade de peixes do Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz, Maranhão, Brasil*. João Pessoa: UFPB (Dissertação de Mestrado) 147p.
- RODRIGUES, M. 2009. *Modelagem numérica do comportamento de derrames de óleo como método de gestão ambiental, em planos de contingência, aplicada ao canal de São Sebastião (SP)*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ROMERO, A. F.; RIEDEL, P. S.; MILANELLI, J. C. C.; LAMMARDO, A. C. R. 2011. Mapa de vulnerabilidade ambiental ao óleo – um estudo de caso na bacia de santos, brasil. *Revista Brasileira de Cartografia* Nº 63/03.
- RONCONI R. A.; ALLARD K. A. AND TAYLOR P. D. 2015. Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques. *Journal of Environmental Management* 147 (2015) 34 e 45.
- ROOKER J.R.; DOKKEN Q.R.; PATTENGILL C.V.; HOLT G.L. 1997. Fish assemblages on artificial and natural reefs in the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary, USA. *Coral Reefs*, 16: 83-92.
- ROSSI-SANTOS M. R. 2015. Oil Industry and Noise Pollution in the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Soundscape Ecology of the Southwestern Atlantic Breeding Ground. *Journal of Coastal Research*, Vol. 31, No. 1.
- ROUSSEL, E. 2002. *Disturbance to Mediterranean cetaceans caused by noise*. In: G. Notabartolo do Sciara (Ed.) *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies*. A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February, 2002. Section 13, 18 p.
- RPS ENSERGY/DESIRE PETROLEUM. 2005. *Environmental Impact Assessment for Offshore Drilling the Falklands Islands to Desire Petroleum PLC*. 183p.
- SABA, V. S.; SPOTILA, J. R. 2003. Survival and behaviour of freshwater turtles after rehabilitation from an oil spill. *Environmental Pollution*, 126: 213-223.
- SAINSBURY, J. C. 1996 *Commercial Fishing Methods – An Introduction to Vessels and Gears*. 3rd edition. Fishing New Books, London, 359 p.
- SALMON, M. & J. WYNEKEN. 1994. Orientation by Sea Turtles: Implications and Speculations. *Herpetological. Natural History*. 2:13-26. SANCHES, T. M. 1999. Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Zona Costeira e Marinha: Tartarugas Marinhas. <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/tartaruga>.
- SÁNCHEZ, L. E. 2006. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos. 495 p.
- SANTOS, A. S., SOARES, L. S., MARCOVALDI, M. A., MONTEIRO, D. S., GIFFONI, B. & ALMEIDA, A. P. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 3-11.

- SAPP, A. 2010. *Influence of small vessel operation and propulsion system on loggerhead sea turtle injuries*. Georgia Institute of Technology.
- SBEEL (SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O ESTUDO DE ELASMOBRÂNQUIOS). 2005. *Plano de Ações para Conservação e Manejo dos Estoques dos Recursos Pesqueiros*. 100 p.
- SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, 2005. Request by Scripps Institution of Oceanography for an Incidental Harassment Authorization to Allow the Incidental Take of Marine Mammals during a Low-Energy Marine Seismic Survey in the *Eastern Tropical Pacific Ocean* - September 2005
- SCHAANNING, M.T., TRANNUM, H.C., OXNEVAD, S, CARROLL, J., BAKKE, T. 2008. Effects of drill cuttings on biogeochemical fluxes and macrobenthos of marine sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 361:49-57
- SCHLACHER, T. A.; HOLZHEIMER, A.; STEVENS, T.; RISSIK, D. 2011. Impacts of the 'Pacific Adventurer' Oil Spill on the Macrobenthos of Subtropical Sandy Beaches. *Estuaries and Coasts*: 34: 937-949.
- SCHROEDER & CASTELLO. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (2007), 2 (1): 66-74, 2007.
- SCHOLIK, A. & YAN, H. 2002. Effects of boat engine on the auditory sensibility of the fathead minnow, *Pimephales promelas*. *Environmental Biology of Fishes*. 63: 203-209.
- SEAMAN, W., LINDBERG, W. J., GILBERT, C. R., FRAZER, T. K. 1989. Fish habitat provided by obsolete petroleum platforms off southern Florida. *Bull Mar Sci*. 44: 1014-1022.
- SEARS, R. 2002. Blue whale *Balaenoptera musculus*. In: Encyclopedia of Marine Mammals. W. F. Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen (Ed.). *Academic Press*. San Diego. p.112-116.
- SEMADS, 2002. *Manguezais conhecer para preservar*. Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Projeto Planágua-SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro. 97p.
- SERVIPORTO. Ferryboat. Disponível em: <http://www.serviporto.com.br/index.php?conteudo=ferryboat>. Acesso em: setembro de 2015.
- SEURONT, L., 2010. Zooplankton avoidance behaviour as response to point sources of hydrocarbon-contaminated water. *Marine and Freshwater Research*, 61: 263-270.
- SHELL/ANALYTICAL SOLUTIONS, 2001. Monitoramento Ambiental do poço 1-SHEL-5-RJS, Bloco BS-4 - Bacia de Santos. Apresentação e Análise Integrada dos Resultados. *Relatório Técnico Analytical Solutions 20/01*. 2001.
- SHELL/ANALYTICAL SOLUTIONS, 2002. *Monitoramento Ambiental do poço 3-SHEL-8-RJS, Bloco BS-4 - Bacia de Santos*. Apresentação e Análise Integrada dos Resultados. Relatório Técnico Analytical Solutions 0115M/02. 2002.
- SHEPPARD, C.R.C. 1988. Similar trends, different causes: responses of corals to stressed environments in Arabian seas. *Proc. 6th Inter. Coral Reef Symp.*, Australia, 3: 297-302.



- SHIGENAKA, G. 2003. Oil and Sea Turtles – Biology, Planning and Response. *NOAA National Ocean Service*. 116p.
- SILVA, C. R. R., 2000. *Água de produção na Extração de Petróleo*. Monografia apresentada para a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Disponível em: [http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/monografias/mono\\_remi\\_r\\_silva.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_remi_r_silva.pdf). Acessado em maio de 2015.
- SILVA, M. D. C., 2003. *Impacto por petróleo em repovoamento de costões rochosos*. Tese de Mestrado em Biologia Marinha, UFF, Niterói, RJ. 111p.
- SILVA, J.V.S.; FERNANDES, F.C.; LARSEN, K.T.S.; SOUZA, R.C.C.L. Água de Lastro: ameaça aos ecossistemas. *Ciência Hoje*, v. 32, n. 188, p. 38-43, 2002.
- SILVA, P. R. 2004. *Transporte Marítimo de Petróleo e Derivados na Costa Brasileira: Estrutura e Implicações Ambientais*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 148 p.
- SMITH, J.P., AYERS, R.C., TAIT, R.D., NEFF, J.M. 2001. *Perspectictives from Research on the Environmental Effects of Offshore Discharges of Drilling Fluids and Cuttings*. Publication Revision.
- SMITH, J. & MAY, S.J. 1991. Ula Wellsite 7/12-9 *Environmental Survey* 1991.
- SNEDAKER, S. C.; BIBER, P. D.; ARAVAJO, R. J. 1996. Oil Spills and Mangroves: An Overview. In: *Managing Oil Spills in Mangrove Ecosystems*, OCS Study M MS 97-0003. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCA Region, New Orleans, LA. 76 pp.
- SOARES, M. L. G. 2003. Vulnerabilidade e sensibilidade do ecossistema manguezal à contaminação por petróleo ou derivados. *Anais: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*. Recife – PE, 12 a 19 de outubro de 2003.
- SOTO, C., HELLEBUST, J. A., HUTCHINSON, T. C. & SAWA, T., 1975. Effect of naphthalene and aqueous crude oil extracts on the green flagellate *Chlamydomonas angulosa*: I. Growth. *Canadian Journal of Botany* 53: 109–117.
- SOUTHWARD, A. J.; SOUTHWARD, E. C. 1978. Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the Torrey Canyon’ spill. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 35: 682-706.
- SOUZA-FILHO, P. W. M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4): 427-435.
- ST AUBIN, D. J. & LOUSBURY, V. 1988. Oil Effects on Manatees: Evaluating the Risks. In GERACY, J. R. & St AUBIN, D. J. *Synthesis of Effects of Oil on Marine Mammals*. Report N° MMS 88-049, 289p.
- ST AUBIN, D. J. 1992. Overview of the effects of oil on marine mammals. 1992 MMS (Minerals Management Service) – *AOCS Region Information Transfer Meeting*. Disponível em: [http://www.mms.gov/alaska/reports/1990rpts/92\\_0046.pdf#page=81](http://www.mms.gov/alaska/reports/1990rpts/92_0046.pdf#page=81). Acessado em agosto de 2011.

- STANLEY D. R. & WILSON, C. A. 1997. Seasonal and spatial variation in the abundance and size distribution of fishes associated with a petroleum platform in the Northern Gulf of Mexico. *CAN J FISH AQUAT SCI* 54: 1166–1176
- STANLEY, D. R. & WILSON, C. A. 1990. Factors affecting the abundance of selected fishes near oil and gas platforms in the northern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 54:1166-1176.
- STIRLING, H. P. 1977. Effects of a spill of marine diesel oil on the rocky shore fauna of Lamma Island, Hong Kong. *Environ Pollut.*, 12: 93-117.
- TAMAR-IBAMA, 2006. Áreas de Exclusão Temporária para atividades de E&P de petróleo e gás e Guia de Licenciamento Ambiental da 8ª Rodada da ANP. *Informação Técnica Nº 01/2006* – Centro TAMAR/IBAMA.
- TASKER, M.L.; HOPE-JONES, P.; BLAKE, B.F.; DIXON, T. & WALLIS, A.W. 1986. Seabirds associated with oil production platforms in North Sea. *Ringing and Migration* 7:7-14.
- TED (Trade and Environment Database). 2008. The Persian Gulf Dugong. Disponível em <http://www.american.edu/projects/mandala/TED/manatee.htm>. Acessado em outubro de 2008.
- TELFER, T. C., SINCOCK, J. L., BYRD, G. V. AND REED, J. R. 1987. Attraction of Hawaiian seabirds to lights: conservation efforts and effects of moon phase. *Wildl. Soc. Bull.* 15: 406–413.
- THIBODEAUX, L. J.; VALSARAJ, K. T.; JOHN, V. T.; PAPADOPOULOS, K. D.; PRATT, L. R. & PESIKA, N. S. 2011. *Marine Oil Fate: Knowledge Gaps, Basic Research, and Development Needs. A Perspective Based on the Deepwater Horizon Spill.*
- THOMPSON, J.H. & BRIGTH, T.J. 1980a. Effects of an offshore drilling fluid on selected corals. *Proc.of the Symposium: Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings*, Lake Buena Vista, Flórida 2: 1044-1078
- THOMPSON, J.H. & BRIGTH, T.J. 1980b. Effects of drilling mud on the growth rate of the reef building coral *Montastrea annularis*. In: *Proc.of the Symposium: Research on Environmental Fate and Effects of Drilling Fluids and Cuttings*, Lake Buena Vista, Flórida 2: 1101-1122.
- TOTAL/AECOM/HABTEC, 2015. *EIA/RIMA da Atividade de Perfuração Marítima de Poços nos Blocos FZA-M-57, FZA-M-86, FZA-M-88, FZA-M-125 e FZA-M-127, Bacia da Foz do Amazonas. Rio de Janeiro: 2015.*
- TRANNUM, H.C. 2011. *Environmental effects of water-based drill cuttings on benthic communities - biological and biogeochemical responses in mesocosm- and fieldexperiments.* PhD dissertation, University of Oslo, Norway
- TRANNUM, H.C., NILSSON, H.C., SCHAANNING, M.T., OXNEVAD, S. 2010. Effects of sedimentation from water-based drill cuttings and natural sediment on benthic macrofaunal community structure and ecosystem processes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 383:111-121

- TUKAJ, Z., BOHDANOWICZ, J. & AKSMANN, A., 1998. A morphometric and stereological analysis of ultrastructural changes in two *Scenedesmus* (Chlorococcales, Chlorophyta) strains subjected to diesel fuel oil pollution. *Phycologia* 37: 388–393.
- TURK, T.R. & M.J. RISK. 1987. Effects of sedimentation on infaunal invertebrate populations of Cobequid bay, Bay of Fundy. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 38: 642-648. vanWeering, T.C.E., Berger, G.W. and Kalf, J. 1987. Recent sediment accumulation in the Skagerrak, northeastern North-Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 21: 177-189.
- TURNER, R.G. 1978. *Physiology and bioacoustics in reptiles*, in *Comparative Studies of Hearing in Vertebrates*, Popper, A.N., Ed., Springer-Verlag, New York, 205.
- UFBA (UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA). 1992. *Avaliação de Impacto do Derramamento de Óleo na Baía de Todos os Santos em 16-04-92* – Relatório Final.
- UKOOA, 2001. *An Analysis of UK Offshore Oil & Gas Environmental Surveys 1975-95*.
- URICK, R. 1967. *Principles of Underwater Sound for Engineers* (McGraw- Hill, New York), pp. 164–165.
- VANDERLAAN, A. S. M. & TAGGART, C. T. 2007. Vessel collisions with whales: the probability of lethal injury based on vessel speed. *Marine Mammal Science* 23:144-156.
- VANDERMEULEN, J. H. & AHERN, T. P. 1976. Effect of petroleum hydrocarbons on algal physiology: review and progress report. In *Effects of Pollutants on Aquatic Organisms*, ed. A. P. M. Lockwood, pp. 107±125. Cambridge University Press, London.
- VEIGA, L. F. 2010. *Avaliação de Risco Ecológico dos Descartes da Atividade de Perfuração de Poços de Óleo e Gás em Ambientes Marinhos*. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2010. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.
- VERHEIJEN, F. J. 1980. The moon: a neglected factor in studies on collisions of nocturnal migrant birds with tall lighted structures and with aircraft. *Vogelwarte* 30:305-320.
- VERHEIJEN, F. J. 1981. Bird kills at lighted man-made structures: not on nights close to a full moon. *Am. Birds* 35: 251-254.
- VISSER, I.N. 1999. Propeller scars on and known home range of two orca (*Orcinus orca*) in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 33: 635.642.
- VOGT, H.P. 1995. Coral reefs in Saudi Arabia: 3,5 years after the Gulf War oil spill. *Coral Reefs*, 14 (4): 271-273.
- VOOREN, C.M. & BRUSQUE, L.F., 1999. As aves do ambiente costeiro do Brasil: biodiversidade e conservação. <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/aves>.
- WARD, G.; BACA, B.; CYRIACKS, W.; DODGE, R.; KNAP, A. 2003. Continuing Long-Term Studies of the TROPICS Panama Oil and Dispersed Oil Spill Sites Proceedings of the. 2003 *Oil Spill Conference*, USCG, USE PA, NOA A, API, Vancouver, B. C. No. 1, pp. 259-277.

- WDACS (WHALE AND DOLPHIN CONSERVATION SOCIETY). 2006. Vessel Collision and cetaceans: What happens when they don't miss the boat. *Science Report*.
- WEIR, R.D, 1976. *Annotated bibliography of bird kills at man-made obstacles: a review of : a review of the state-of-the-art and solutions*. Can. Wildl. Serv., Ont. Reg., Ottawa. 85 pp
- WELLS, R.S. & SCOTT, M.D. 1997. Seasonal incidence of boat strikes on bottlenose dolphins near Sarasota, Florida. *Marine Mammals Science* 13(3):475-480.
- WEVER, E.G. 1978. *The Reptile Ear: Its Structure and Function*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- WEVER, E. G. & VERNON, J. A. 1956. Sound transmission in the turtle's ear. *Proc. Natl. Acad. ci. U. S. A.* 42, 292-299.
- WHITE, H. K. (colaboradores). 2012. Impact of the Deepwater Horizon oil spill on a deep-water coral community in the Gulf of Mexico. *Current Issue*, vol. 109, nº 50.
- WIESE, F.K.; MONTEVECCHI, W.A.; DAVOREN, G.K.; HUETTMANN, F.; DIAMOND, A.W. & LINKE, J. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the North-west Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 42(12):1285-1290.
- WILEY, D. N.; ASMUTIS, R. A.; PITCHFORD, T. D.; GANNON, D. P. 1995. Stranding and mortality of humpback whales, *Megaptera novaeanglia*, in the mid-Atlantic and southeast United States, 1985-1992. *Fishery Bulletin*, v. 93, p. 196-205.
- WILHEMSSON D.; ÖHMA M.C.; STAHL H.; SHLESINGER Y. 1998. Artificial reefs and dive tourism in Eilat, Israel. *Ambio*, 27(8): 764-766.
- WITZELL, W. N., 2007. Kemp's Ridley (*Lepidochelys kempii*) shell damage. *Marine Turtle Newsletter* 115:16-17.
- WORK, P. A.; ADAM L. SAPPA, G. DAVID W. SCOTTA, MARK DODDB. Influence of small vessel operation and propulsion system on loggerhead sea turtle injuries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 393, Issues 1-2, 30 September 2010, Pages 168-175
- YENDER, R.; STANZEL, K.; LLOYD, A. 2008. Impacts and response challenges of the tanker Solar 1 oil spill, Guimaras, Philippines: observations of international advisors. *In: Proceedings of the 2003 International Oil Spill Conference*, 77-82.
- YOKLAVICH, M. M.; GREENE, H. G.; CAILLIET, G. M.; SULLIVAN, D. E.; LEA, R. N.; LOVE, M. S. 2000. Habitat associations of deep-water rockfishes in a submarine canyon: an example of a natural refuge. *Fishery Bulletin*, v.98, p. 625-641.
- ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JØRGENSEN, M-P., PIZZORNO, J.L., MAIA, Y.G., VANBLARICOM, G.R., DEMASTER, D.P., SIMOES-LOPES, P.C., MOREIRA, S., BETHLEM, C. 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the southwest Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 313: 295-304.