

## **II.6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**



## **II.6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Esta Seção apresenta a identificação e avaliação dos impactos reais (decorrentes das atividades de instalação, operação e desativação da atividade) e potenciais (decorrentes de um eventual derrame acidental de óleo), relacionados às atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8, na Bacia do Pará-Maranhão.

A identificação e avaliação desses impactos foram embasadas pelas informações contidas na caracterização e descrição da atividade, nos diagnósticos ambientais dos diferentes meios – físico, biótico e socioeconômico, consolidados na Seção **II.5.4 Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental**, e em informações levantadas na literatura científica, em relatórios técnicos disponibilizados pelo empreendedor e em dados secundários de atividades semelhantes, além de outras ferramentas, como as modelagens matemáticas.

A integração desse conhecimento embasou a avaliação da magnitude e importância dos impactos, através de critérios previamente estabelecidos, conforme descrito no item **II.6.1 - Metodologia**, dessa Seção.

A finalidade da Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais consiste em garantir que quaisquer fatores ambientais significantes sejam considerados desde o início do processo de tomada de decisão, e que estes fatores sejam protegidos através de medidas mitigadoras planejadas e pertinentes.

Existe uma diversidade de trabalhos técnicos informando diferentes metodologias referentes à avaliação de impactos ambientais, sendo que estas podem adotar abordagens qualitativas ou quantitativas. Dessa forma, tem-se procurado conjugar diversos métodos, buscando o conjunto de técnicas que melhor se adaptem às características de cada estudo (*ad hoc*).

## **II.6.1 - Metodologia**

Os impactos foram avaliados para cada etapa da atividade - instalação, operação e desativação - de acordo com os critérios e atributos apresentados a seguir. Os critérios de avaliação foram concebidos a partir da literatura (SÁNCHEZ, 2006; PASTAKIA & JENSEN, 1998; FARAH, 1993; CONEZA-VITORIA, 1997) e adaptados às características específicas da atividade e dos fatores ambientais afetados na área de influência.

Assim, para avaliação da importância de um impacto ambiental, foi considerado o seguinte conjunto de critérios: Natureza; Incidência; Abrangência Espacial; Permanência ou duração; Momento; Reversibilidade; Cumulatividade e Magnitude. A descrição destes está apresentada a seguir.

### **Natureza**

Este critério enquadra o impacto de acordo com o modo com que atinge o meio ambiente, isto é, se será prejudicial ou benéfico. Desta forma, o impacto pode ser classificado como:

- Negativo – quando o impacto é adverso e acarreta em deterioração da qualidade socioambiental.
- Positivo – quando o impacto é benéfico e implica em melhoria da qualidade socioambiental.

### **Incidência**

Este critério localiza o impacto na rede de interações causa-efeito, refere-se à causa ou fonte do impacto:

- Impacto Direto - decorre diretamente das atividades ou ações realizadas pelo empreendedor e/ou seus contratados(as).
- Impacto Indireto – decorre de um impacto direto causado pelas atividades ou ações realizadas pelo empreendedor, são impactos de segunda ou terceira ordem.

### ***Abrangência Espacial***

A determinação da abrangência espacial dos processos impactantes é fundamental para a proposição das estratégias e ações mitigadoras e de controle ambiental. Dada a sua relevância na identificação do impacto, é um dos critérios que integra a classificação da **Importância** do impacto.

O impacto, quanto a abrangência espacial, pode ser classificado como:

- Local – quando seus efeitos ficam restritos às áreas de realização das perfurações marítimas.
- Regional – quando seus efeitos ultrapassam a área do bloco BM-PAMA-8, mas se restringem a área da Bacia do Pará-Maranhão.
- Extrarregional – quando os efeitos ultrapassam os limites da Bacia e cuja importância é coletiva ou nacional.

### ***Permanência ou Duração***

A permanência ou duração classifica os impactos de acordo com seu tempo de duração e sua intermitência e, juntamente com o critério Abrangência Espacial, compõe o conjunto de critérios que integra a classificação da **Importância** do impacto.

Os atributos da Permanência ou Duração são:

- Temporário – impacto que apenas se manifesta durante uma ou mais fases da atividade e que cessa quando finda a ação que o causou.
- Permanente – impacto que resulta em alteração definitiva do componente ambiental e/ou que permanece depois que cessa a ação que o causou.
- Cíclicos – impacto cujo efeito se manifesta de forma intermitente e em intervalos de tempo regulares de acordo com a dinâmica das ações que os geraram.

## **Momento**

Este critério identifica o tempo decorrido entre a ação geradora e a ocorrência do impacto sobre um determinado fator ambiental. Dessa forma, o impacto pode ser avaliado, quanto ao momento, como:

- Curto Prazo – aquele que ocorre logo após a ação que o gerou.
- Médio Prazo – aquele que ocorre após um certo período de tempo após a ação que o gerou.
- Longo Prazo – aquele que ocorre após um longo período de tempo após a ação que o gerou.

## **Reversibilidade**

O critério reversibilidade indica se ocorrerá uma restauração à condição anterior do ambiente impactado, ou se a condição impactada irá se manter mesmo após o término da ação impactante. Este critério está diretamente ligado às características da ação impactante e a resiliência do ambiente em questão.

- Impacto Reversível – aquele no qual as condições do ambiente retornam às condições anteriores após cessar a ação impactante. Esta reversibilidade deve ocorrer dentro de um espaço de tempo conhecido.
- Impacto Parcialmente Reversível – aquele no qual as condições anteriores são parcialmente restabelecidas em um horizonte temporal previsível e/ou, no caso de impossibilidade de estimativa temporal, quando se observa tendência à recuperação.
- Impacto Irreversível – aquele no qual, mesmo após cessar a ação impactante, as condições ambientais permanecerão alteradas.

## **Cumulatividade**

Esse critério refere-se à possibilidade de um impacto se transmitir gerando outros impactos adversos:

- Impacto Simples - Quando o impacto ambiental 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.
- Impacto Indutor ou Cumulativo - Quando o impacto induz ou potencializa outro(s) impacto(s); é induzido ou potencializado por outro(s) impacto(s); apresenta algum tipo de interação com outro(s) impacto(s); ou representa incremento em ações passadas, presentes e razoavelmente previsíveis no futuro.

### ***Magnitude***

É a grandeza de um impacto ambiental em termos absolutos, podendo ser definida como o grau de alteração do fator ambiental afetado, em termos qualitativos, entre a condição modificada (tal como resultaria após a implementação da ação) e a situação do meio ambiente futuro (tal como evoluído normalmente sem tal ação).

Considerando-se que a avaliação dos impactos ambientais é realizada por área de conhecimento ou compartimento ambiental, uma vez que as técnicas de previsão de impactos guardam particularidades inerentes às áreas do conhecimento envolvidas, elaborou-se conceitos específicos do critério magnitude para cada compartimento ambiental (meios físico, biótico e socioeconômico).

A avaliação do impacto para enquadramento na classificação apresentada baseia-se na análise das alterações das características dos fatores ambientais em foco. Dependendo das especificidades dessas alterações, é possível avaliar aspectos do fator ambiental quanto à qualidade física/química, o equilíbrio de sua estrutura e a manutenção de suas funções ecológicas/econômicas.

Assim, em termos de magnitude, classificar-se os impactos em três níveis de escala de acordo com os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico: magnitude alta (ALT); magnitude média (MED) e magnitude baixa (BAI).

### Meio Físico (Água, Ar e Sedimento)

No **Meio Físico**, o conceito de magnitude abrange as modificações possíveis nas características e/ou na qualidade dos parâmetros físicos ou químicos inerentes ao compartimento em avaliação – água, ar e sedimento. Cabe salientar que nesta avaliação, considera-se, de forma correlata, as repercussões que estas modificações possam causar, de forma indireta, nos demais compartimentos ambientais.

- Magnitude Baixa: quando a qualidade do fator ambiental apresenta uma alteração pouco perceptível, sem causar modificações mensuráveis ao meio.
- Magnitude Média: quando a qualidade do fator ambiental é afetada sem, no entanto, comprometer sua integridade. As modificações no meio podem ser mensuradas.
- Magnitude Alta: quando a qualidade do fator ambiental é afetada e há comprometimento de sua integridade.

### Meio Biótico

No **Meio Biótico**, o conceito de magnitude abrange modificações comportamentais, morte de indivíduos, alteração da estrutura da comunidade e/ou o comprometimento das áreas de reprodução e alimentação.

- Magnitude Baixa: quando a alteração ocorre apenas a nível orgânico (distúrbios metabólicos e fisiológicos, anomalias morfológicas, inibição de mitose, entre outros), sem afetar a população de forma relevante.
- Magnitude Média: quando a alteração ocorre a nível populacional (distúrbios comportamentais, de crescimento, reprodução, abundância, entre outros).
- Magnitude Alta: quando a alteração ocorre em estrutura e funções, em nível de comunidades.



### Meio Socioeconômico

No **Meio Socioeconômico**, o conceito de magnitude abrange as modificações em grupos específicos de atividades econômicas ou setores de serviços. Considerando-se que as interfaces da atividade com o meio socioeconômico têm seu foco na atividade pesqueira e na geração de empregos, atribuem-se as seguintes definições aos níveis de magnitude dos impactos sobre este meio.

- Magnitude Baixa: quando o impacto afeta um ou alguns indivíduos de um dado grupo social ou instituições de um dado setor econômico, sem, contudo, modificação da estrutura ou dinâmica do fator socioeconômico (restrito às poucas comunidades, pequena oferta de empregos diretos, pequena pressão sobre a infraestrutura existente, pequena oferta de petróleo/gás, entre outros).
- Magnitude Média: quando o impacto afeta parcialmente a estrutura ou dinâmica do fator socioeconômico (sobrecarga na infraestrutura existente, moderada oferta de petróleo/gás, entre outros).
- Magnitude Alta: quando o impacto afeta profundamente a estrutura ou dinâmica do fator socioeconômico (muitas comunidades atingidas, demanda por nova infraestrutura, grande oferta de petróleo/gás, entre outros).

### **Importância**

A classificação da importância dos impactos é uma das etapas mais difíceis da avaliação dos impactos ambientais, principalmente, porque atribuir um grau de importância a uma alteração ambiental depende não só de um trabalho técnico mas também de um juízo de valor, o que implica em grande subjetividade (SÁNCHEZ, 2006).

A avaliação da importância apóia-se em todo o diagnóstico ambiental e nos resultados da etapa de identificação e avaliação dos impactos. Este procedimento não elimina a subjetividade inerente a todo juízo de valor, que no caso da

avaliação de impactos no contexto de um EIA é diminuída ao ser fundamentada pela consulta a estudos técnicos detalhados.

No presente estudo, para avaliar a importância dos impactos foram analisados primeiramente os critérios de Abrangência Espacial, Permanência ou Duração e Magnitude, descritos na metodologia anteriormente. Os critérios Natureza e Incidência são relevantes para a identificação dos impactos, mas não para a avaliação de sua importância, assim como o critério Momento, uma vez que estes não fornecem informações que assegurem que examinaremos todos os efeitos possíveis de ações humanas propostas nos ambientes físico, biótico e socioeconômico.

Adicionalmente, para a avaliação da Importância foi considerada a sensibilidade ambiental do fator afetado bem como o status de conservação das espécies afetadas e sua respectiva categoria de extinção. A avaliação sobre a sensibilidade dos fatores ambientais foi originada da consulta a literatura científica disponível e aos Mapas de Sensibilidade publicados pelo MMA, sempre que existentes para a área de estudo. Já o status de conservação das espécies será originada da consulta ao Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente ou, na falta de informação nesta referência, na Lista da União Internacional para a Natureza (*International Union for Conservation of Nature – IUCN*), valendo, em caso de classificação contraditória, a classificação na referência nacional.

Em relação aos parâmetros considerados, os critérios de Importância aplicados neste estudo são os seguintes:

- Importância Pequena: Impacto localizado, causando mudanças pontuais nos meios físico, biótico e/ou socioeconômico, com efeitos de apenas poucos dias até meses. Recuperação plena, sem efeitos residuais. Ocorre de forma eventual durante a fase do empreendimento avaliado e é baixa a intensidade de alteração do fator ambiental. Nesse critério é considerada ainda uma sensibilidade pouco significativa do fator afetado.

- **Importância Média:** Mudanças significativas sobre os meios físico, biótico e/ou socioeconômico, com duração de alguns meses até 2 anos. Entretanto, sua recuperação é praticamente completa. Resulta de um impacto de ocorrência constante, mas com uma intensidade de alteração baixa; ou de uma ação de ocorrência eventual, porém, com intensidade elevada ou mediana de alteração do fator ambiental em avaliação. Esse critério engloba ainda o impacto que incidir sobre fatores ambientais de moderada sensibilidade ambiental e/ou espécies vulneráveis (aquelas classificadas como em risco alto de extinção na natureza em médio prazo).
- **Importância Alta:** Com extensão mais ampla, as alterações são significativas sobre os meios físico, biótico e/ou socioeconômico, sendo que os efeitos podem durar mais de 2 anos. Resulta de um impacto de ocorrência constante ou pelo menos em uma parte da fase do empreendimento, com elevada alteração do fator ambiental. Esse critério engloba ainda o impacto que incidir sobre fatores ambientais de alta sensibilidade e de espécies em perigo (risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo) ou criticamente em perigo (risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato).

## **II.6.2 - Identificação dos Impactos Ambientais**

### **II.6.2.A - Identificação dos Impactos Reais**

A identificação dos impactos gerados pelas atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8, na Bacia do Pará-Maranhão, foi realizada através da análise dos aspectos ambientais inerentes à atividade e dos fatores ambientais susceptíveis a impactos, identificados para área de influência desta atividade. Entendendo-se **aspectos ambientais** como os elementos da atividade que podem interagir com o meio ambiente provocando efeitos tanto benéficos quanto adversos; e como **fatores ambientais**, os componentes do meio ambiente que exercem uma função específica ou que influem diretamente no seu funcionamento. A identificação dos impactos, portanto, observou as seguintes etapas:

- I. Identificação dos aspectos ambientais, a partir das informações contidas na descrição da atividade, destacando-se os procedimentos operacionais que a compõem e que permitem mapear todas as possíveis causas de alterações ambientais;
- II. Identificação dos fatores ambientais afetados, a partir da integração da identificação dos aspectos ambientais com a caracterização ambiental apresentada no diagnóstico ambiental e a análise integrada;
- III. Elaboração da lista dos impactos ambientais, a partir da conclusão das etapas anteriores, considerando ainda os resultados de ferramentas de análise do comportamento de determinados aspectos ambientais como as modelagens de dispersão de óleo e cascalho; e relatórios e informações referentes a atividades similares.

Para identificação dos impactos gerados pelas atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8, na Bacia do Pará-Maranhão, foram consideradas as seguintes fases da atividade:

#### Fase de Instalação

- Posicionamento da unidade de perfuração NS-21 e instalação das estruturas submarinas

#### Fase de Operação

- Procedimentos operacionais relativos às atividades de perfuração marítima

#### Fase de Desativação

- Desmobilização da unidade de perfuração marítima e desativação dos sistemas de perfuração

Os aspectos ambientais inerentes à realização das atividades de perfuração marítima identificados como indutores de impactos ambientais dessa atividade estão apresentados no **Quadro II.6.2-1**, a seguir. Adicionalmente, os impactos ambientais reais, identificados através da análise integrada dos aspectos e fatores ambientais relacionados às características operacionais da perfuração marítima

nas respectivas fases de desenvolvimento da atividade, também estão listados a seguir (Quadro II.6.2-1).

**Quadro II.6.2-1 - Aspectos ambientais e respectivos impactos reais relacionados à atividade de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 identificados para as fases de Instalação, Operação e Desativação**

<b>Meio Físico</b>	<b>Descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido</b>	
	1. Alteração da qualidade do sedimento	Operação
	2. Alteração da qualidade da água	
	<b>Emissões de gases dos motores e teste de formação</b>	
	3. Alteração da qualidade do ar	Operação
<b>Descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares</b>		
4. Alteração da qualidade da água	Instalação / Operação / Desativação	
<b>Meio Biótico</b>	<b>Introdução de espécies exóticas</b>	
	5. Alteração da biota marinha	Instalação
	<b>Presença física da unidade de perfuração</b>	
	6. Alteração das comunidades nectônicas	Operação
	7. Alteração das comunidades bentônicas	
	<b>Descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido</b>	
	8. Alteração das comunidades bentônicas	Operação
	<b>Descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares</b>	
	9. Alteração das comunidades planctônicas e nectônicas	Instalação / Operação / Desativação
	<b>Geração de ruídos e luminosidade</b>	
	10. Interferência com as comunidades nectônicas	Instalação / Operação / Desativação
<b>Trânsito de embarcações</b>		
11. Interferência com as comunidades nectônicas	Instalação / Operação / Desativação	
<b>Meio Socioeconômico</b>	<b>Criação de área de restrição de uso (zona de segurança)</b>	
	12. Interferência com atividades pesqueiras	Instalação / Operação / Desativação
	<b>Trânsito de embarcações de apoio</b>	
	13. Interferência com atividades pesqueiras	Instalação / Operação / Desativação
	<b>Geração de resíduos sólidos e oleosos</b>	
	14. Sobrecarga na infra-estrutura de disposição final de resíduos	Instalação / Operação / Desativação
	<b>Demanda por mão-de-obra</b>	
	15. Manutenção dos postos de trabalho	Instalação / Operação / Desativação
	<b>Demanda por insumos e serviços</b>	
	16. Incremento das atividades de comércio e serviços	Instalação / Operação / Desativação
	<b>Transporte de insumos e resíduos</b>	
17. Pressão sobre o tráfego marítimo, aéreo e rodoviário	Instalação / Operação / Desativação	
18. Pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo e logística portuária		
<b>Geração de tributos relacionados a comércio e serviços</b>		
19. Aumento da receita tributária e incremento da economia local, estadual e nacional	Instalação / Operação / Desativação	

Quanto aos fatores ambientais afetados, no Meio Físico destacam-se a qualidade do ar, a qualidade da água e a qualidade do sedimento; no Meio Biótico, as comunidades bentônica, planctônica e nectônica; e, no Meio Socioeconômico, as atividades pesqueiras, de comércio e serviços, tráfego marítimo, aéreo e rodoviário, infra-estrutura portuária, infra-estrutura de disposição final de resíduos, receita tributária, geração e manutenção de empregos e economia local, estadual e nacional.

### **II.6.2.B - Identificação dos Impactos Potenciais**

Considerando-se o resultado da **Análise de Risco da Unidade Marítima de Perfuração NS-21**, apresentada na Seção II.7 deste RCA, o acidente mais grave identificado para as atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8 é o *blowout* decorrente de falhas operacionais que causam o descontrole do poço. Neste caso, um volume de óleo cru da ordem de 132 m<sup>3</sup>/dia pode vazar diretamente no meio, continuamente ao longo de trinta dias, impactando de formas distintas os seus componentes.

Os impactos potenciais identificados, decorrentes de um acidente desta natureza, podem ser avaliados como incidentes sobre os fatores ambientais: sedimento, água, biota marinha, atividade pesqueira, entre outros, conforme o caso e as características do acidente.

Os impactos decorrentes do acidente com o óleo cru são avaliados com base nos resultados da modelagem da pluma de dispersão de óleo referente ao *blowout* do poço de maior volume (132 m<sup>3</sup>/dia durante 30 dias) (apresentado no **Anexo II.6-2 – Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar**) a ser perfurado na atividade de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8. Após o instante inicial de disponibilização do óleo na água, o comportamento de sua deriva foi acompanhado por 60 dias, totalizando 1440 horas de simulação.

Além da simulação de pior caso, foram ainda realizadas simulações para vazamentos de pequeno e médio volume, 8 m<sup>3</sup> e 200 m<sup>3</sup>, respectivamente. Nesses casos as simulações duraram 30 dias.

No caso de um vazamento de óleo, os fatores ambientais que poderiam ser afetados são a qualidade do ar; qualidade da água e qualidade do sedimento, referentes ao Meio Físico; a biota marinha: plâncton, bentos e nécton, incluindo as aves marinhas e os recursos pesqueiros, no âmbito do Meio Biótico; e no Meio Socioeconômico, as atividades pesqueiras, o nível de tráfego, a infra-estrutura portuária, a infra-estrutura de transportes e a infra-estrutura de disposição final de resíduos.

Os impactos ambientais potenciais identificados através de uma análise integrada dos eventos acidentais possíveis e fatores ambientais afetados estão apresentados no **Quadro II.6.2-2**, a seguir.

**Quadro II.6.2-2** - Aspectos ambientais e os respectivos impactos potenciais relacionados à atividade de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 identificados para as fases de Instalação, Operação e Desativação

Vazamento acidental de óleo no mar		
Meio Físico	1. Alteração na qualidade da água	Operação
	2. Alteração na qualidade do ar	
	3. Alteração na qualidade do sedimento	
Vazamento acidental de óleo no mar		
Meio Biótico	4. Alteração nas comunidades planctônicas	Operação
	5. Alteração nas comunidades bentônicas	
	6. Alteração nas comunidades nectônicas	
	7. Alteração nas comunidades de aves marinhas	
	8. Interferências nos estoques pesqueiros	
Vazamento acidental de óleo no mar		
Meio Socioeconômico	9. Interferência com as atividades pesqueiras	Operação
	10. Alteração do tráfego marítimo	
	11. Pressão sobre a infra-estrutura portuária	
	12. Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos	

### II.6.3 - Descrição e Avaliação dos Impactos

Neste item apresenta-se a descrição detalhada dos impactos reais e potenciais identificados para as atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8. Os impactos reais são aqueles associados aos procedimentos operacionais de rotina relacionados a atividade e os impactos potenciais, aqueles

que podem ocorrer no caso de acidentes ambientais como o vazamento de óleo cru para o mar. Esses impactos apresentam uma probabilidade de ocorrência, e por isso, contam com medidas de controle e de redução dessa probabilidade.

### **II.6.3.1 - Impactos Reais**

Neste item são descritos os impactos reais sobre os meios Físico, Biótico e Socioeconômico, discriminando-se a fase em que são previstos - Instalação, Operação ou Desativação - durante as atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8.

#### **Meio Físico**

##### **1) Alteração da qualidade do sedimento devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido**

###### **Fase de ocorrência: Operação**

O impacto ocasionado pela atividade de perfuração e conseqüente geração de descarte de cascalho e fluido de perfuração é variado e depende do regime sedimentar e hidrodinâmico do ambiente (CORRÊA *et al.*, 2009), assim como da natureza e quantidade do fluido de perfuração utilizado (HOLDWAY, 2002).

O processo de perfuração a ser desenvolvido no Bloco BM-PAMA-8 é dividido em duas etapas: sem *riser* e com *riser*. Nas fases sem *riser* não existe retorno de cascalhos para a sonda e todo o material retirado do poço é descartado no fundo do mar, diretamente no assoalho marinho, depositando-se próximo à cabeça do poço. Após a instalação do *riser*, o cascalho com o fluido de perfuração aderido retorna para a sonda, onde será tratado para, posteriormente, ser lançado ao mar, próximo à superfície. Após o tratamento, a quantidade de fluido que permanece aderida ao cascalho é mínima. Normalmente, as Fases I e II de perfuração são etapas sem *riser* enquanto as demais fases são etapas com *riser*, procedimento que aplica-se à perfuração dos poços no Bloco BM-PAMA-8.



O fluido de perfuração lançado ao mar aderido ao cascalho, pode ser considerado como o principal impacto real resultante do processo de perfuração (PATIN, 1999). Os efeitos destes descartes foram profundamente estudados em situações de águas rasas até 200 m de lâmina d'água, onde devido à pequena profundidade, o acúmulo de cascalho nas proximidades da unidade de perfuração é mais efetivo. Em locais mais profundos, o acúmulo de cascalho é menor, pois devido à profundidade e a dinâmica na coluna d'água, este cascalho se dispersa com maior eficiência (PATIN, *op. cit.*). Na costa brasileira, a maioria das perfurações marítimas é realizada em águas profundas, com isso não há a tendência à formação de pilhas submarinas de cascalho descartado no assoalho oceânico (CANTARINO, 2001 *apud* SCHAFELL, 2002). Tal fato é ratificado pela modelagem de dispersão de cascalho (**Anexo II.6-1**) executada para o poço 1-PAS-28, Bloco BM-PAMA-8, visto que as maiores espessuras depositadas são de 217,00 mm na Fase II.

Os poços a serem perfurados no Bloco BM-PAMA-8 estão em profundidades que variam entre 2.100 e 2.500 m. O plano de perfuração prevê a utilização de fluidos de perfuração de base aquosa, nas Fases I e II, sem riser, e base sintética, nas Fases III a V, com *riser*.

Os fluidos de perfuração são misturas de sólidos, líquidos, aditivos químicos e/ou gases. Podem assumir o aspecto de suspensões, emulsões ou dispersões coloidais, dependendo do estado físico de seus componentes (SCHAFELL, 2002). É importante ressaltar que podem ser utilizados fluidos de perfuração com diferentes bases para cada fase de perfuração de um mesmo poço (SCHAFELL, *op. cit.*), como é o caso do Bloco BM-PAMA-8.

Os fluidos a base de água, utilizados nas Fases I e II, possuem baixo custo comparado aos de base sintética, são biodegradáveis e se dispersam facilmente na coluna d'água (DURRIEU *et al.*, 2000 *apud* SCHAFELL, 2002).

Os fluidos sintéticos, utilizados nas fases III a V, têm como base materiais sintéticos desenvolvidos e produzidos de modo a evitar a inclusão de hidrocarbonetos aromáticos, considerados um dos principais contribuintes para a toxicidade do cascalho que retorna com fluido aderido (NEFF *et al.*, 2000). Estes

fluidos são formulados como uma emulsão na qual líquidos sintéticos formam a fase contínua (bases dos fluidos sintéticos) enquanto uma salmoura forma a fase dispersa (CANDLER *et al.*, 1993), apresentando, portanto, menor solubilidade em água do que os fluidos de base aquosa. Esta característica poderia dificultar a diluição do fluido de perfuração descartado no mar, interferindo na dinâmica de deposição do cascalho com fluido sintético adsorvido.

A pluma formada pelo descarte próximo a superfície do mar pode permanecer nos primeiros metros da coluna d'água até sua completa dispersão (RAY & MEEK, 1980 *apud* BARLOW & KINGSTON, 2001) e pode depositar-se a grandes distâncias da unidade de perfuração, dependendo do hidrodinamismo local (VAN HET GROENEWOUND *et al.*, 1999).

O comportamento do cascalho contaminado com fluido de perfuração no ambiente marinho depende de diversos fatores como quantidade e taxa do descarte, profundidade onde ocorre o descarte, condições oceanográficas e profundidade local, tipo de fluido, concentração do fluido aderido ao cascalho e velocidade de queda das partículas (BERNIER *et al.*, 2003; BREUER *et al.*, 1999).

Conforme relatado por Neff *et al.* (1987) e Breuer *et al.* (1999), em ambientes de alta energia, a dispersão pode ser maior do que em ambientes de baixa energia, não ocorrendo grandes acumulações no fundo oceânico. A distribuição espacial do cascalho depositado no fundo é governada pelas correntes que predominam no local (BREUER *et al.*, 1999), com o eixo principal da distribuição na direção da corrente residual (VAN HET GROENEWOUND *et al.*, *op.cit.*).

As correntes residuais representam a circulação média da hidrodinâmica de uma área, ou seja, as velocidades resultantes após uma média temporal no período equivalente à ação do processo físico (MENEZES, 2005). Segundo o relatório de modelagem de descarte de cascalho e fluidos de perfuração, para o Bloco BM-PAMA-8, durante as duas etapas, com e sem *riser*, o acúmulo de cascalho ocorrerá nas proximidades do ponto de descarte, com direção leste-sudeste, coerente com as correntes predominantes nas camadas intermediárias e de fundo que compõem a corrente residual local. Segundo o Relatório de Modelagem (ver **Anexo II.6-1**), isto ocorre uma vez que a intensa corrente com

direção noroeste (Corrente Norte do Brasil) está presente somente nas camadas superficiais. Desta forma, na maior parte do tempo, as partículas ficam submetidas ao fluxo para leste-sudeste, associado à Corrente de Contorno Oeste Profunda, presente nas camadas intermediárias e de fundo.

Os metais e os hidrocarbonetos são os contaminantes mais comumente associados às atividades de exploração de petróleo (KENNICUT II *et al.*, 1996). O cascalho com fluido de perfuração aderido pode conter hidrocarbonetos, além de diversos metais de fontes variadas, de acordo com o tipo de fluido. Muitos destes metais são provenientes de impurezas da barita (PATIN, 1999; GRAY *et al.*, 1990) ou dos demais aditivos químicos (BREUER *et al.*, 1999).

Os impactos de fluidos não aquosos na coluna d'água são desprezíveis, devido à baixa solubilidade destes compostos na água do mar, à baixa dispersão e ao baixo tempo de residência (NEFF *et al.*, 2000; BERNIER *et al.*, 2003). O cascalho com fluidos não aquosos tende a agregar-se, formando partículas maiores, que sedimentam mais rapidamente (DELVIGNE, 1996). Além disso, os descartes da perfuração são intermitentes e transientes (BERNIER *et al.*, *op cit.*). Deste modo, os principais impactos relacionados a fluidos de base sintética estão relacionados ao sedimento.

Os fluidos de base aquosa e a nova geração de fluidos sintéticos reconhecidamente causam impactos menos expressivos que os demais fluidos de base oleosa (DAVIES *et al.*, 1984; OLSGARD & GRAY, 1995; GRAY *et al.*, 1990; DAAN & MULDER, 1996), pois, conforme mencionado, fluidos aquosos apresentam maior potencial de dispersão do que os fluidos sintéticos sob as mesmas condições ambientais. Além disso, o cascalho com fluido aquoso aderido tende a formar acumulações no fundo mais extensas, porém mais finas do que o cascalho com fluido sintético (BERNIER *et al.*, 2003).

A análise de magnitude e importância do impacto de descarte de cascalho de perfuração no meio físico marinho depende de três fatores principais, conforme mencionado: características oceanográficas do meio, quantidade e tipo de fluido descartado.

Os volumes de descarte de cascalho para o Bloco BM-PAMA-8 estão indicados nos **Quadros II.3.2-3 e II.3.2-5** do item **II.3.2.A Volume de Fluidos de Perfuração e Cascalhos**. Para demonstrar e avaliar o comportamento dos descartes de cascalho com fluido aderido nas fases sem (Fase I e Fase II) e com *riser* (Fases III a V) e as respectivas tendências de acumulações no fundo oceânico, foram realizadas simulações numéricas relativas aos descartes referentes ao poço 1-PAS-28 e replicadas para o poço 1-PAS-29 e para o vértice do bloco (ver **Anexo II.6-1**), dessa forma é possível perceber o impacto, no espaço, de cada perfuração.

Os resultados destas modelagens foram utilizados para identificação e avaliação dos impactos dos descartes de cascalho com fluido aderido que ocorrerão ao longo da perfuração dos referidos poços na Bacia do Pará-Maranhão e estão sumarizados no **Quadro II.6.3-1**.

**Quadro II.6.3-1** - Área coberta por sedimentos com espessuras maiores que 1 mm, extensão máxima horizontal (m) e máxima espessura depositada para o Poço 1-PAS-28, Bloco BM-PAMA-8.

Fase	Área (m <sup>2</sup> ) Coberta por Espessuras ≥ 1 mm		Extensão máxima horizontal (m) a partir do descarte até o contorno de 1 mm		Espessura máxima depositada (mm)	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
I	4.184	4.180	54 (SE)	53 (SE)	43,7	42,0
II	7.298	7.187	67 (ESE)	70 (ESE)	217,0	217,0
II-EXCE	13.004	14.388	155 (ESE)	158 (SE)	3,2	3,1
III	186.048	101.678	2.230 (ESE)	2070 (SE)	1,7	1,6
IV	42.911	N.D.	1.980 (ESE)	N D	1,1	0,9
V	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,27	0,2
<b>TOTAL</b>	<b>319.419</b>	<b>231.872</b>	<b>2.230 (ESE)</b>	<b>2.110 (SE)</b>	<b>258</b>	<b>257</b>

N.D. = não detectado

Comparando-se os resultados apresentados acima, no **Quadro II.6.3-1**, para as fases sem *riser* e com *riser*, observa-se que o maior impacto sobre o assoalho oceânico está relacionado ao descarte sem *riser*, quando ocorrem as maiores espessuras máximas depositadas, destacando-se a espessura de 217 mm, na Fase II, no verão e no inverno.

Os resultados obtidos para as fases com *riser* mostraram espessuras de partículas acumuladas com no máximo 3,2 mm (Fase III, verão). O fato dos resultados da fase com *riser* apresentarem espessuras de deposição das

partículas inferiores às da fase sem *riser* é esperado, pois os descartes dessa fase são realizados próximo à superfície do mar, ou seja, ficam por mais tempo sob a ação das correntes na coluna d' água, o que favorece sua dispersão.

Quanto à extensão e direção das acumulações, os resultados das simulações, considerando as fases de deposição sem *riser* (Fases I e II), mostraram que as partículas apresentaram uma tendência de maior deposição nas proximidades do ponto de descarte, entre 53 e 70 m de distância do ponto de descarte. Nas fases com *riser*, as extensões são maiores devido à dispersão das partículas em função da lâmina d' água e da hidrodinâmica local (PATIN, 1999), e variam entre 1.980 m até uma extensão de 2.230 m.

No **Quadro II.6.3-2** apresenta-se as distâncias nas quais foram depositadas as espessuras máximas e a respectiva direção em relação ao ponto de descarte.

**Quadro II.6.3-2** - Espessuras máximas depositadas e respectivas distância e direção em relação ao ponto de descarte.

Fase	VERÃO		INVERNO	
	Espessura máxima depositada (cm)	Distância (m) e direção em relação ao ponto de descarte	Espessura máxima depositada (cm)	Distância (m) e direção em relação ao ponto de descarte
Fase I	4,40	5 (SE)	4,20	8 (SE)
Fase II	21,70	3 (SE)	21,70	6 (SSE)
II-EXCE	0,32	43 (ESE)	0,31	36 (SE)
Fase III	0,17	2.018 (ESE)	0,16	1.870 (SE)
Fase IV	0,11	1.700 (ESE)	0,09	1.750 (SE)
Fase V	0,027	1.790 (ESE)	0,02	1.060 (ESE)

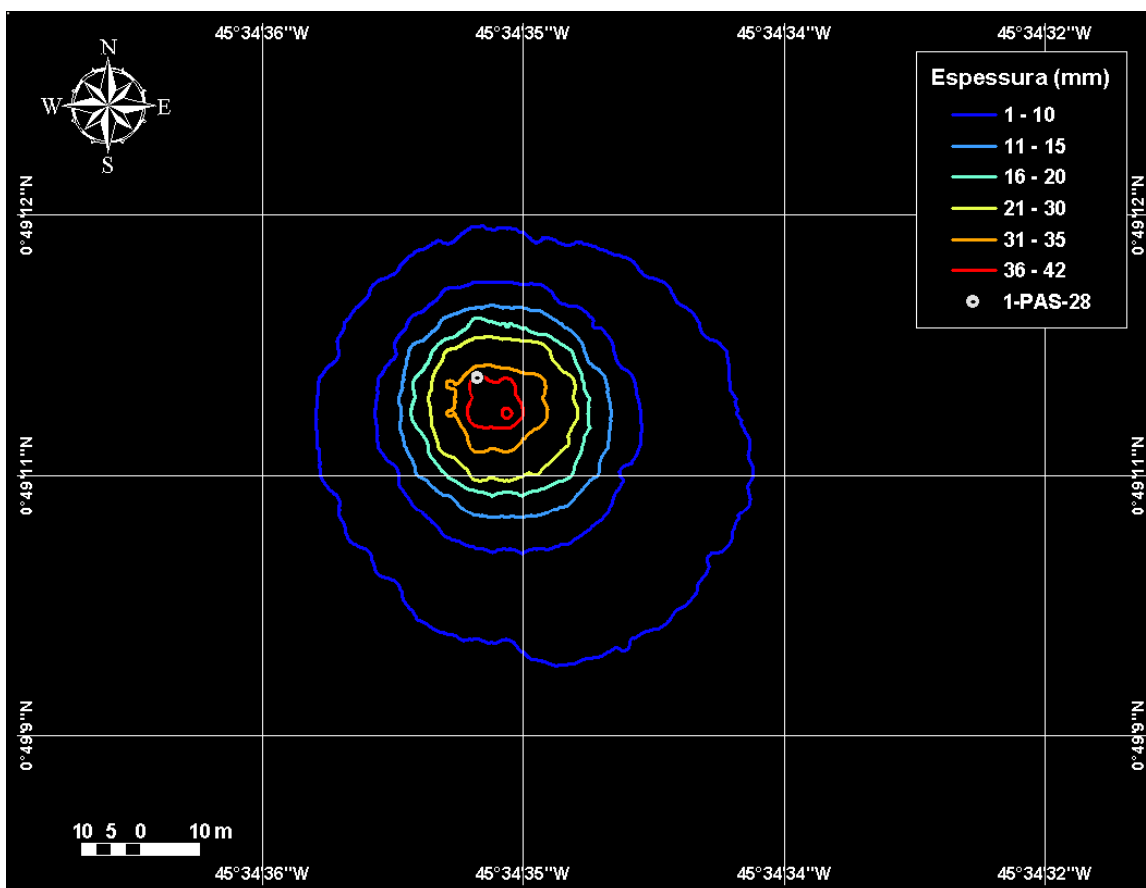
As maiores espessuras máximas depositadas ocorreram a distâncias que variaram entre 3 (Fase II, verão) e 8 m (Fase I, inverno), na direção preferencial Sudeste.

Quanto às fases III, IV e V, a espessura é bem inferior, fato que decorre da grande lâmina d' água (em torno de 2.100 m) e da hidrodinâmica local, fatores que favorecem o espalhamento do volume de cascalho descartado na superfície. A distância de depósito das espessuras máximas é uma evidência dessa afirmativa. Nas fases III a V, as distâncias variaram de 1.060 m a 1.870 m.

Em relação a influência da intensidade das correntes sobre a dispersão e deposição do cascalho, as espessuras de deposição deste no fundo oceânico durante as fases sem *riser* (Fases I e II) são relativamente inferiores no inverno.

Da mesma forma, nas fases com riser (Fases III a V) há uma tendência de uma menor deposição de cascalho no mesmo período. Tal fato está associado a existência de correntes mais intensas durante essa época do ano o que propicia um maior espalhamento das partículas e exemplifica a importância das características oceanográficas locais no processo de dispersão e deposição do material descartado.

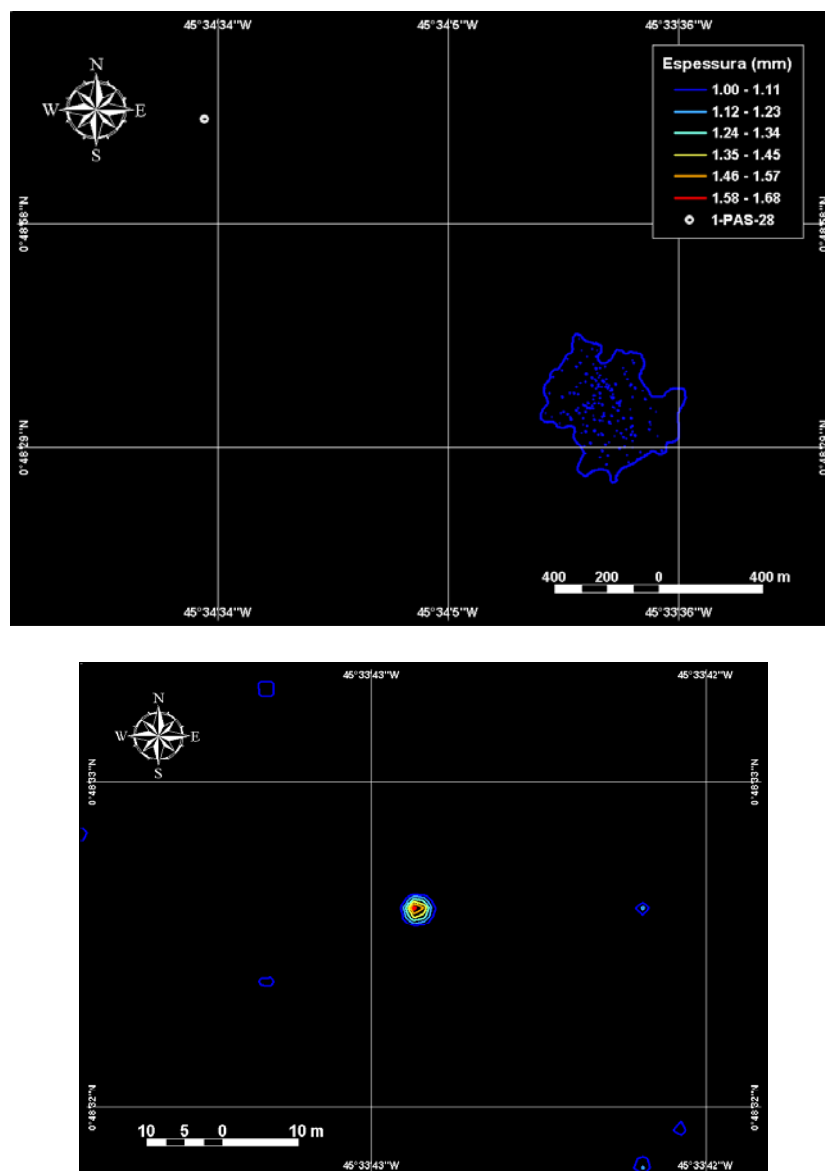
A **Figura II.6.3-1** ilustra o resultado da simulação referente ao descarte da Fase II, no inverno. As demais ilustrações dos resultados das simulações realizadas encontram-se apresentadas no **Anexo II.6-1**, no relatório da modelagem, apresentado na íntegra.



**Figura II.6.3-1** - Área de abrangência e contornos de espessuras médias calculadas para o descarte de partículas do Poço 1-PAS-28, ao final da Fase II (diâmetro de 36", sem riser), no período de verão.

Os resultados das simulações, considerando as fases de deposição com *riser* (Fases III a V), também mostraram uma tendência de maior deposição no

quadrante Sudeste (verão e inverno) em relação ao ponto de descarte relativo ao Poço 1-PAS-28. As espessuras depositadas são maiores na Fase III, entretanto, não ultrapassam 0,17 cm. A **Figura II.6.3-2** ilustra o resultado da simulação referente à Fase III, no verão.

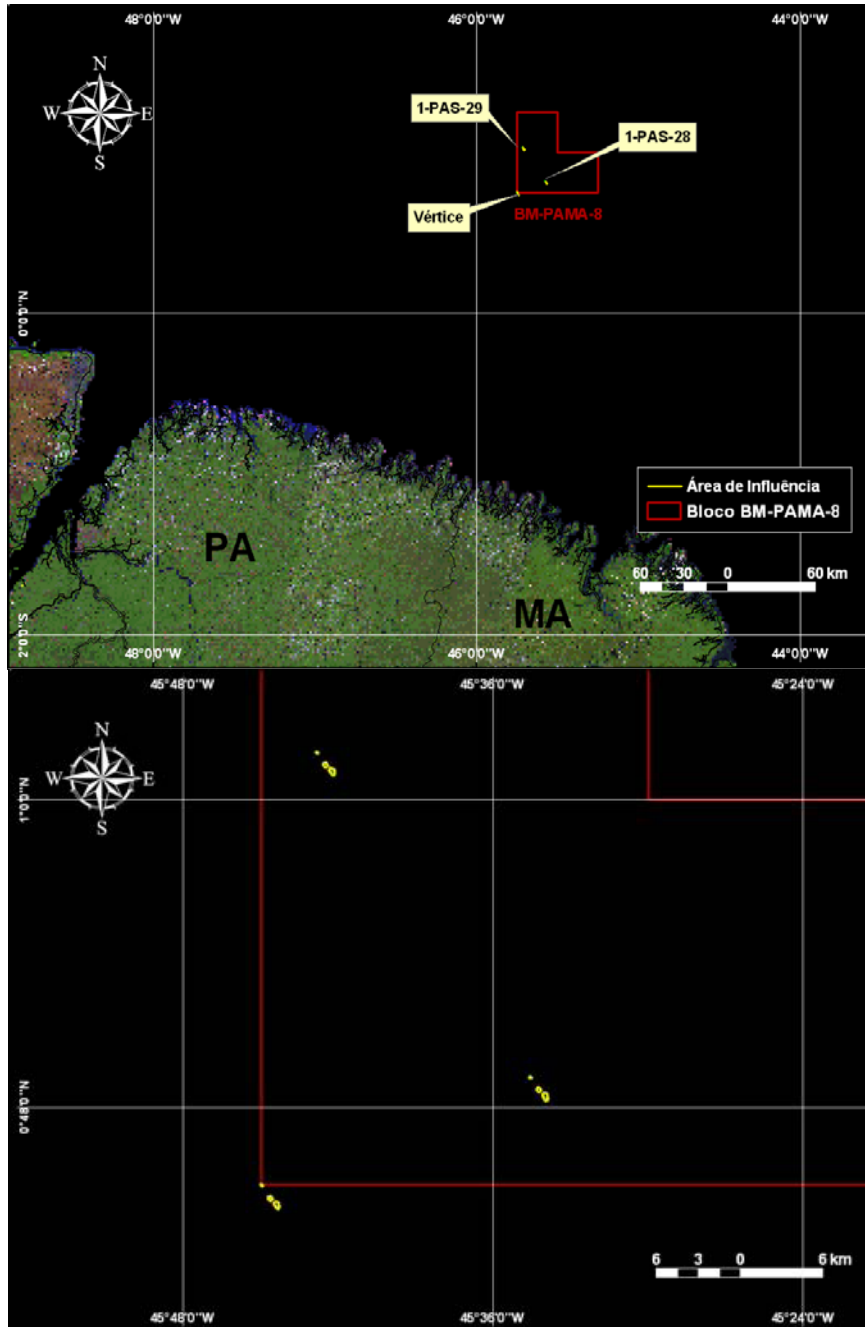


**Figura II.6.3-2** - Área de abrangência e contornos de espessuras médias calculadas para o descarte de partículas do Poço 1-PAS-28, ao final da Fase III (diâmetro de 17½", com riser), no período de verão.

O resultado das simulações nas fases seguintes, Fases IV e V, apresentaram espessuras inferiores a 1 mm em todos os cenários de verão e inverno, à exceção da



Fase IV cuja espessura foi de 0,1 cm e concentrou-se, em média a 1.700 m a leste-sudeste do ponto de descarte, abrangendo uma área de aproximadamente 42.911 m<sup>2</sup>.



**Figura II.6.3-3** - Área de influência total de 231.872 m<sup>2</sup>, considerando espessuras iguais ou superiores a 1 mm, ao final das operações de descarte no Bloco BM-PAMA-8 no período de inverno.



De acordo com o resultado das modelagens, os impactos causados na qualidade do sedimento restringem-se às proximidades dos pontos de descarte, caracterizando-se como impacto **local** como pode ser observado na **Figura II.6.3-3**, onde estão representadas as áreas de influência total dos descartes simulados para o poço 1-PAS-28.

Desta forma, o impacto de descarte e deposição dos cascalhos sobre a qualidade do sedimento pode ser classificado como de natureza **negativa**, incidência **direta**, de duração **temporária**, **indutor** dos impactos incidentes sobre o meio biótico, **parcialmente reversível**, considerando a possível permanência de algumas partículas de cascalhos depositadas no assoalho oceânico e de **curto prazo**. A **magnitude** foi identificada como **média**, pois altera o meio de forma mensurável, porém não afetando sua integridade. Assim, devido ao caráter local e temporário deste impacto, sua **importância** foi avaliada como **pequena**.

**2) Alteração da qualidade da água devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido.**

Fase de ocorrência: Operação

Para a avaliação dos possíveis impactos do descarte do cascalho e fluido de perfuração aderido é necessário considerar os diferentes padrões de dispersão do cascalho contaminado pelos dois tipos de fluidos empregados, e conseqüentemente sua maior ou menor permanência na coluna d'água, além de sua toxicidade.

Como citado anteriormente, o tipo (base) do fluido de perfuração influencia diretamente no comportamento do cascalho após seu descarte para o mar. O cascalho proveniente de uma perfuração realizada com fluidos à base de água se dispersa pela coluna d'água e vai sendo "lavado" em seu percurso de descida até assentar no fundo do mar (SCHAFELL, 2002). Por outro lado, quando a atividade de perfuração envolve fluidos de base não aquosa, o cascalho tende a se agregar em "blocos" ou "placas" que não se dispersam na coluna d'água e afundam rapidamente, permanecendo pouco tempo na coluna d'água (PAMPHILI, 2001; MCFARLANE *et* NGUYEN, 1991 *apud* SCHAFELL, 2002).

Apesar disso, devido à grande profundidade do Bloco BM-PAMA-8 a taxa de deposição de cascalho no fundo oceânico é muito pequena, como descrito no item anterior, com isso tanto os descartes realizados com fluidos de base aquosa quanto os com fluidos de base sintética aderido apresentam grande dispersão na coluna d'água e seus impactos devem ser quantificados, principalmente, considerando as correntes marinhas locais, que influenciarão diretamente a dispersão dessa pluma, e a toxicidade do material descartado, que afetará a qualidade da água e a biota local.

O despejo de cascalho por si só apresentaria somente um aumento da turbidez da coluna d'água. Entretanto, o fluido de perfuração aderido a este material particulado, devido à complexa constituição química como resultado de diversos procedimentos operacionais, pode conter desde biocidas a metais pesados como mercúrio, chumbo, cobre, cádmio e zinco (PATIN, 1999), o que alteraria a qualidade da água no local pelo incremento de constituintes químicos incomuns a esta.

No momento do descarte de cascalho no mar, são esperadas possíveis alterações na transparência da água. No caso das perfurações no Bloco BM-PAMA-8, para representar as concentrações de sólidos na coluna d'água referentes aos fluidos de perfuração, foram selecionadas duas fases de perfuração: Fase II (sem *riser*, excedente) e Fase III (com *riser*). Estas fases foram selecionadas para representar o cenário mais crítico das fases sem e com *riser*, devido ao maior volume de descarte, totalizando 185 m<sup>3</sup> na Fase II e 198 m<sup>3</sup> na Fase III, além de serem as fases onde os fluidos de perfuração utilizados (STA e BR-MUL) apresentam maior concentração de sólidos.

Conforme detalhado no item *Aspectos Teóricos* do Relatório de Modelagem, apresentado no **Anexo II.6-1** desse RCA, o sistema de modelagem adotado utiliza três estágios independentes, porém integrados para a simulação do transporte e dispersão dos materiais descartados na coluna d'água. Assim, a partir dos resultados apresentados para os estágios 1 (convectivo dinâmico descendente/ascendente) e 2 (colapso dinâmico) da pluma, observa-se que no caso do fluido BR-MUL, utilizado na fase III, a influência do descarte de sólidos,

acima dos valores de toxicidade mais restritivos (CENO), não ultrapassa a distância de 2 m do ponto de descarte no verão e 1,5 m no inverno.

Para o fluido STA, utilizado na fase II, no inverno, a influência do descarte de sólidos, acima dos valores de toxicidade mais restritivos (CENO), não ultrapassa a distância de 7,0 m do ponto de descarte, enquanto que no verão este valor alcança 13 metros. A partir dos resultados apresentados para os estágios 1 e 2 da pluma englobando todas as fases, constata-se que, em uma distância inferior a 13,0 m do ponto de descarte, as concentrações de sólidos já alcançaram os valores do teste de toxicidade mais restritivo (CENO). Estando as altas concentrações muito próximas ao ponto de descarte e possuindo permanência na coluna d'água limitada ao período do próprio descarte.

Portanto, de acordo com o resultado das modelagens, os impactos causados a qualidade da água também ficam restritos às proximidades dos pontos de descarte, caracterizando-se como impactos locais.

Desta forma, o impacto de descarte de cascalhos e fluido de perfuração aderido sobre a qualidade da água pode ser classificado como de natureza **negativa**, incidência **direta**, **local**, de duração **temporária**, **indutor** dos impactos incidentes sobre o meio biótico, **reversível** e de **curto prazo**. A **magnitude** foi identificada como **média**, visto o caráter mensurável deste impacto e a **importância** avaliada como **pequena**.

### ***3) Alteração da qualidade do ar em função das emissões de gases dos motores e teste de formação.***

#### ***Fase de ocorrência: Operação***

Os principais poluentes atmosféricos a serem emitidos serão os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e de enxofre ( $\text{SO}_x$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), material particulado (MP) e hidrocarbonetos totais de petróleo (THP) (JWEL, 2001).

Como em todo processo de combustão, são inevitáveis emissões de alguns gases. No entanto, as emissões atmosféricas das atividades *offshore* são normalmente desconsideradas em diversos projetos, como os da costa do Canadá (PATIN, 1999), visto que tais compostos são dispersos rapidamente a níveis não detectáveis.

O **Quadro II.6.3-3** apresenta os principais poluentes atmosféricos previstos para serem emitidos durante a atividade da unidade de perfuração.

**Quadro II.6.3-3** - Média mensal de poluentes atmosféricos emitidos pelas unidades de perfuração NS-21, medidas entre janeiro e julho de 2009.

Poluentes	Emissão (kg/h)
NO <sub>x</sub>	205,82
CO	47,06
SO <sub>2</sub>	69,36
CO <sub>2</sub>	9.944,80
CH <sub>4</sub>	6,05
MP	6,05

Fonte: SIGEA – Petrobras (2009). Emissões da NS-21 no período de janeiro a julho de 2009

Considerando-se as informações disponibilizadas acima, avalia-se o impacto de emissões de gases pelo Bloco BM-PAMA-8 como **negativo**, **direto** e **temporário**, uma vez que seus efeitos cessam em uma escala de tempo conhecida. É avaliado como de **curto prazo**, pois a emissão é concomitante ao início das atividades de perfuração, e **regional**. Quanto à reversibilidade, o impacto foi considerado como **reversível**, devido ao pequeno volume de gases lançado no ambiente.

O impacto ainda é avaliado como **indutor**, visto a influência dos gases estufas no aquecimento global. Quanto à magnitude, considerando o incremento de gases à atmosfera e a conseqüente mudança em sua composição, o impacto foi classificado como de **média magnitude**, pois altera a qualidade do fator ambiental afetado, sem comprometer sua integridade. Assim, a partir dos atributos da avaliação sua **importância é média**.

#### ***4) Alteração da qualidade da água devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares.***

##### ***Fase de ocorrência: Instalação, Operação e Desativação***

Durante todas as fases de desenvolvimento da atividade - instalação, operação e desativação - as embarcações de instalação e apoio e a unidade de perfuração descartarão no mar efluentes oleosos, sanitários e resíduos alimentares após devido tratamento.

Os descartes de efluentes sanitários e resíduos alimentares no entorno da unidade de perfuração e das embarcações de apoio poderão acarretar em um incremento temporário na concentração de alguns nutrientes na água do mar (MARIANO, 2007). Antes de serem descartados, os efluentes sanitários serão tratados em sistemas de tratamento específicos, de acordo com as normas ambientais estabelecidas. Esta atividade atenderá tanto aos princípios estabelecidos na Convenção MARPOL (73/78) e nas NORMAM's (Normas da Autoridade Marítima), especificamente a NORMAM 07, Capítulo 2, Seção III, que trata da poluição no mar, quanto ao preconizado na Resolução CONAMA N° 357/2005. Dessa forma, os descartes serão realizados obedecendo aos limites da legislação ambiental aplicável.

As águas oleosas serão tratadas em separadores água e óleo e lançadas com teor máximo de 15 ppm de óleo, de acordo com as normas ambientais visando atender tanto aos princípios estabelecidos na Resolução MEPC 107, Anexo XIII da Convenção MARPOL 73/78 e nas NORMAMs (Normas da Autoridade Marítima), especificamente a NORMAM 07, Capítulo 2, Seção III, que trata da poluição no mar, quanto ao preconizado na Resolução CONAMA N° 357/2005.

As especificações técnicas dos sistemas de controle ambiental instalados na unidade marítima de perfuração NS-21 estão apresentadas a seguir e estes foram dimensionados para atender à capacidade de acomodação máxima dessa unidade, 120 pessoas. O sistema de tratamento de efluentes é composto por uma

unidade OMNIPURE - 12MX, aprovada pela IMO. Esta unidade opera por batelada e possui um tanque de urgência com capacidade para armazenar 28,4 m<sup>3</sup> de efluente. A eficiência do sistema é de 100%, uma vez que não sendo atingido os padrões mínimos exigidos, todo o efluente é recirculado para novo tratamento.

O triturador de alimentos da unidade é da marca TUFFGUT-Modelo E Grinder com sistema de lavagem, em conformidade com o Anexo VI da MARPOL.

O separador de água e óleo é de fabricação da empresa Hamworthy (UK) Modelo # HS2.5 MK II + Monitor OCD CM. Esta unidade vem equipada com medidor de concentração de teor de óleos e graxas (TOG) que controla a qualidade do efluente que será lançado no mar, assegurando que a concentração de TOG esteja abaixo de 15 ppm. No caso do TOG presente no efluente exceder a 15 ppm, a unidade automaticamente interrompe a descarga para o mar e soa o alarme na Sala de Controle de Lastro.

As quantidades de efluentes sanitários e resíduos alimentares geradas pontualmente, em decorrência do efetivo a bordo, aumentarão a disponibilidade de nutrientes e a turbidez da água, impactando a qualidade da água local. Por outro lado, a alta dinâmica de correntes na região do Bloco BM-PAMA-8, composta, principalmente, pela influência da Corrente Norte do Brasil (CNB) nas camadas mais superficiais e ao fluxo associado à Água Central do Atlântico em camadas mais profundas, irá dispersar rapidamente os efluentes lançados, diluindo-os e favorecendo sua dispersão.

Ressalta-se que os resíduos alimentares são triturados até que as partículas atinjam dimensões menores que 25 mm. Os resíduos triturados são diluídos em água para que sejam lançados ao mar pelas unidades marítimas – unidade de perfuração e embarcação de apoio, o que facilita a sua degradação. Os descartes serão realizados respeitando-se a legislação ambiental e as NORMANS aplicáveis, que preconizam que o lançamento somente é permitido a partir de uma distância mínima de 12 milhas náuticas da costa.

Quanto aos efluentes oleosos, estes são lançados com concentração de óleos e graxas igual ou inferior a 15 ppm, conforme mencionado. Para garantir essa concentração, os equipamentos Separadores de Água e Óleo são equipados com um sensor para alarme, em caso de concentrações superiores a 15 ppm. Nesta situação, o efluente retorna ao tanque de armazenamento para receber novo tratamento.

A avaliação do impacto relacionado aos descartes dos efluentes e dos resíduos alimentares a serem gerados pela atividade classificou-o como **negativo, direto, local** e de **curto prazo** em todas as fases das atividades. Trata-se também de um impacto **reversível e temporário**, pois o ambiente retornará às condições anteriores assim que cessar a ação que promove o impacto. É, entretanto, classificado como **indutor**, devido às alterações que pode ocasionar nas comunidades biológicas, interferindo na cadeia trófica local. Desta forma, este impacto é avaliado como de **média magnitude**, pois embora a qualidade da água seja alterada em níveis mensuráveis, a integridade do corpo d'água não é comprometida, resultando, portanto, em um impacto de **pequena importância**.

Ressalta-se que a identificação e respectiva avaliação deste impacto considera que os sistemas de tratamento existentes na unidade de perfuração e embarcação de apoio estarão funcionando adequadamente.

### ***Meio Biótico***

#### ***5) Alteração da biota marinha por introdução de espécies exóticas***

##### ***Fase: Instalação***

Espécies exóticas ou invasoras (também conhecidas como: não indígenas ou indesejáveis) são organismos ou qualquer material biológico capaz de propagar espécies, incluindo sementes, ovos, esporos, entre outros, que entram em um ecossistema onde não havia registro anterior de sua ocorrência (Committee on Ships' Ballast Operations, 1996 *apud* SILVA *et al.*, 2004).



A introdução de uma espécie exótica em um ambiente depende de uma série de fatores, entre eles o transporte do ambiente de origem para um ambiente receptor com condições favoráveis para o desenvolvimento desta espécie. Eventualmente, o ambiente receptor é tão favorável ao desenvolvimento da espécie que as taxas de crescimento e reprodução da espécie elevam-se de forma descontrolada podendo acarretar grandes desequilíbrios no ambiente.

Durante o processo de traslado da unidade de perfuração, dependendo da locação a partir de onde a unidade se deslocará, pode ocorrer a introdução de espécies exóticas ao ambiente local, através da água de lastro e/ou das bioincrustações (FERREIRA et al., 2004).

A introdução através da bioincrustação pode ocorrer pelo transporte involuntário de organismos incrustados nas partes submersas das unidades de perfuração, entre uma locação e outra, que podem liberar suas larvas em qualquer ponto do trajeto de deslocamento (FERREIRA op. cit.).

Atualmente são adotadas medidas preventivas estabelecidas pela IMO (International Maritime Organization), segundo a qual, toda embarcação deverá lastrear e deslastrear ao longo do percurso entre seu porto de origem e o seu destino. Este procedimento reduz consideravelmente as chances de introdução de espécies exóticas eventualmente presentes na água de lastro.

Além disso, a grande maioria das espécies eventualmente presentes na água de lastro não sobrevive à viagem por conta do ciclo de enchimento e despejo do lastro, e das condições internas, geralmente hostis à sobrevivência dos organismos. Mesmo para aqueles que continuam vivos após o traslado e são lançados ao mar, as chances de sobrevivência em novas condições ambientais, incluindo ações predatórias e/ou competições com as espécies nativas, são bastante reduzidas (MMA, 2008). Assim, a probabilidade de ocorrência deste impacto pode ser considerada muito baixa.

Apesar disso, caso haja a ocorrência da introdução bem sucedida de espécies exóticas, este impacto é identificado como **negativo**, de incidência **direta**, podendo apresentar um cenário de abrangência **extrarregional**, e ser



**permanente, de médio prazo e irreversível.** Quanto à magnitude, é avaliado como de **alta magnitude** e, portanto, de **alta importância**, em função da alteração ambiental decorrente. Este impacto também foi classificado como **indutor**, por ter potencial de alterar o ambiente receptor como um todo.

### **6) Alteração das comunidades nectônicas devido à presença física da unidade de perfuração**

#### **Fase de ocorrência: Instalação, Operação e Desativação**

A existência e a presença física de uma estrutura tridimensional artificial, como uma unidade de perfuração, favorecem a fixação de comunidades biológicas incrustantes. A presença dessa comunidade incrustante estimula o desenvolvimento de sucessão ecológica no entorno da unidade de perfuração. A unidade funciona de forma análoga a um “recife artificial temporário”, fornecendo abrigo, através do sombreamento, e substrato para fixação de organismos incrustantes que por sua vez atraem espécies pelágicas em busca de alimento e proteção.

Stanley e Wilson (2000 *apud* ECORIGS & LOUISIANA UNIVERSITY MARINE CONSORTIUM , 2008) reportaram que 10.000 a 30.000 peixes adultos residem ao redor de uma única plataforma. A atração é mais significativa entre as espécies pelágicas que realizam grandes deslocamentos (JABLONSKI *et al.*, 1998), sendo manifestada principalmente por várias espécies de grandes pelágicos, a exemplo das espécies que ocorrem na área dos Blocos como *Cynoscion acoupa* (pescada amarela), *Scomberomorus brasiliensis* (serra), *Macrodon ancylodon* (pescada-gó) e *Lutjanus spp* (pargos). Como consequência da formação desta nova comunidade, reporta-se que a biomassa de peixe por unidade de área, em uma única plataforma, é 10 vezes maior do que em áreas protegidas contendo recifes de coral (ECORIGS & LOUISIANA UNIVERSITY MARINE CONSORTIUM, *op. cit.*).

Outro grupo zoológico que freqüentemente é atraído por essas estruturas é o dos cefalópodes (lulas) que possuem fototactismo positivo, concentrando-se principalmente em períodos reprodutivos. Com relação aos cetáceos e quelônios, existem poucas informações documentadas sobre o efeito da presença de uma

unidade de perfuração nas áreas de ocorrência destes organismos (ANALYTICAL SOLUTIONS, 2005).

Assim, analisando a presença da unidade de perfuração com relação à comunidade nectônica, este impacto qualifica-se como **negativo**, **extrarregional**, considerando a ocorrência de espécies migratórias na composição da comunidade nectônica presente, **direto** e de **curto prazo**. Relativamente à cumulatividade, é um impacto **indutor**, pois o adensamento de organismos nectônicos nessa área pode ser um fator de atração para a atividade pesqueira e para organismos de outros níveis da cadeia trófica. Entretanto, ressalta-se que no caso da presente atividade, a atração será preferencialmente relacionada aos efeitos de sombreamento e possibilidade de abrigo.

Estes impactos se refletirão de maneira **temporária** e **reversível**, já que bastará o descomissionamento/remoção da unidade de perfuração para que ocorra o retorno do ambiente às condições anteriores. O impacto foi identificado como de **média magnitude**, visto que seu efeito ocorrerá a nível populacional, a partir de alterações principalmente na reprodução e abundância dos grupos, e assim de **média importância**, visto ser **extrarregional** e temporário.

Com a retirada da unidade de perfuração da locação, cessarão os estímulos à agregação de fauna nectônica descritos na fase de instalação (presença física da unidade, o descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares). Desta forma, espera-se que a fauna nectônica agregada no entorno de cada unidade seja novamente dispersada, retornando o ambiente rapidamente à condição anterior a atividade, caracterizando a cessação deste impacto.

### ***7) Alteração da comunidade bentônica devido à presença física da unidade de perfuração***

#### ***Fase: Operação***

A presença do navio-sonda e das estruturas submarinas oferecendo novos substratos de fixação para organismos sésseis são fatores de indução de alterações na distribuição da comunidade bentônica local.

Grande parte dos organismos bentônicos reproduz-se por larvas. Estas se movimentam na coluna d'água até que encontrem um substrato consolidado para se fixar. O tempo de permanência de uma larva na coluna d'água está diretamente relacionado ao seu período de dispersão (VENTURA & PIRES, 2002), que pode variar de poucas horas até dois meses a um ano, dependendo da espécie (SCHELTEMA, 1971).

A disponibilização de novos substratos permitirá, portanto, a fixação de larvas de organismos bentônicos, induzindo a simulação de sistemas recifais pela formação de uma comunidade incrustante (BULL *et al.*, 1997 e HOSTIM SILVA *et al.*, 2002). Destaca-se ainda que o grupo dos organismos bentônicos é bem diverso, englobando desde formas microscópicas, como fungos, microalgas e bactérias a animais maiores, como caranguejos, moluscos, e esponjas, possuindo um importante papel no fluxo de energia das cadeias tróficas de ambientes marinhos.

Assim, considerando as características da comunidade bentônica e, principalmente, do navio-sonda que estará disponível no local, classifica-se este impacto como **negativo, direto** sobre a comunidade bentônica, **local**, ocorrendo de forma imediata até **curto prazo**. É ainda identificado como impacto **indutor** porque acarreta em impacto no nécton devido ao estímulo no desenvolvimento da sucessão ecológica.

Este impacto foi considerado, ainda, **reversível** e **temporário**, pois quando o navio-sonda sair da locação definida levará consigo toda a comunidade incrustada na estrutura, retornando o ecossistema às condições locais anteriores. O mesmo foi considerado de **média magnitude**, uma vez que ocorrerá alteração a nível populacional com o aumento do número de organismos, e **pequena importância**.

### ***8) Alteração das comunidades bentônicas devido ao descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido***

#### ***Fase de ocorrência: Operação***

As comunidades bentônicas são amplamente utilizadas para detectar os possíveis efeitos de poluentes no meio marinho ao longo do tempo, por serem

sésseis e apresentarem grande diversidade de espécies possuindo sensibilidade diferenciada, tornando possível a identificação de efeitos subletais pela simples mudança na estrutura da comunidade (GRAY *et al.*, 1990; CURRIE & ISSACS, 2005).

Os organismos bentônicos podem apresentar maior ou menor mobilidade, em função de suas características. Alguns são sésseis, permanecendo fixos a alguma estrutura dura, outros apresentam pouca mobilidade em virtude de viverem enterrados no sedimento (infauna), entretanto, outros vivem sobre o sedimento e apresentam mobilidade considerável. No caso da deposição do cascalho de perfuração, os organismos mais impactados serão aqueles sésseis e de pouca mobilidade. Alterações no sedimento ou na camada de água adjacente podem constituir impactos significativos para estes organismos.

As conseqüências ecológicas do descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido dependerão de uma gama de fatores como: a quantidade de material descartado, a natureza química e física dos descartes, a profundidade da água, e das condições oceanográficas prevalentes ( DAVIES & KINGSTON, 1992 *apud* CURRIE & ISSACS, 2005). O impacto também depende da vulnerabilidade da própria comunidade bentônica (CURRIE & PARRY, 1999).

Independentemente do tipo de cascalho, diversos estudos tem demonstrado que estes se depositam e recobrem os sedimentos próximos ao ponto de descarte (DAVIES & KINGSTON, 1992, DAVIES, & RAFFAELLI, 1990; MENZIE, MAURER, & LEATHEM, 1980 ; NEFF, 1981 *apud* CURRIE & ISSACS, 2005; CORRÊA *et al.*, 2009). Uma revisão de estudos analisando dados de comunidades bentônicas sugere que os efeitos da exploração de óleo e gás em *offshore* são localizados e de pequena importância ( BLACK *et al.*, 1994 *apud* CURRIE & ISSACS, 2005).

Do ponto de vista toxicológico o cascalho por si só não apresentará ameaças aos organismos bentônicos, porém poderá apresentar efeito mecânico acarretando no soterramento e/ou asfixia destes (PATIN, 1999). Porém, os resíduos de perfuração relacionadas a atividade *offshore* se tornam perigosos ao

ambiente quando contaminados com componentes tóxicos dos fluidos de perfuração. Assim poderá apresentar impactos de 2 naturezas distintas sobre o bentos: impactos químicos, decorrentes da presença do fluido aderido 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.

Provavelmente o maior impacto do descarte de cascalho contaminado com fluido de perfuração é proveniente dos metais contidos nos fluidos de perfuração. Estudos recentes têm confirmado esta problemática por sua facilidade de bioacumulação em tecidos e devido a sua biomagnificação ao longo das teias tróficas fazendo estes potenciais contaminantes de grande significância (ALMUZAINI e JACOB, 1996; ANDERSON *et al.*, 1997, PLASMAN, 1998 *apud* HOLDWAY, 2002). A contaminação de sedimentos mostra uma boa correlação com a redução da diversidade e com o aumento da toxicidade para os organismos aquáticos (HARTWELL *et al.*, 1998 *apud* HOLDWAY, 2002). De maneira geral, fatores estressantes sobre o bentos acarretam na redução da diversidade, mudança na estrutura da comunidade e dominância de espécies oportunistas (GRAY *et al.*, 1990).

As fases de perfuração em que o cascalho for lançado diretamente junto ao fundo são as que acarretarão um maior impacto sobre as comunidades bentônicas. Entretanto, as fases posteriores, nas quais o cascalho será lançado próximo à superfície, haverá uma diluição, sedimentação e deposição, que serão influenciados pela dinâmica local e a profundidade da coluna d'água.

Segundo a EPA (1999), as alterações nas comunidades bentônicas decorrentes da utilização de fluidos de base aquosa têm sido mais freqüentemente atribuídas a alterações físicas no sedimento e efeitos associados à estrutura da unidade de perfuração (comunidade incrustante) do que aos efeitos tóxicos (químicos). Em águas rasas, pode ocorrer a redução na densidade da fauna presente entre 100 e 200 m de lâmina d'água.

As fases iniciais da perfuração, que utilizam fluidos de base aquosa, acarretam menor impacto quanto ao aspecto químico, visto que este tipo de fluido é hidrossolúvel e a sua concentração no sedimento é menor (EPA, 1999). Considerando ainda que o fluido a ser utilizado nas fases iniciais contém apenas água do mar, pode-se inferir que não haverá impacto químico significativo sobre o bentos nas Fases I e II da perfuração dos poços no Bloco BM-PAMA-8.

É possível ocorrer um impacto químico mais significativo nas fases finais, quando comparadas às iniciais, principalmente pela maior área afetada pela deposição do cascalho devido ao maior volume de descarte.

O impacto bioquímico decorrente do lançamento do cascalho está relacionado ao processo de degradação dos compostos orgânicos que compõem os fluidos, especialmente sintéticos. Tais compostos, teoricamente, requerem alto consumo de oxigênio para sua degradação, tornando os sedimentos anóxicos. Em condições extremas, a redução do oxigênio no sedimento pode levar a morte de organismos da fauna bentônica, devido à depleção do oxigênio no sedimento. Todavia, quando as condições de anoxia começam a se reverter, pode ter início uma colonização do ambiente impactado por algumas poucas espécies oportunistas, que passam a dominar sobre outras. Esse comportamento justifica-se porque a biodegradação do fluido sustenta uma atividade bacteriana que leva a um aumento da densidade destes organismos da macrofauna.

Esta informação, no entanto, ainda não se encontra extensivamente documentada. Diante destes e outros fatores, o enriquecimento orgânico do sedimento tem sido considerado o impacto dominante do cascalho com fluido sintético (EPA, 1999).

Segundo a modelagem de cascalho, a espessura máxima de deposição nas fases sem *riser* é de 21,7 cm, no Poço 1-PAS-28, enquanto que nas fases com *riser*, esta espessura varia entre 0,17 e 0,02 cm.

Tendo em vista todos esses fatores e os resultados das modelagens, pode-se identificar que os impactos do descarte e deposição do cascalho e fluido de perfuração sobre as comunidades bentônicas serão **negativos, locais, diretos**

e/ou **indiretos**, considerando que a deposição de cascalho poderá ocasionar mudanças na granulometria do sedimento e, assim, ocasionar a diferenciação dos habitats destas comunidades. Este impacto configura-se como **permanente**, visto que poderá ocorrer a morte de organismos e **temporário**, devido à desestruturação da comunidade bentônica, de **curto prazo**, **parcialmente reversível**, considerando a recuperação da comunidade afetada após certo período de tempo; **simples** e **indutor**, pois passível de promover a contaminação de outros níveis tróficos; de **alta magnitude**, visto que poderá ocorrer mudanças a nível de comunidade, resultando em impacto de **alta importância**.

### ***9) Alteração das comunidades planctônicas e nectônicas devido ao descarte de efluentes sanitários e resíduos alimentares***

#### **Fase de ocorrência: Instalação, Operação e Desativação**

O lançamento de efluentes sanitários e restos de alimentos podem acarretar um aumento na disponibilidade de nutrientes na água no local de descarte. O aumento de nutrientes favorece o incremento da produtividade primária, gerando efeitos na cadeia pelágica local, desde os microrganismos (bactérias e protozoários), fitoplâncton, zooplâncton, ictioplâncton e nécton (NIBAKKEN, 1993). De qualquer forma, o efeito do lançamento só ocasionará essas alterações nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é o principal fator limitante para o crescimento do plâncton (LALLI & PARSONS, 1993).

O plâncton é a base da cadeia alimentar, servindo de alimento para diversos organismos, desde larvas de peixes (ictioplâncton) até organismos nectônicos adultos (YONEDA, 1999). Dessa forma, a disponibilização de alimento no ambiente poderá gerar um adensamento de organismos pelágicos, alterando a densidade da comunidade local, durante o período das atividades de perfuração, além destes organismos também serem atraídos pelo efeito do sombreamento provocado pela unidade de perfuração.

Conforme afirmado anteriormente na descrição do Impacto real nº 1 – *Alteração na qualidade da água devido ao descarte de efluentes oleosos*



*sanitários e resíduos alimentares*, a alta dinâmica da região do Bloco BM-PAMA-8 promoverá a rápida dispersão e diluição dos efluentes lançados.

Assim, o impacto da alteração da comunidade pelágica local, foi identificado como **negativo** no contexto ecológico, **direto, local, temporário**, de **curto prazo**, visto a resposta da comunidade planctônica quase imediata ao descarte de efluentes e resíduos na água e **reversível**, uma vez que com a interrupção dos lançamentos, as condições anteriores e a própria biota poderão ser restabelecidas em um intervalo de curto prazo. Sua **magnitude** foi identificada como **baixa** e, considerando ser um impacto local e temporário, a **importância** foi avaliada como **pequena**. Concorre para essa avaliação a forte hidrodinâmica no local do descarte, a grande distância em relação à costa (aproximadamente 180 km da costa do estado do Pará). Considerando-se a cumulatividade, esse impacto é identificado como **indutor** tendo em vista que a comunidade planctônica é a base da cadeia alimentar e que o aumento da comunidade nectônica no local pode ser um fator de atração da atividade pesqueira.

### ***10) Interferência com as comunidades nectônicas devido à operação da unidade de perfuração (geração de ruídos e luminosidade)***

#### **Fase de ocorrência: Instalação, Operação e Desativação**

As atividades *offshore*, como as perfurações marítimas, nas fases de instalação, operação e desativação geram ruídos (sons de baixa frequência e altos decibéis) que podem se propagar em um raio de até centenas de quilômetros (GORDON *et al.*, 1998 *apud* SIMMONDS *et al.*, 2003).

Desta maneira, os ruídos gerados pela unidade de perfuração, principalmente na fase de operação, são provenientes do próprio funcionamento do maquinário utilizado nas atividades de perfuração, sendo o tráfego de embarcações de apoio outra fonte importante de som antropogênico (MMC, 2008).

De acordo com a literatura, os mamíferos marinhos apresentam mudanças de comportamento devido a ruídos gerados por embarcações e outras fontes de som antropogênicos, essas alterações podem afetar a capacidade dos animais para



perceber o som produzido por outro mamífero e também dos pulsos para ecolocalização, ou mesmo impedir a detecção de importantes sons naturais, além da alteração do tempo de submersão e prováveis desvio de rotas migratórias (ROMANO *et al.*, 2004; NEDWELL *et al.*, 2003; HEATHERSHAW *et al.*, 2001).

No entanto, resultados do Projeto Mamíferos e Quelônios Marinhos, realizado através de convênio entre PETROBRAS, Projeto Baleia Jubarte e Projeto TAMAR, não indicaram a exclusão de cetáceos e quelônios de áreas de produção e perfuração da região da Bacia de Campos, local onde existe a maior concentração de plataformas de petróleo na costa brasileira (CENPES/TAMAR, 2005).

A iluminação seria outro fator a afetar a comunidade nectônica no entorno da unidade de perfuração. Assim como o ruído, o efeito da luminosidade da unidade durante a noite funcionaria como um fator de atração de organismos com fototactismo positivo, como lulas, alguns peixes e quelônios que seriam atraídos pela luz e ficariam mais susceptíveis a ataques de predadores. Embora se aceite esse efeito para lulas e algumas espécies de peixes, suas conseqüências são consideradas geralmente insignificantes (RÉ, 1984; RODRIGUES, 2002).

Salienta-se que a iluminação da unidade de perfuração estará posicionada para iluminar especialmente o convés o que, conseqüentemente, resulta em uma mitigação desse efeito e seu respectivo impacto.

Este impacto é **negativo**, de incidência **direta**, abrangência **local**, **temporário**, **reversível**, de **curto prazo** e **simples**, de **média magnitude**, considerando que a geração de ruídos poderá ocasionar distúrbios comportamentais nas populações envolvidas e, conseqüentemente, de **média importância**.

### ***11) Interferência com as comunidades nectônicas devido ao trânsito de embarcações.***

#### ***Fase de ocorrência: Instalação, Operação e Desativação***

O trânsito de embarcações de apoio para o transporte de cargas, suprimentos e tripulação a partir da base de apoio no Terminal Portuário de Tapanã, em Belém, até a área das atividades, durante as fases de instalação, operação e

desativação, pode causar interferência com a biota marinha, principalmente no que se refere aos mamíferos aquáticos.

O aumento do tráfego de embarcações motorizadas pode afugentar os mamíferos marinhos que utilizam a área para alimentação e/ou descanso assim como aumentar a possibilidade de ocorrência de acidentes envolvendo colisões (KLINOWSKA, 1991).

De acordo com a Seção II.5.2.5 (Mamíferos Marinhos), os mamíferos marinhos com ocorrência assinalada para a área de influência da atividade são o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*), peixe-boi amazônico (*Trichechus inunguis*), a baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*), a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*), a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), a baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*), a baleia-piloto-de-peitorais-curtas (*Globicephala macrorhynchus*), o boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*), o golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*), o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), baleia-minke-antártica (*Globicephala macrorhynchus*), boto-vermelho (*Inia geoffrensis*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), golfinho-comum (*Delphinus* sp.), golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), golfinho-de-Fraser (*Lagenodelphis hosei*), golfinho-de-Risso (*Grampus griseus*), golfinho-rotador (*Stenella longirostris*), orca-pigméia (*Feresa attenuata*) e tucuxi (*Sotalia fluviatilis*).

Neste contexto, destaca-se além da temporalidade da atividade, o baixo número de viagens realizadas semanalmente entre a base de apoio. De acordo com o Capítulo II.3 (Descrição da Atividade) estão previstas em média duas a três viagens por semana.

Este impacto foi identificado como **negativo, direto, regional**, já que sua influência extrapola as áreas adjacentes à unidade de perfuração ao abranger o espaço marítimo relacionado à rota de embarcações de apoio, **temporário, de curto prazo, irreversível, simples**. A **magnitude** é avaliada como **média**, visto que a possível morte de indivíduos poderá acarretar alterações a nível populacional, devido a taxa ineficiente de reposição de grupos como mamíferos e tartarugas marinhas. Com isso, a avaliação de **importância** resulta em **alta**.

## **Meio Socioeconômico**

### **12) Interferência com atividades pesqueiras devido à criação de área de restrição de uso (zona de segurança)**

#### **Fase de Ocorrência: Instalação, Operação e Desativação**

O Bloco BM-PAMA-8 está localizado a uma distância aproximada de 190 km da costa e em uma lâmina d'água média de 2.300 m. Nessa região não foi identificada atividade de pesca artesanal, apenas a possibilidade da presença de embarcações da frota industrial e semi-industrial, principalmente aquelas dedicadas, respectivamente, à captura de camarão e de serra, pargo e cações, podendo se estender a distâncias de 100 milhas da costa.

O único impacto efetivo e direto sobre a atividade pesqueira previsto corresponde à criação de uma área de exclusão à pesca definida por uma circunferência de raio de 500 metros localizada no entorno da unidade de perfuração por motivos de segurança operacional e à navegação. Entretanto, visto a vasta extensão oceânica sem restrição ao uso ao redor do Bloco e a esparsa distribuição de estruturas similares, este impacto não se mostra de grande relevância para a região.

Este impacto interfere sobre as dinâmicas de uso do espaço marítimo estabelecida pelos pescadores, e intensifica-se pelo efeito atrator que as estruturas flutuantes da plataforma exercem sobre algumas das principais espécies exploradas. Os peixes atraídos pelas condições mais favoráveis, deslocam-se de áreas onde a pesca é permitida para essa área onde não é permitido pescar (zona de segurança).

O impacto ambiental resultante dessa interferência foi classificado como **negativo, local, direto, temporário, curto prazo, reversível; e simples**. Mesmo considerando que a pesca industrial possui, de modo geral, uma atuação muito mais ampla (em termos de distância entre pescadores e porto de origem) do que as pescarias artesanais, considera-se que a **magnitude** do impacto gerado pela criação da área de exclusão será **baixa**. Sua avaliação quanto à importância resultou em impacto de **pequena importância**.

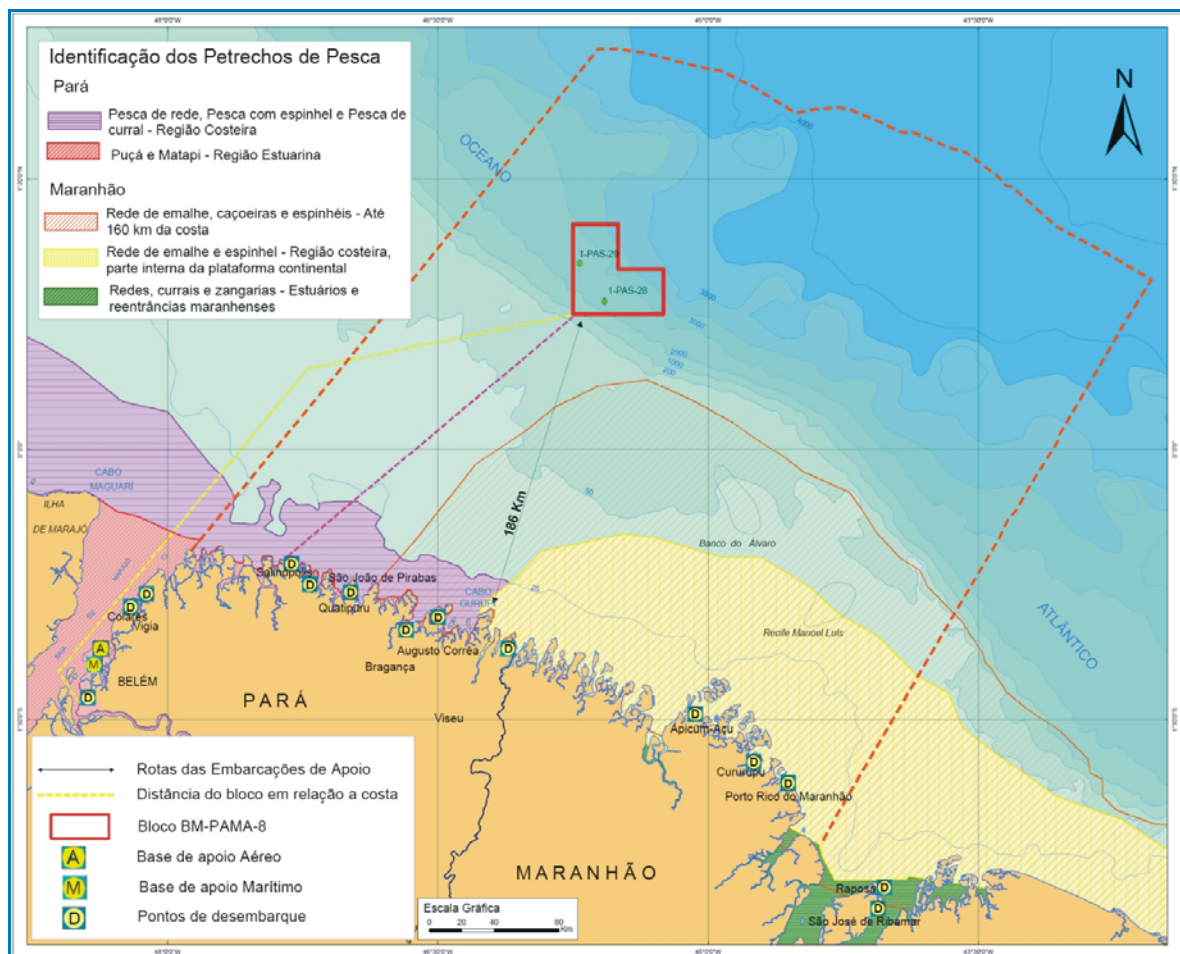
### **13) Interferência com atividades pesqueiras devido ao trânsito de embarcações de apoio.**

#### **Fase de Ocorrência: Instalação, Operação e Desativação**

O Bloco BM-PAMA-8 está localizado a aproximadamente 190 Km de distância da costa do estado do Pará. Para alcançar o bloco, embarcações de apoio à atividade partirão do Terminal Portuário de Tapanã (Belém) utilizando a rota marítima comercial estabelecida entre Belém e São Luís. Ao alcançarem o Golfão Marajoara, as embarcações seguirão na rota mais curta até a locação de destino. São previstas duas a três viagens semanais das embarcações de apoio entre a base de apoio e os blocos.

Apesar de não ser esperada interferência expressiva com o trânsito de embarcações pesqueiras, alguma interferência pode ocorrer durante o deslocamento das embarcações de apoio no trecho costeiro de sua rota, gerando algum conflito com as áreas de pesca (ver **Figura II.6.3-4**). Nesse sentido, podem, acidentalmente, ocorrer perdas de petrecho de pesca, situação para qual estão previstas medidas de indenização no âmbito do Projeto de Comunicação Social que prevê a substituição do material de pesca eventualmente danificado.

O impacto ambiental resultante é, portanto, considerado como **negativo, direto, local, temporário, curto prazo, reversível e simples**. O impacto foi avaliado, ainda, como de **baixa magnitude e pequena importância**.



**Figura II.6.3-4 - Áreas de pesca artesanal e rotas das embarcações de apoio, mostrando suas distâncias em relação ao Bloco BM-PAMA-8.**

#### **14) Sobrecarga na infra-estrutura de disposição final de resíduos devido à geração de resíduos sólidos e oleosos**

##### **Fase de Ocorrência: Instalação, Operação e Desativação**

Os resíduos sólidos gerados durante a atividade de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 serão transportados para a base de apoio terrestre e encaminhados para a destinação final adequada para cada classe de resíduo (Classe I, Classe IIA ou Classe IIB, segundo a NBR 10.004).

De modo geral, os resíduos sólidos podem ser separados em: material reciclável (papel e papelão, plásticos, sucata de ferro, madeira e vidros não

contaminados); materiais contaminados por óleo ou produtos tóxicos; lixo comum e outros resíduos perigosos (lâmpadas fluorescentes, resíduos hospitalares, etc.).

O processo de destinação de resíduos sólidos seguirá o Projeto de Controle da Poluição (Seção II.9.2), que está em atendimento à NT 08/2008, a legislação brasileira pertinente, além de seguir também o especificado pela Convenção MARPOL. Todos os resíduos sólidos serão devidamente segregados por classes de acordo com a Norma NBR 10.004, armazenados e transportados para terra onde serão gerenciados por empresas licenciadas pelo órgão ambiental responsável. Estas empresas estarão responsáveis pelo seu manejo, transporte e destinação final adequada, seguindo as determinações da legislação vigente, para cada categoria de resíduo.

Este impacto ambiental caracteriza-se, então, como **negativo**, por gerar uma sobrecarga à infra-estrutura pré-existente, principalmente considerando-se a disponibilidade limitada de áreas para a disposição adequada dos resíduos gerados. O impacto apresenta-se **direto, local, temporário, de curto prazo e reversível**, sendo considerado de **baixa magnitude e pequena importância**, uma vez que a geração de resíduos pelas atividades em licenciamento não alcançará um volume e movimentação expressivos tendo em vista o curto tempo de duração das atividades de perfuração e o fato de não serem atividades simultâneas.

Ressalta-se que o encaminhamento para destino final em terra torna este impacto **indutor** da pressão sobre o tráfego marítimo e rodoviário além de ser indutor também do aumento da demanda por bens e serviços e arrecadação tributária. Neste caso, o trecho entre a área do Bloco BM-PAMA-8 e a base em terra, e desta com as diferentes unidades receptoras dos resíduos gerados, seja para tratamento, reciclagem ou disposição final, sofrerão intensificação dos tráfegos marítimo e rodoviário, respectivamente.



## ***15) Manutenção dos postos de trabalho devido à demanda por mão-de-obra***

### **Fase de Ocorrência: Instalação, operação e desativação**

Pelas características e particularidades técnicas da atividade de perfuração no Bloco BM-PAMA-8, na Bacia do Pará-Maranhão, e o grau de especialização que esta demanda, é importante esclarecer que não serão gerados empregos diretos na região da área de influência, pois o projeto possui uma estrutura ocupacional própria, já existente, composta por trabalhadores especializados e que, de modo geral, já fazem parte de um grupo permanente ligado às empresas do setor. Esses postos de trabalho serão mantidos no período de sua operação, e não estão localizados na área de influência da atividade, uma vez que os trabalhadores são provenientes de várias partes do país, havendo inclusive trabalhadores do exterior.

Este impacto foi considerado como **positivo**, em função da manutenção dos postos de trabalho; **indutor** por aumentar o poder de consumo destes trabalhadores gerando também um incremento nas atividades de comércio e serviços, **direto, curto prazo, temporário, reversível, extrarregional**, visto a utilização de mão-de-obra de outras áreas do país e/ou trabalhadores do exterior de **baixa magnitude e pequena importância** devido à manutenção de postos de trabalho.

## ***16) Incremento das atividades de comércio e serviços devido à demanda de insumos e serviços***

### **Fase de Ocorrência: Instalação e Operação**

Na fase de instalação e operação da atividade, cuja duração total é estimada em 7 meses, em 2012, para a perfuração do Poços 1-PAS-28 e do Poço 1-PAS-29, será necessária a aquisição de peças, equipamentos diversos, produtos químicos e alimentos, além da contratação de serviços terceirizados, vinculados ou não à cadeia produtiva do setor de petróleo.

No que se refere aos serviços não diretamente vinculados ao setor petrolífero (reciclagem, tratamento e disposição final de efluentes líquidos e resíduos sólidos; fornecimento de alimentos; fardamento; equipamentos de segurança do trabalho e de proteção individual; manutenção elétrica, eletrônica e mecânica; serviços de consultoria ambiental; análises laboratoriais diversas; lazer, dentre outros), preferencialmente, deverão ser contratados na Área de Influência da atividade.

Entretanto, no estágio atual dos estudos, a demanda por bens e por serviços terceirizados, assim como os locais onde serão adquiridos/contratados, ainda não foram totalmente definidos, razão pela qual os impactos na Área de Influência da atividade são de difícil dimensionamento. No entanto, com base em atividades similares, pode-se prever que parte dos materiais, equipamentos e insumos deverão ser adquiridos em outros estados ou mesmo no exterior, ocorrendo o mesmo com alguns serviços técnicos especializados.

A demanda por bens e serviços decorrentes das atividades de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 é, portanto, um impacto identificado como **positivo, direto**, constituindo-se em fator **indutor** para a atividade econômica, tanto local como regionalmente. A **magnitude é média** tendo em vista o atual dinamismo da economia regional/local. Este impacto é identificado ainda como **direto, temporário, curto prazo, reversível, regional**, resultando em uma avaliação de impacto de **média importância**.

### ***17) Pressão sobre o tráfego marítimo, aéreo e rodoviário devido ao transporte de insumos e resíduos.***

#### **Fase de Ocorrência: Instalação e Operação**

Durante a fase de instalação e operação das atividades de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 serão necessários vôos de helicópteros para o transporte de pessoal alocado na atividade. A pressão sobre o tráfego aéreo, entretanto, é pouco expressiva, considerando o pequeno número de vôos (três vôos semanais) e o curto tempo de duração da atividade, não representando um significativo incremento ao tráfego aéreo já observado na região.



Durante a operação da atividade de perfuração, a movimentação de barcos de apoio entre o porto de apoio, Terminal Portuário de Tapanã, em Belém/PA e a unidade de perfuração, pode acarretar interferência no tráfego marítimo. No entanto são previstas a utilização de apenas duas embarcações de apoio, que realizarão em média de duas a três viagens semanais.

Considerando-se, entretanto, que as atividades de perfuração não serão concomitantes, e que terão duração máxima de 3 meses cada uma, não se prevê um incremento notável do tráfego marítimo da região.

Quanto ao aumento do tráfego rodoviário decorrente do transporte de insumos e de resíduos gerados pela atividade também será muito pequeno, principalmente quando comparado com o tráfego já existente na região e considerando a curta duração das atividades de perfuração que serão desenvolvidas.

O impacto ambiental resultante pode ser considerado como **negativo, direto, regional, temporário, curto prazo, reversível e indutor** sobre o impacto da pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo, aéreo e rodoviário. O impacto foi avaliado, ainda, como de **baixa magnitude e pequena importância**, devido, principalmente, a não concomitância das operações de perfurações nos dois poços e, secundariamente, ao fato da existência de regras de navegação e de aviação que prevêem procedimentos para situações de intensificação de tráfegos

### ***18) Pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo e logística portuária devido ao transporte de insumos e resíduos***

#### **Fase de Ocorrência: Instalação e Operação**

A atividade de perfuração no bloco BM-PAMA-8 exercerá pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo e portuária existente, uma vez que criará a necessidade de serviços de operação e de manutenção de embarcações de apoio e a utilização do Terminal Portuário de Tapanã como base de apoio. Como base de apoio sua principal função é a de proporcionar a logística para fornecimento, transporte e armazenagem de insumos e resíduos.

O impacto resultante pode ser considerado **positivo, indireto, local, temporário, reversível, curto prazo e indutor** pelo aumento da demanda por bens e serviços e arrecadação tributária. O impacto foi avaliado, ainda, como de **média magnitude**, considerando a manutenção empregos e **pequena importância**, devido à concentração das atividades apenas no Terminal Portuário de Tapanã (Belém/PA), já utilizado como apoio a outros empreendimentos e atividades da PETROBRAS.

### ***19) Aumento da receita tributária e incremento da economia local, estadual e nacional devido à geração de tributos relacionados a comércio e serviços***

#### **Fase de Ocorrência: Instalação e Operação**

A dinâmica da fase de instalação da atividade implicará no aumento da demanda por bens e serviços, conforme informado no detalhamento do impacto anterior, implicando no incremento da arrecadação de tributos nas esferas municipal, estadual e federal, aumentando as respectivas receitas.

Os tributos de competência federal ou estadual – Imposto de Renda, COFINS, PIS, Imposto de Importação, ICMS – que correspondem à maior parte do total de tributos a serem arrecadados nesta fase da atividade, são distribuídos entre os municípios de acordo com critérios que não dependem diretamente do local onde são arrecadados.

Na presente fase de elaboração do Estudo de Impacto não é possível estimar valores para os diversos tributos, pois os contribuintes são as empresas contratadas para executar os diversos serviços, sobre as quais não existem informações disponíveis.

Os impactos resultantes são avaliados com de pequena relevância, face ao volume a ser arrecadado, sendo avaliado, entretanto, como de grande importância, uma vez que a arrecadação de tributos implica sempre em um potencial incremento da capacidade de investimentos do poder público.

Este impacto foi identificado como **positivo, indireto, temporário, curto prazo, reversível, indutor, extrarregional**, visto a arrecadação tributária abranger níveis de receita estadual e federal, de **média magnitude** e resultando em impacto de **média importância**.

### ***Síntese Conclusiva dos Impactos Reais***

A síntese dos impactos reais é elaborada a partir da análise da matriz de avaliação dessa categoria de impacto (**Quadro II.6.4-1 - Matriz de Impactos Reais – Atividade de Perfuração Marítima no Bloco BM-PAMA-8, Bacia do Pará-Maranhão.**) apresentada ao final desta Seção. Foram identificados **19** impactos reais decorrentes de **17** aspectos relacionados às atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8, dentre estes impactos, **11** são referentes ao ambiente natural (meios físico e biótico) e **8** são referentes ao meio socioeconômico.

A matriz possibilita analisar de forma mais direta a abrangência e as características dos impactos relacionados. Observa-se na matriz, que a maioria dos impactos identificados foram considerados de **magnitude média e pequena importância**. Tendo em vista este resultado e o fato de que os impactos, em sua maioria, foram avaliados como **temporários e reversíveis**, pode-se supor que não deverá ocorrer comprometimento da qualidade ambiental da região em decorrência da realização das atividades de perfuração marítima, havendo reais possibilidades de restabelecimento das condições anteriores, após a desativação da operação.

Considerando-se a abrangência espacial dos impactos, as interferências sobre os meios físico, biótico e socioeconômico foram considerados, em sua maioria, como **locais**. Quanto à natureza dos impactos identificados e avaliados neste RCA, foram identificados **4** impactos estritamente **positivos**, todos sobre o meio socioeconômico.

Considerando a média magnitude da maioria dos impactos, as medidas de gerenciamento ambiental são fundamentais para garantir um adequado desempenho ambiental da atividade. Alguns dos impactos avaliados já deverão

ser mitigados através de procedimentos de controle ambiental previstos pela própria PETROBRAS. Outros se tornaram impactos irrelevantes, em decorrência dos próprios equipamentos e medidas de controle utilizados na unidade de perfuração. As medidas mitigadoras e potencializadoras que serão adotadas para os impactos identificados estão apresentadas na Seção **II.9 Medidas Mitigadoras e Compensatórias** deste RCA.

Cabe salientar que a geração de efluentes domésticos e de resíduos é inevitável em qualquer atividade de exploração marítima de petróleo e gás, mas de forma a minimizar os seus efeitos, são utilizados mecanismos de controle destes. Para tanto será implementado um Projeto de Controle da Poluição, apresentado neste RCA cujo escopo segue o estabelecido pela Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA N<sup>o</sup>. 08/08, visando assim atender às normas nacionais como a Resolução CONAMA N<sup>o</sup> 357/2005, e as internacionais, como a MARPOL.

Adicionalmente, para monitoramento e mitigação dos impactos serão implantadas medidas de gerenciamento ambiental, como os Projetos de Monitoramento Ambiental, de Comunicação Social e de Educação Ambiental dos Trabalhadores exigidos pelo CGPEG/DILIC/IBAMA e apresentados na Seção **II.9** deste RCA.

A partir desta análise, entende-se que, de modo geral, as atividades de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8, não deverão acarretar comprometimento da qualidade ambiental futura da região. Isso é garantido pela implantação de uma gestão ambiental adequada da atividade, abrangendo a execução dos projetos ambientais e o atendimento a legislação ambiental brasileira, além das normas internacionais referentes à atividade.

### **II.6.3.2 - Impactos Potenciais**

Os impactos descritos a seguir são aqueles que poderiam ocorrer no caso de um vazamento acidental de óleo no mar. A descrição desses impactos baseou-se nos resultados da modelagem de dispersão de óleo que considerou o *blowout* do poço de maior volume a ser perfurado na atividade de perfuração marítima no Bloco BM-PAMA-8, conforme mencionado anteriormente.

Considerando que os processos envolvidos no espalhamento da mancha e na degradação do óleo influenciam e interferem em todos os impactos relacionados a um evento acidental de vazamento de óleo, apresenta-se a seguir uma síntese sobre o comportamento do óleo no mar.

O óleo derramado no ambiente marinho forma uma fina camada sobre a superfície da água decorrente do seu espalhamento (NRC, 2002). Os componentes voláteis, que em geral são os mais tóxicos, rapidamente evaporam (FINGAS, 1994). Dentre estes compostos, destacam-se os BTEX (benzeno, tolueno, etileno, xileno) (EVERS *et al.*, 2004).

O óleo presente na coluna d'água está sujeito a uma diversidade de processos físicos, físico-químicos e biológicos – intemperismo - que contribuem para sua degradação e retirada do ambiente (PATIN, 1999). O intemperismo é responsável pela mudança das características físicas e químicas da substância presente na água, formando outros compostos diferentes do original (NRC, 2002).

Geralmente, o principal processo de remoção natural do óleo da superfície é a dispersão da mancha. A integridade da mancha é quebrada pela ação de ondas, em pequenas gotículas de 0,001 a 1 mm de diâmetro (EVERS *et al.*, 2004), estas pequenas gotas se mantêm na coluna d'água até serem degradadas pela flora microbiana (KINGSTON, 2002).

Além da dispersão, diversos processos poderão atuar sobre a mancha de óleo derramado, como a advecção. Este mecanismo, influenciado pela ação conjunta dos ventos, ondas e correntes provoca o deslocamento do material sobre a superfície da água, sendo as correntes as principais responsáveis por esse transporte (IPIECA, 2000).

Alguns hidrocarbonetos, presentes no óleo bruto, podem dissolver-se na água entrando em solução. Geralmente, o volume de óleo que se dissolve na água é menor que 1% do volume total do óleo derramado. Entretanto, esse processo é relevante devido aos componentes mais solúveis serem, potencialmente, aqueles tóxicos à biota como os HPA's (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos), os quais possuem alta permanência no meio e são conhecidos como produtos carcinogênicos (NRC, 2002).

Outro processo que interfere na dinâmica do óleo no mar é a emulsificação, este consiste na incorporação de gotículas de água (menores que 0,1 mm de diâmetro) ao óleo. Essa emulsão contém cerca de 20 a 80 % de água do mar e forma uma substância viscosa denominada “*mousse*” (EVERS *et al.*, 2004). A formação do *mousse* e sua estabilidade irão depender do tipo de óleo e das condições de mar (NRC, *op. cit.*). Durante condições de mar agitado, a emulsificação é acelerada, aumentando a extensão da mancha, sua persistência, densidade e viscosidade (KINGSTON, 2002), diminuindo assim a eficiência de retirada mecânica do óleo.

A adsorção do óleo flutuante ao material particulado em suspensão promove sua exportação para zonas mais profundas, provocando a contaminação em maiores profundidades devido a sua sedimentação (PATIN, 1999). Usualmente, as quantidades de óleo que sedimentam com o material particulado são pequenas e rapidamente biodegradadas por organismos bentônicos. Porém, em maiores quantidades, esta contaminação se mostra significativa, por não haver práticas eficientes de remediação (KINGSTON, 2002).

## **Meio Físico**

### **1) Alterações na qualidade da água devido ao vazamento acidental de óleo no mar**

#### **Fase de ocorrência: Operação**

Quando ocorre um vazamento de óleo no mar, a camada superficial da água é a mais afetada tendo sua coloração, odor e transparência alteradas, impedindo sua utilização até mesmo para a navegação. Com a possível ocorrência do processo de emulsificação, a alteração da qualidade da água pode perdurar por mais tempo, visto que a formação da “*mousse*” expande o volume original do material derramado (NRC, 2002). Porém, com o eventual adensamento do óleo, as partículas emulsificadas ficarão em subsuperfície dificultando o processo de evaporação, advecção e espalhamento da mancha (NRC, *op cit.*)

Conforme mencionado, a evaporação é um dos principais processos de retirada da massa de óleo da água, podendo ser responsável por mais que 75% da perda de volume do óleo derramado, para óleos leves (NRC, 2002). O principal fator que influencia a evaporação de hidrocarbonetos é a pressão de vapor e o peso molecular do composto. Hidrocarbonetos com baixo peso molecular, como aromáticos e alcanos leves têm maior taxa de evaporação (LAWS, 1993), enquanto que os asfaltenos, com peso molecular em torno de 10.000, são praticamente não sensíveis à evaporação (BISHOP, 1983), podendo este processo ser responsável por apenas 10% da perda de seu volume inicial derramado (NRC, *op cit*).

A fração hidrossolúvel do óleo contém uma gama de compostos que são considerados tóxicos a biota marinha por seu caráter carcinogênico (KINGSTON, 2002). Os hidrocarbonetos aromáticos são mais tóxicos que os alifáticos e os de peso molecular intermediário são mais tóxicos que os de alto peso molecular (NRC, 2002). Além dos hidrocarbonetos, os derramamentos de óleo introduzem metais e compostos orgânicos no ambiente, a maioria dos compostos apresenta enxofre, nitrogênio e complexos orgânicos contendo níquel e vanádio (HOLDWAY, 2002).

As condições meteorológicas e oceanográficas são responsáveis pelo comportamento e distribuição da mancha de óleo, e estes aspectos são utilizados para elaboração da modelagem matemática que procura prever este comportamento.

Para a determinação do volume correspondente à perda de controle do poço, foram consideradas as previsões de volume de *blowout* no poço de maior volume. O **Quadro II.6.3-4** apresenta o volume de pior caso adotado na simulação.

**Quadro II.6.3-4** - Vazão de pior caso do poço representativo da atividade de perfuração no Bloco BM-PAMA-8.

Ponto	Latitude	Longitude	VBO30D (m <sup>3</sup> )
Poço 1-PAS-28	0° 45' 00" N	45° 45' 00" W	132m <sup>3</sup> /dia por 30 dias

Fonte: Petrobras, 2009



Com base nas informações disponíveis para a área em estudo, foram realizadas simulações com o óleo do tipo ESS-123 Golfinho, similar ao que ocorre no Bloco BM-PAMA-8. Um óleo leve ( $^{\circ}$ API 30), conforme resultado da análise de suas características. O **Quadro II.6.3-5** sumariza os valores de densidade e viscosidade dinâmica do óleo previsto para ser encontrado nos reservatórios do Bloco BM-PAMA-8.

**Quadro II.6.3-5 - Características do óleo utilizado na simulação.**

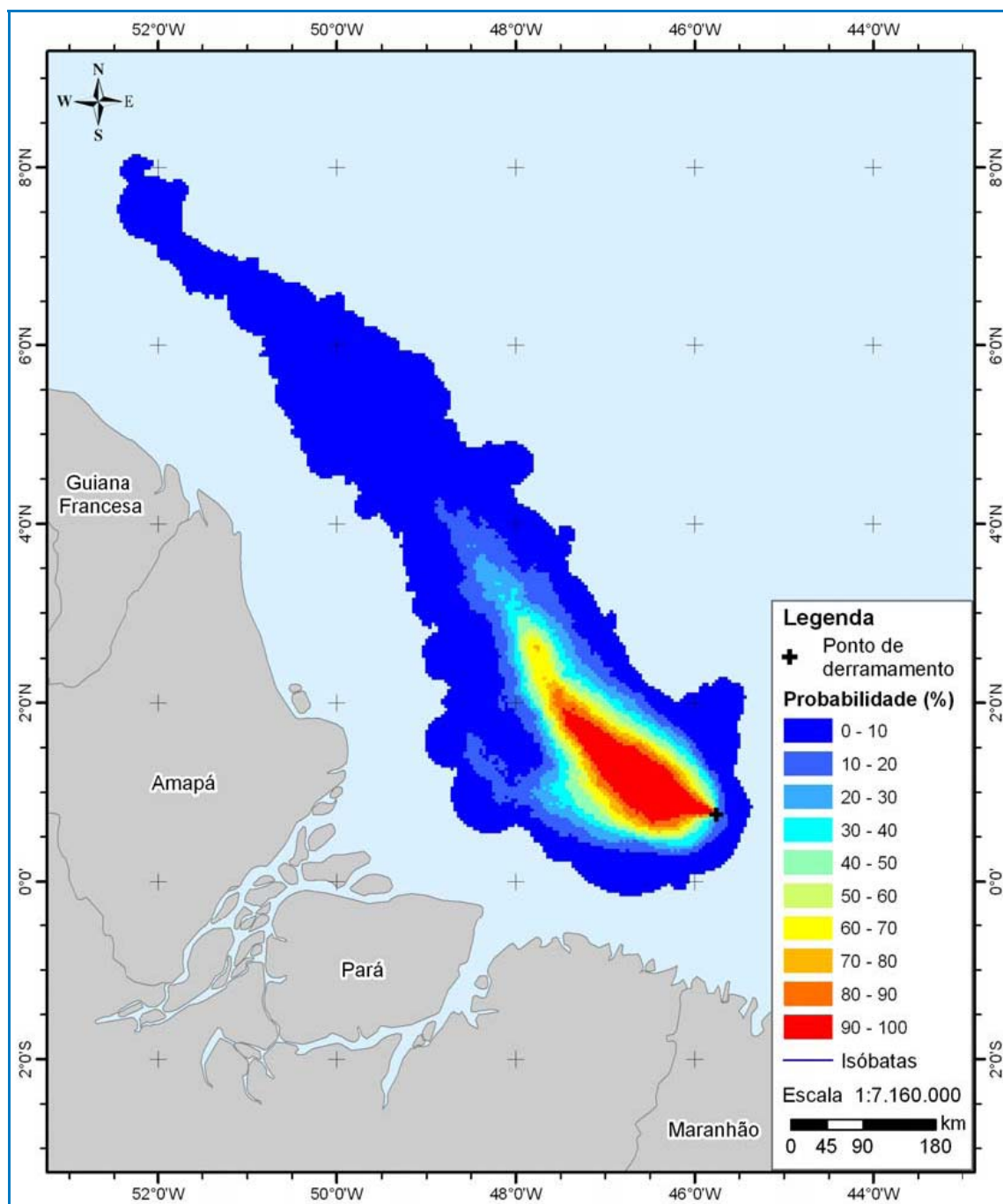
Parâmetro	Valor	Unidade	Temperatura ( $^{\circ}$ C)
API	30		
Densidade	0,8168	g/cm <sup>3</sup>	20/24
Viscosidade dinâmica	4,758	cP	25

Fonte: Petrobras.

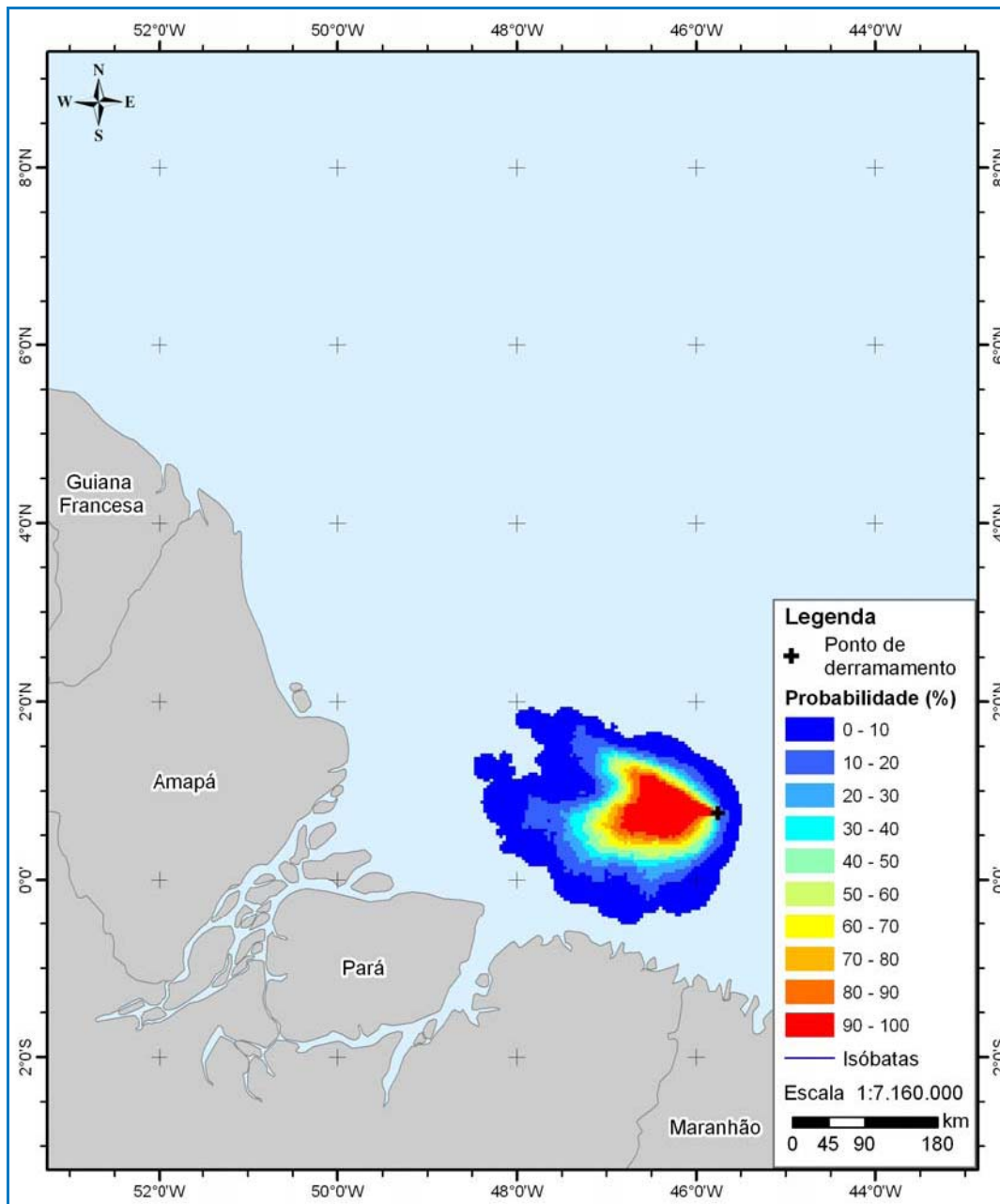
Para que se pudesse incorporar a variabilidade das forçantes meteoceanográficas presentes na região, foram realizadas, com o modelo OSCAR (*Oil Spill Contingency and Response*), 100 diferentes simulações para cada cenário (verão e inverno) nos diferentes volumes de vazamento 8 m<sup>3</sup>, 200 m<sup>3</sup> e o cenário de pior caso, 132 m<sup>3</sup>/dia ao longo de 30 dias, totalizando 3960 m<sup>3</sup>.

A partir das simulações realizadas foram determinadas as curvas de probabilidade de óleo na água, em condições de verão (**Figura II.6.3-5**) e em condições de inverno (**Figura II.6.3-6**).





**Figura II.6.3-5** - Área com probabilidade de óleo na superfície para a ocorrência do cenário de pior caso de VERÃO (Janeiro a Março). Volume de 132 m<sup>3</sup>/dia por 30 dias; critério de parada: 60 dias.



**Figura II.6.3-6** - Área com probabilidade de óleo na superfície para a ocorrência do cenário de pior caso de INVERNO (Junho a Agosto). Volume de 312 m<sup>3</sup>/dia por 30 dias; critério de parada: 60 dias.

Os resultados das simulações probabilísticas de pior caso demonstram que a deriva do óleo, no cenário de verão (**Figura II.6.3-5**), segue preferencialmente para Noroeste. Enquanto que, no cenário de inverno (**Figura II.6.3-6**), a deriva segue predominantemente para Oeste/Sudoeste. Em nenhum dos dois cenários, há a probabilidade do óleo atingir à costa.

Dentre as simulações determinísticas realizadas, previu-se que cerca de 80% do óleo é evaporado, 12% é sedimentado e 8% é degradado ao final da simulação de pior caso acompanhada por 60 dias. A máxima espessura encontrada em superfície é de 0,0035 mm, próximo ao ponto de derramamento.

Portanto, considerando-se as informações acima, e em função da grande área atingida pela pluma resultante das simulações, principalmente no cenário de pior caso de verão, este impacto é avaliado como **negativo**, de incidência **direta**, **temporário**, de **curto prazo**, **parcialmente reversível**, dependendo dos volumes passíveis de serem emulsificados, uma vez que as parcelas de óleo emulsificado são de difícil degradação e remediação; e de abrangência **extrarregional**.

Este impacto é **indutor** de interferências nas comunidades planctônicas, nectônicas e bentônicas presentes na área abrangida pelos contornos de probabilidade. Como a água é o meio em que a mancha de óleo se propaga, pode-se considerar a interação desse impacto ainda com os impactos causados aos meios socioeconômico (interferências nas atividades pesqueiras) e físico (alteração da qualidade do sedimento).

Por alterar a integridade desse compartimento este impacto foi classificado como de **alta magnitude**. Assim, a avaliação de importância resultou em impacto de **alta importância**, o que é corroborado pelo fato da área passível de ser afetada por um vazamento de óleo, segundo a modelagem, incluir áreas consideradas como de alta a extremamente alta prioridade de conservação e desta forma ser classificada como de grande importância ambiental, de acordo com MMA (2007).

## ***2) Alterações na qualidade do ar devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

### **Fase de ocorrência: Operação**

No caso de um incidente com vazamento de óleo, desde o início se forma uma pluma de vapor de hidrocarbonetos, devido a alta volatilidade dos

componentes do óleo de menor peso molecular, como os BTEX (benzeno, tolueno, etileno, xileno) (EVERS, 2004). Entretanto, a maior concentração desta pluma dar-se-á logo após a interrupção do vazamento, quando todo o volume de óleo estaria exposto à atmosfera.

De acordo com as concentrações de hidrocarbonetos dessa pluma, poderia ser formada uma pluma de *smog* fotoquímico com a presença de altas concentrações de material particulado fino e poluentes tais como: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e O<sub>3</sub>. Estes poluentes são provenientes do processo de degradação dos hidrocarbonetos. A decomposição destes compostos irá liberar para a atmosfera NO, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> e atuar na formação de compostos carbonílicos (aldeídos), cetonas, hidrocarbonílicos e dicarbonílicos, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos (incluindo nitrato peroxiacético), ácidos inorgânicos e, na presença de SO<sub>2</sub>, ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (WARK & WARNER *et al.*, 1998).

A pluma de *smog* acarreta uma série de impactos sobre a saúde humana, visto que há formação de partículas finas inaláveis de ácidos como o ácido sulfúrico e o ácido nítrico, de ozônio (que é também um gás de efeito estufa), assim como de dióxido de nitrogênio, que ao sofrer fotodissociação, cria condições para a geração de uma grande variedade de poluentes em combinação com os COVs (Componentes Orgânicos Voláteis) e o ozônio. Alguns deles podem causar irritação da garganta e dos olhos, a percepção de odores e a redução da visibilidade (WARK & WARNER *et al.*, 1998).

O impacto de um vazamento sobre a qualidade do ar foi considerado **negativo, direto, extrarregional**, devido a dispersão dos gases na atmosfera, extrapolando as áreas adjacentes à unidade de perfuração e os limites da Bacia do Pará-Maranhão; **temporário; curto prazo; indutor** de impactos na saúde humana e no clima do planeta; **parcialmente reversível**, pois as condições originais são parcialmente restabelecidas num horizonte temporal não previsível. A **magnitude** foi avaliada como **média**, pois a qualidade do ar é afetada sem, entretanto, comprometer a integridade desse compartimento. Porém, esse impacto foi avaliado como de **alta importância**.

### **3) Alterações na qualidade do sedimento devido ao vazamento acidental de óleo no mar**

#### **Fase de ocorrência: Operação**

Os processos de emulsificação e adsorção do óleo ao material particulado em suspensão promovem a exportação deste material para zonas mais profundas, provocando a contaminação da coluna d'água em maiores extensões de profundidade devido a sua deposição (PATIN, 1999; EVERS *et al.*, 2004). Estes dois processos são amplamente descritos na literatura (p. ex. KINGSTON, 2002; EVERS *et al.*, 2004; PATIN *op. cit.*), ratificando que o potencial impacto de um vazamento não se restringe à superfície do mar ou à linha de costa, mas também à coluna d'água e ao assoalho oceânico.

Usualmente, quando as quantidades de óleo que atingem o sedimento decorrentes de eventos acidentais são de pequena magnitude, ocorre uma rápida biodegradação por organismos bentônicos, evitando a contaminação do sedimento por um longo período de tempo (PATIN, *op. cit.*). Entretanto, em eventos acidentais de derramamento de grandes volumes, ocorre a retenção do óleo no sedimento (MARIANO, 2007), dificultando os processos de intemperismo que proporcionariam a sua retirada do meio. Nestes casos, a qualidade do sedimento é alterada pela introdução de substâncias químicas complexas como hidrocarbonetos e compostos metálicos e nitrogenados (ROSA, 2001; HOLDWAY, 2002).

Entre os processos que podem promover a retirada do óleo do sedimento citam-se a ressuspensão deste, por evento de fortes correntes ou turbulência, e a biodegradação das partículas de óleo, conforme mencionado. Este processo bioquímico se inicia quando as partículas de óleo são colonizadas por bactérias e fungos que as utilizam como matéria prima geradora de energia vital (ROSA, 2001). Nos casos de volumes expressivos de óleo, entretanto, não existem práticas eficientes de remediação, o que torna a contaminação do sedimento mais crítica (KINGSTON, 2002).

Considerando a profundidade da locação dos poços a serem perfurados no Bloco BM-PAMA-8 (cerca de 2.000 m de profundidade) é notável a menor expressividade da sedimentação de partículas contaminadas. Discute-se ainda a significativa sedimentação na costa Norte do Brasil, notável pela presença da pluma do rio Amazonas, porém devido à distância da costa e o distanciamento a leste do Bloco PAMA-08 em relação à pluma, este fato pode não ser tão relevante. Portanto, a região do Bloco não apresenta a significativa influência sedimentar observada em áreas próximas à pluma do rio Amazonas.

Desta forma, o impacto do óleo sobre este compartimento é identificado como **negativo**, de incidência **direta e temporário**. É um impacto de **médio prazo**, devido ao tempo que decorre entre o vazamento e a sedimentação das partículas de óleo adsorvidas, considerando-se, entre outros fatores a lâmina d'água na área ocupada pela mancha de probabilidade; **extrarregional** devido a abrangência da mancha e dispersão das partículas de óleo adsorvidas e **parcialmente reversível**, visto que, apesar da pequena taxa de sedimentação na área dos poços, se o óleo atingir o sedimento durante seu deslocamento ou dispersão, as condições ambientais do compartimento serão parcialmente restabelecidas em tempo não conhecido.

A biota presente no sedimento, caso o óleo atinja o assoalho oceânico, também será afetada. Onde ocorre atividade de pesca junto ao fundo (arrastos), a presença de óleo no sedimento afetaria o desenvolvimento destas atividades, causando a interação desse impacto com o impacto do óleo sobre as atividades pesqueiras (impacto potencial nº 9) e com a comunidade bentônica, pela eventual ocorrência de sufocamento e recobrimento desta (KINGSTON, 2002), classificando este impacto como de caráter **indutor**.

A **magnitude** foi classificada como **média**, por comprometer a qualidade do sedimento sem, entretanto, comprometer a integridade desse compartimento, e a **importância** avaliada como **alta**.



## **Meio Biótico**

### **4) Alterações nas comunidades planctônicas devido ao vazamento acidental de óleo no mar**

#### **Fase de ocorrência: Operação**

O impacto da presença de compostos oleosos sobre o plâncton é causado, principalmente, pela formação de uma película de hidrocarbonetos na superfície da água, que reduz as trocas gasosas com a atmosfera e, por conseguinte, a fotossíntese e a produtividade primária. Conseqüentemente, a produção secundária do plâncton também é afetada (ISLAM & TANAKA, 2004).

No caso de derrame de óleo, as bactérias capazes de degradá-lo, multiplicam-se ocasionando um empobrecimento local de oxigênio na água do mar, o que causa a morte do plâncton. As modificações físico-químicas da água do mar poderão causar o desaparecimento de muitos espécimes, ficando espaços livres que serão ocupados por espécies melhor adaptadas às novas condições, ou espécies que se encontravam em estado latente, e que proliferam devido à falta de concorrência.

Além disso, os efeitos também variam em função das características ambientais da área, quantidade e tipo de óleo derramado, sua biodisponibilidade, a capacidade dos organismos acumularem e metabolizarem diversos tipos de hidrocarbonetos e sua influência nos processos metabólicos (VARELA *et al.* 2006).

No caso de derrame de óleo, as bactérias capazes de degradá-lo, multiplicam-se ocasionando um empobrecimento local de oxigênio na água do mar, o que causa a morte do plâncton. Porém, a flora microbiana pode sofrer depleção ocasionada pelos efeitos tóxicos dos produtos de fotólise das moléculas de hidrocarbonetos em períodos de intensa incidência solar (IKAVALKO, 2004), diminuindo assim a ocorrência da biodegradação.

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

A sensibilidade dos organismos fitoplanctônicos ao óleo varia entre os grupos (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ & MICHEL, 1992). Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton (> 20  $\mu\text{m}$ ). Como o tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros.

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

O zooplâncton apresenta sensibilidade ao óleo na água, seja pelo seu efeito tóxico ou mecânico. Efeitos de curta escala incluem decréscimo na biomassa (geralmente temporário), bem como redução das taxas de reprodução e alimentação. Alguns grupos como os tintínídeos podem apresentar um incremento em densidade, em resposta ao aumento da disponibilidade de alimento, que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ & MICHEL, 1992). O zooplâncton também pode ser contaminado através da ingestão de alimento contaminado (bacterio-, fito- e protozooplâncton).

Como o zooplâncton é predado pela maioria dos níveis tróficos superiores, estes representam um importante elo de transferência de compostos poliaromáticos dissolvidos na água, para níveis tróficos superiores (HOLDWAY, 2004).



Em geral, a sensibilidade do zooplâncton varia de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento, e normalmente organismos jovens são mais sensíveis que os adultos. Diversos estudos têm mostrado que ovos e larvas de peixes são extremamente susceptíveis a danos por hidrocarbonetos do petróleo (BROWN *et al.* 1996 *apud* PEARSON *et al.*, 1995). Entretanto, devido à grande produção de jovens, grandes perdas do ictioplâncton não necessariamente refletem em um declínio do estoque da população adulta.

Após os acidentes com os navios Torrey Canyon (1967), segundo Smith (1968), foram observadas uma diminuição no número de indivíduos das comunidades zooplanctônicas locais, sendo associadas então à presença de óleo na água. Portanto, os efeitos de um derramamento de óleo no zoo e ictioplâncton podem atingir níveis tróficos superiores, podendo afetar as comunidades bentônicas e nectônica, e interagir com o impacto sobre as atividades pesqueiras.

O impacto do vazamento de óleo sobre o plâncton pode ser classificado como **negativo, direto** (pela ação direta do óleo sobre os organismos), **extrarregional, indutor, temporário, de curto prazo e reversível**. Assim, a **magnitude** é classificada como **alta** e a avaliação da **importância** resulta em **alta**.

### ***5) Alterações nas comunidades bentônicas devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

#### ***Fase de ocorrência: Operação***

Um dos compartimentos mais impactados por um vazamento acidental de óleo é o sedimento e, conseqüentemente, a comunidade bentônica, presente nas regiões afetadas pela sedimentação de partículas contaminadas (KINGSTON, 2002). Os organismos filtradores e detritívoros são particularmente afetados por acumular em seus tecidos, tanto os poluentes dissolvidos, quanto os poluentes sedimentados. De uma maneira geral, estes são afetados por intoxicação (pela ingestão de partículas ou organismos contaminados por óleo) e recobrimento (de órgãos e tecidos respiratórios, por exemplo).

Conseqüentemente, estes efeitos causam alterações na estrutura da comunidade, na qual espécies oportunistas – mais resistentes à poluição por óleo – são favorecidas (GRAY *et al.*, 1990). Também pode ser verificada uma redução no número de espécies e da biomassa local. Os efeitos de toxicidade do óleo podem ser sentidos de forma imediata (agudos) ou a longo prazo, estes são chamados efeitos crônicos, ou sub-letais, e podem afetar a fisiologia, o comportamento e a reprodução das espécies (SCHOLZ & MICHEL, 1992), ocasionar diminuição do crescimento, redução da imunidade a doenças e parasitas, lesões histopatológicas e outros efeitos celulares, contaminação da carne, mortalidade crônica (HOLDWAY, 2002). Os impactos agudos podem ser decorrentes tanto do recobrimento dos organismos pelo óleo (efeito físico) quanto da toxicidade do mesmo.

Atualmente, é bem conhecido o fato de o óleo atingir o sedimento mesmo fora da faixa entre marés, neste caso também atingindo o bentos. Este fato aumenta a área atingida pelo vazamento. No acidente do navio Braer (1993), no entorno de 100 m, o óleo se acumulou no sedimento (até 10.000 ppm) em uma área muito maior que aquela associada à mancha de óleo na superfície. Neste caso foram constatadas alterações na abundância de diversas espécies de crustáceos (SCHOLZ & MICHEL, 1992). Um ano após o acidente não houve qualquer evidência de recuperação e houve drástica redução na diversidade de nematódeos (KINGSTON *et al.*, 2002).

Visto que pela modelagem de pior caso apresentada no **Anexo II.6-2 – Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar** para as atividades de perfuração dos Poços 1-PAS-28 e 1-PAS-29, Bloco BM-PAMA-8, o óleo não atingirá a costa, as comunidades bentônicas mais afetadas serão as de infralitoral. Assim, a recuperação das comunidades impactadas levará mais tempo, visto que estes ambientes são afetados pela sedimentação de material particulado contaminado por óleo e, neste caso, as opções de remediação são limitadas (KINGSTON, 2002).

Conforme mencionado anteriormente, um importante processo de sedimentação do óleo é a adsorção ao material em suspensão na coluna d'água.

Este processo ocorre principalmente na zona costeira, onde há maior disponibilidade de material particulado em suspensão.

Portanto, este impacto foi considerado **negativo** e **permanente** tendo em vista a possibilidade de sua bioacumulação na biota marinha; **extrarregional**, devido a abrangência da mancha e dispersão das partículas de óleo adsorvidas, e **parcialmente reversível**.

Apresenta ainda, efeito **indutor** na alteração da biota como um todo e no impacto sobre a biota pelágica regional e, conseqüentemente, nas atividades pesqueiras. O impacto do derramamento de óleo sobre a comunidade bentônica, neste caso em que não há probabilidade de óleo na costa, é **indireto**, pois o efeito sobre esta comunidade se dá a partir da contaminação do sedimento e de suas relações com as demais espécies afetadas no ecossistema, sendo considerado, portanto, de **médio prazo**. Este impacto foi ainda classificado como de **alta magnitude** e avaliado como de **alta importância**, pelos motivos apresentados anteriormente e pela sensibilidade e relevância das comunidades potencialmente atingidas.

#### ***6) Alterações nas comunidades nectônicas devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

##### ***Fase de ocorrência: Operação***

Durante um evento de vazamento de óleo, os organismos nectônicos (peixes adultos, cetáceos e quelônios) podem ser atingidos tanto de forma direta (contato com o óleo) quanto indireta (ingestão de alimento contaminado)(IPIECA, 2000; KINGSTON, 2002).

Em ambiente oceânico, a dinâmica local aliada ao fato da maior fração do óleo permanecer na superfície, faz com que não haja grande mortalidade de peixes (tanto adultos como juvenis).

Os peixes constituem o grupo dominante no nécton. Na região em questão, podemos destacar a presença de espécies com grande valor comercial, tais como

atuns, cações, bonitos, dourado e pescadas. Peixes de médio e grande porte podem se afastar das áreas contaminadas por óleo. Entretanto, isso não elimina completamente as chances de contaminação, visto que estes podem ingerir alimentos contaminados (SANBORN, 1977).

De acordo com experimentos descritos na literatura, podem ser observadas alterações no comportamento de reprodução e alimentação em peixes expostos a baixas concentrações do óleo (GESAMP, 1993 *apud* IPIECA, 2000). As possíveis alterações incluem redução no período de incubação dos ovos, no tempo de sobrevivência das larvas e na exposição dos adultos durante a manutenção gonadal (GESAMP, 1993).

Holdway (2002), através de uma revisão dos principais efeitos do vazamento acidental de óleo nas comunidades nectônicas, lista a diminuição e limitação do crescimento, indução ou inibição de sistemas enzimáticos e outros efeitos moleculares, respostas fisiológicas e reprodutivas, redução da imunidade a doenças e parasitas, lesões histopatológicas e outros efeitos celulares, contaminação da carne e mortalidade crônica.

Com relação à duração dos efeitos de um derramamento de óleo nas comunidades nectônicas, observa-se um período variável de meses até poucos anos. Além disso, diversos estudos citados por Topping *et al.* (1995) (como LEMAIRE *et al.*, 1990; MCDONALD *et al.*, 1992; KRAHN *et al.*, 1993) indicam ainda que os peixes possuem a capacidade de metabolizar rapidamente compostos de hidrocarbonetos, após o acúmulo do óleo nos seus tecidos (IPIECA, *op.cit.*).

As curvas de probabilidade de ocorrência de óleo sobreponhem-se à distribuição de diversas espécies de quelônios, entre elas *Caretta caretta* e *Chelonia mydas* (SANCHES, 1999). A tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*) também está presente nesta área, sendo que esta apresenta um comportamento de migrações de grandes distâncias, se afastando consideravelmente da costa. Essa espécie é considerada como a mais ameaçada do litoral brasileiro (MMA, 2008)

No caso de vazamento de óleo, as tartarugas podem ser atingidas de forma direta (contato com o óleo) ou indireta (ingestão de alimento contaminado). Hall *et al.* (1983), através de pesquisas envolvendo exemplares de quelônios afetados pelo vazamento Ixtoc I no golfo do México, observaram que a exposição destes animais ao óleo pode ocasionar diminuição de massa corporal, talvez por descontrolar atividade de alimentação. Assim, em condições de fraqueza, estes animais poderiam sucumbir a outros fatores externos ou a alguns elementos tóxicos do próprio óleo (HALL *et al.*, 1983).

Pesquisas realizadas após o acidente com o navio Braer, na costa da Escócia em 1993, constataram que todas as espécies de peixes examinadas continham elevadas concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPA's), indicando que a exposição ao óleo para tais organismos havia ocorrido, principalmente, através do óleo dissolvido na água do mar (TOPPING *et al.*, 1995). No entanto, estas concentrações decaíram rapidamente no período de 2 meses depois do acidente, quando o óleo não foi mais detectado na coluna d'água.

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

Considerando a área potencialmente atingida pela mancha num acidente de pior caso e a capacidade de deslocamento de organismos nectônicos, para o presente estudo classificou-se este impacto como **negativo**; de incidência **direta**, no caso de contato físico com a mancha de óleo; ou **indireta**, no caso de biomagnificação. O impacto é de **curto prazo**, já que a contaminação ocorre assim que ocorre o contato do animal com o óleo; **temporário** e **reversível**, uma vez esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas populacionais ou, em alguns casos, podem, inclusive, metabolizar os compostos acumulados no organismo (KINGSTON, 2002).

O impacto possui abrangência **extrarregional**, já que a comunidade nectônica, em grande parte, é composta por animais que ocupam e se deslocam por grandes áreas e/ou realizam migrações entre sítios reprodutivos e de alimentação. Além disso, este impacto tem efeito **indutor** de alterações em vários níveis da cadeia alimentar e interage com os impactos de interferência nos estoques pesqueiros e sobre as atividades pesqueiras (impactos potenciais nº 8 e 9).

Portanto, este impacto é classificado como de **média magnitude**, pois pode acarretar distúrbios comportamentais e de reprodução, conforme descrito anteriormente, e avaliado como de **alta importância**, considerando que a maior probabilidade de concentração do óleo está na região oceânica e a mancha pode atingir áreas consideradas de alta a extremamente alta importância biológica (MMA, 2007) para a conservação da comunidade nectônica.

### ***7) Alterações nas comunidades de aves marinhas devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

#### ***Fase de ocorrência: Operação***

Dentre os diferentes grupos da avifauna, as aves marinhas e costeiras correspondem a 8,8% do total de aves registradas para o Brasil, o que equivale a aproximadamente 148 espécies (VOOREN & BRUSQUE, 1999). Muitas espécies procuram terra firme apenas na época de reprodução e utilizam o meio marinho para fins de alimentação e descanso. As aves marinhas, assim como os demais organismos que vivem nas camadas superficiais do mar, são especialmente vulneráveis a vazamentos de óleo em função da película de óleo que se forma na superfície. O óleo flutuante pode recobrir a derme destes organismos, contaminando-os (NRC, 2002).

Os principais efeitos do óleo sobre as aves ocorrem através do contato físico direto, que acarreta na perda da impermeabilidade das penas (dificultando ou impedindo seu vôo), além da ingestão de óleo ou de alimento contaminado. A ingestão de compostos do petróleo ocorre principalmente durante a tentativa de se limpar, sendo os efeitos do contato externo com o óleo, associados aos da ingestão (SCHOLZ & MICHEL, 1992).

De todos os impactos relacionados aos vazamentos de óleo no mar, os efeitos sobre as avifauna são os que mais afetam a opinião pública. Estimativas do número de aves marinhas mortas relacionado a manchas de óleo são altamente especulativas. Adicionalmente, devido a variação natural das populações de aves marinhas, há dificuldade em se determinar o real impacto e abrangência de um único evento de vazamento de óleo sobre esse grupo de organismos. Todavia, existem poucas evidências de que o impacto de vazamentos isolados sobre a avifauna seja de longo-prazo (KINGSTON, 2002).

Considerando a área potencialmente atingida pela mancha e a expressividade ecológica da região em relação às aves marinhas, este impacto é identificado como **negativo**; de incidência **direta**, em caso do contato físico das aves com a mancha de óleo, ou **indireta**, quando o contato com o óleo resulta da ingestão de presas contaminadas. Os efeitos podem ser observados em **curto** e **médio** prazo, dependendo da forma de contaminação das aves. É **extrarregional** devido a abrangência espacial da mancha; **temporário** e **reversível**, pois a despeito da morte de alguns indivíduos, uma vez cessada a ação impactante e os efeitos agudos, a comunidade tende a se restabelecer. Quanto à cumulatividade, é **indutor** de um possível desequilíbrio na cadeia trófica.

Esse impacto foi identificado como de **alta magnitude**, visto que a área é corredor de migração e invernada de aves neárticas que utilizam a costa brasileira para alimentação e nidificação (MMA, 2007) podendo causar alterações na estrutura e função dessas comunidades; e, assim, é avaliado como de **alta importância**.

### ***8) Interferências nos estoques pesqueiros devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

#### **Fase de ocorrência: Operação**

O maior apoio para o desenvolvimento da pesca industrial na região da Costa Norte do Brasil é oferecido pelo Estado do Pará, em decorrência da exploração de camarões do gênero *Penaeus* e bagres estuarinos do gênero *Brachyplatystoma* (PAIVA, 1997).



A região atingida pela mancha de óleo modelada possui como principais recursos pesqueiros, espécies de hábitos pelágicos ou demersais com destaque para as principais espécies alvo que são, na região, o camarão-rosa (*Penaeus subtilis*), os pargos (Família Lutjanidae), a pescada-gó (*Macrodon ancylon*) e as lagostas (*Palinurus argus* e *Palinurus laevicauda*). Além, da captura de atuns e bonitos (*Thunnus* spp, *Katsuwonus pelamis*) na quebra da plataforma continental.

Analisando a exposição e os efeitos adversos do derramamento do *Exxon Valdez*, no Alasca, sobre diversas espécies de crustáceos e moluscos, entre os anos de 1989 e 1991, Armstrong *et al.* (1995) analisaram amostras de organismos das baías que foram atingidas pelo óleo e das baías que não sofreram efeitos do acidente. Segundo os dados de fecundidade de uma das espécies de camarões analisadas, a taxa de reprodução no ano de 1990 se encontrava reduzida em relação ao ano anterior em ambas às baías e a da baía atingida estava 30% menor em oposição àquela que mantinha suas condições originais.

Em decorrência dos impactos do derramamento de óleo do *Sea Empress*, em 1996, no Reino Unido (EDWARDS & WHITE, 1999), os níveis de hidrocarbonetos encontravam-se particularmente elevados em moluscos, mas com concentrações inferiores em crustáceos e peixes. Entretanto, não foram registradas perdas de espécies de valor comercial. Além disso, a ocorrência do acidente não foi coincidente com o período de desova dos recursos, o que corroborou para que estes estoques não fossem afetados em longo prazo.

O impacto sobre os estoques pesqueiros da região pode ser classificado como **negativo, direto**, em caso de contato físico com a mancha de óleo; ou **indireto**, em caso de contato do óleo com ovos e larvas de peixe. Ele é ainda de **curto prazo, temporário, extrarregional e reversível**, já que esses grupos de animais tendem a recuperar suas taxas populacionais. Este também é considerado **indutor** uma vez que atinge a cadeia trófica e as atividades pesqueiras.

Diante do exposto, este impacto é classificado como de **alta magnitude**, por atuar a nível de comunidade e, portanto, avaliado como de **alta importância**, tendo em vista que algumas áreas nessa região são consideradas de grande relevância para recursos pesqueiros (MMA, 2002).



## **Meio Socioeconômico**

### **9) Interferências com as atividades pesqueiras devido ao vazamento acidental de óleo no mar**

#### **Fase de ocorrência: Operação**

Derramamentos acidentais de óleo no mar representam um impacto potencial sobre populações marinhas de interesse comercial, causado pela ingestão de resíduos na coluna d'água e sobre o leito marinho, com efeitos negativos sobre processos de reprodução, alimentação, comportamento e recrutamento de recursos pesqueiros (IPIECA, 2000). Assim, a contaminação de áreas de pesca pode, em curto prazo, suspender a atividade dos pescadores que, muitas vezes, não possuem uma fonte de renda alternativa.

Além da contaminação do pescado, a presença da mancha pode atuar sobre a pesca oceânica, modificando os padrões de deslocamento da frota até os pesqueiros, com a exclusão da navegação sobre a área da mancha e com a adequação à nova localização dos cardumes, podendo até promover a mudança no ponto de desembarque previsto (IPIECA, 2000).

Conseqüentemente, poderá ocorrer uma elevação dos custos de captura - combustível, alimentação e gelo - onerando a atividade, no caso de um percurso maior a percorrer, ou impossibilitando as incursões, principalmente da pesca artesanal, devido à baixa mobilidade e autonomia da frota.

De outra parte, dependendo da magnitude do acidente, em médio/longo prazo, poderão ser observados impactos relacionados com a origem do pescado e seu vínculo com a contaminação ocorrida. Nestes casos, ocorre a redução no preço do pescado capturado na região, comprometendo o meio de subsistência de um número significativo de trabalhadores na cadeia produtiva desta atividade.

De acordo com as simulações do acidente de pior caso, presentes no Anexo **II.6-2 – Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar**, a pluma de óleo derramado no cenário de verão, atinge a área marinha adjacente a costa do Maranhão extrapolando os limites do país e alcançando a costa da Guiana

Francesa, porém, não havendo a interação do óleo com a linha de costa. Assim, as artes de pesca que poderão ser potencialmente atingidas são as que atuam nestas regiões e distantes da costa. De acordo com a seção **II.5.3 – Meio Socioeconômico** deste RCA, no Estado do Pará, os impactos poderiam afetar à frota camaroeira, que atua a partir de 50 metros de profundidade e a pequena frota “pargueira”, que atua sobre os fundos rochosos, entre 30 e 140 m de lâmina d’água (HAIMOVICI & KLIPPEL, 1999). No caso das atividades pesqueiras do estado do Maranhão, durante um cenário de vazamento acidental, a modalidade mais impactada seria a pesca semi-industrial, que atua a uma distância de até 100 milhas da costa do estado.

Somados aos possíveis impactos sobre a biota e limitação na capacidade de navegação da frota, a mancha pode ainda surpreender atividades de pesca em curso no momento do vazamento danificando embarcações e petrechos de pesca (IPIECA, 2000).

Este impacto foi avaliado como **negativo; direto**, no caso da mancha de óleo atingir diretamente embarcações e petrechos de pesca; e **indireto**, no caso da atividade pesqueira vir a ser afetada devido ao impacto atingir os recursos pesqueiros e/ou suas larvas e ovos. É **temporário**; de **curto prazo**, se o impacto for direto sobre a atividade pesqueira e **médio**, no caso do impacto indireto sobre ovos e larvas dos recursos explorados. É **parcialmente reversível, extrarregional** e **indutor** de impactos socioeconômicos decorrentes do comprometimento, a curto ou médio prazo, dos recursos pesqueiros.

É impacto de **alta magnitude** e de **alta importância**, devido à dimensão e às características ambientais da área marinha passível de ser afetada, ampliando a possibilidade de interferência com a pesca industrial em alto mar.

### ***10) Intensificação do tráfego marítimo devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

#### **Fase de ocorrência: Operação**

Caso ocorra um vazamento de óleo no cenário de pior caso, podem ocorrer alterações no tráfego marítimo e nas rotas de navegação, devido a mancha e seu

respectivo deslocamento. Tais alterações podem levar a eventuais aumentos de percurso tanto de embarcações pesqueiras quanto embarcações comerciais.

A necessidade do deslocamento de material e equipamentos para contenção da mancha e controle do acidente pode acarretar em um aumento da movimentação de embarcações de apoio. A intensificação desse tráfego pode interferir na rota das demais embarcações que possivelmente estarão em busca de rotas alternativas para desviarem-se da mancha, ampliando a sensibilidade deste fator e potencializando a probabilidade de acidentes de navegação.

Este efeito foi avaliado como **negativo; direto**, no caso da mancha de óleo impedir o trânsito de embarcações em suas rotas tradicionais, e **indireto**, no caso da intensificação do trânsito de embarcações em decorrência das medidas de resposta a emergência. Entretanto, é um impacto **temporário**, de **curto prazo**, **regional**, **reversível** e com potencial de **indutor** do impacto referente à pressão sobre a infra-estrutura portuária. Foi avaliado como de **média magnitude** e de **média importância**, devido à existência de alternativas às rotas de navegação usuais, além da possibilidade de manutenção de algumas rotas, independente da presença da mancha.

### ***11) Pressão sobre a infra-estrutura portuária devido ao vazamento acidental de óleo no mar***

#### ***Fase de ocorrência: Operação***

A possível alteração das rotas de navegação e intensificação do fluxo de embarcações de apoio destinadas às ações de contenção do vazamento ocasionado por um acidente com óleo pode interferir na infra-estrutura portuária, na região e/ou na própria base de apoio no Terminal Portuário de Tapanã, em Belém.

Nesse contexto, considerando-se a capacidade instalada do Terminal Portuário de Tapanã para absorver uma inesperada intensificação de fluxo de embarcações e atividades, esse impacto é identificado como **negativo**, embora possa gerar maior receita para esta instituição.

Este impacto potencial, que é induzido pelo efeito cumulativo do impacto de intensificação do tráfego marítimo, foi avaliado como **indireto, temporário, de curto prazo, reversível, regional e simples**. Este impacto foi classificado como de **média magnitude** e avaliado como de **média importância**.

## **12) Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos devido ao vazamento acidental de óleo no mar**

### **Fase de ocorrência: Operação**

A contenção de um vazamento de óleo gera uma grande quantidade de resíduos contaminados em um curto período de tempo (IPIECA, 2000) que irão demandar locais adequados para seu armazenamento temporário e disposição final.

Todo o material impregnado com óleo (terra, areia, EPI's - equipamento de proteção individual, mantas absorventes, entre outros) deve ser acondicionado em sacos plásticos e tambores, identificados com informações da origem e do conteúdo. O transporte desses resíduos somente é realizado por empresas licenciadas para tal atividade, tal exigência pode impactar a capacidade instalada local para atendimento a esse tipo de demanda.

Considerando ainda que a destinação de resíduos sólidos é um problema ambiental cada dia mais complexo devido à limitação de locais adequados para sua disposição, principalmente, resíduos contaminados por óleo, esse impacto foi avaliado como **negativo, indireto, temporário, de curto prazo, reversível, extrarregional** e capaz de interagir com o impacto relativo à intensificação do tráfego marítimo (nº 10) caracterizando um impacto **indutor**.

O impacto em questão é considerado de **média magnitude**, devido, principalmente, ao volume de óleo que pode vir a ser lançado acidentalmente no mar. Além disso, considerando as condições da infra-estrutura de disposição final de resíduos oleosos, local e regional, a pressão exercida pode ser significativa, podendo ser considerado um impacto de **média importância**.

## ***Síntese Conclusiva dos Impactos Potenciais***

A análise e avaliação dos impactos potenciais identificados para as atividades de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 foi baseada nos resultados da modelagem numérica para um cenário de pior caso, considerando o poço de maior volume a ser perfurado (132 m<sup>3</sup>/dia ao longo de 30 dias). O uso dessa ferramenta de suporte é de extrema relevância para que se possa inferir sobre a magnitude de alguns dos impactos previstos através de informações como a abrangência espacial das curvas de probabilidade de presença do óleo e se existe a probabilidade de óleo na costa.

Cabe, assim, ressaltar que no caso das atividades de perfuração no Bloco BM-PAMA-8 não ocorreram probabilidades de toque de óleo na costa, seja no cenário de inverno, seja no cenário de verão.

Neste contexto, em uma análise geral da matriz de avaliação de impactos, apresentada no **Quadro II.6.4-2**, pode-se constatar que a maioria das repercussões ambientais identificadas foi considerada de **magnitude média e alta e importância alta**.

Os impactos identificados a partir de uma ocorrência acidental são todos de natureza **negativa**, entretanto apresentam-se como **reversíveis** ou **parcialmente reversíveis**, já que, uma vez cessada a fonte impactante, o ambiente tende a retornar às condições anteriores, em maior ou menor período de tempo, de acordo com a capacidade de resiliência do fator ambiental afetado.

É importante ressaltar que a análise dos impactos potenciais de um vazamento de pior caso não considera a implementação do Plano de Emergência Individual (Seção II.8), que seria acionado rapidamente com o objetivo de conter o vazamento e o deslocamento da mancha, ações que podem mitigar muitos dos impactos previstos.

Um vazamento de óleo no mar, cuja probabilidade de toque na costa não existe, afeta os compartimentos dos ecossistemas oceânicos. Neste contexto, destacam-se as comunidades planctônicas, por sustentarem todos os demais níveis tróficos, as comunidades nectônicas e de aves marinhas.

Cabe destacar que além dos meios físico e biótico, o meio socioeconômico seria atingido diretamente, principalmente nas atividades pesqueiras, visto que esta é a principal atividade no espaço marinho da área que poderia ser atingida pela dispersão da mancha de óleo.

Com relação à abrangência espacial, a maioria dos impactos possivelmente decorrentes do derramamento foram considerados **extrarregionais**, com destaque para a pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos, cuja abrangência espacial é de difícil delimitação.

Destaca-se ainda, que embora a avaliação dos impactos decorrentes de um derramamento com as características relatadas revele uma considerável interferência no meio ambiente, trata-se de um evento de baixa probabilidade de ocorrência, no contexto das hipóteses acidentais, envolvendo derramamento de óleo, identificadas na Análise de Riscos.

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

Analisando o cenário global e pretérito, pode-se inferir que a ocorrência de um derramamento com as características utilizadas na modelagem numérica do poço de maior volume (132 m<sup>3</sup>/dia por 30 dias) é improvável. Apesar dessas características, o planejamento de ações voltadas para a prevenção e remediação de acidentes envolvendo derramamento de óleo ao mar, conforme descrito no PEI, deve ser realizada com critério e considerada como de grande importância qualquer que seja a dimensão do acidente.

#### **II.6.4 - Matriz de Avaliação de Impactos**

A matriz de avaliação de impacto é uma representação sintetizada onde se apresenta a lista de impactos, de acordo com a fase da atividade, e a respectiva avaliação de cada impacto segundo os critérios estabelecidos. No presente documento, são apresentadas duas matrizes de impacto, uma referente aos impactos reais (**Quadro II.6.4-1**) e outra, aos impactos potenciais (**Quadro II.6.4-2**).

**Quadro II.6.4-1 - Matriz de Impactos Reais – Atividade de Perfuração Marítima no Bloco BM-PAMA-8, Bacia do Pará-Maranhão.**

MEIO	ASPECTO AMBIENTAL	Nº	IMPACTO	IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS										LOCAL DE OCORRÊNCIA	MEDIDA MITIGADORA / POTENCIALIZADORA
				Fase	Natureza	Incidência	Abrangência	Permanência	Momento	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Importância		
Meio Físico	Descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido	1	Alteração da qualidade do sedimento	O	N	D	L	T	CP	PR	I	M	P	Fundo oceânico	Projeto de Controle da Poluição
		2	Alteração da qualidade da água	O	N	D	L	T	CP	RE	I	M	P	Coluna d'água	Projeto de Controle da Poluição
	Emissões de gases dos motores e teste de formação	3	Alteração da qualidade do ar	O	N	D	R	T	CP	RE	I	M	M	Atmosfera local	Projeto de Controle da Poluição
		4	Alteração da qualidade da água	I/O/D	N	D	L	T	CP	RE	I	M	P	Coluna d'água	Projeto de Controle da Poluição
Meio Biótico	Introdução de espécies exóticas	5	Alteração da biota marinha	I	N	D	ER	PE	MP	IR	I	A	A	Fundo oceânico e coluna d'água	Adoção de normas da IMO referentes a água de lastro
	Presença física da unidade de perfuração	6	Alteração das comunidades nectônicas	I/O/D	N	D	ER	T	CP	RE	I	M	M	Coluna d'água	Não há medidas previstas
		7	Alteração da comunidade bentônica	O	N	D	L	T	CP	RE	I	M	P	Partes submersas do navio-sonda	Não há medidas previstas
	Descarte de cascalho e fluido de perfuração aderido	8	Alteração das comunidade bentônica	O	N	D/I	L	T/PE	CP	PR	S/I	A	A	Fundo oceânico	Projeto de Monitoramento Ambiental
	Descarte de efluentes, sanitários e resíduos alimentares	9	Alteração das comunidades planctônicas e nectônicas	I/O/D	N	D	L	T	CP	RE	I	B	P	Coluna d'água	Projeto de Controle da Poluição
	Operação da unidade de perfuração (geração de ruídos e luminosidade)	10	Interferência com as comunidades nectônicas	I/O/D	N	D	L	T	CP	RE	S	M	M	Coluna d'água	Posicionamento das luzes voltadas para o interior do convés da sonda
Trânsito de embarcações	11	Interferência com as comunidades nectônicas	I/O/D	N	D	R	T	CP	IR	S	M	A	Trajetos entre locais de insumos, base de apoio terrestre e o bloco	Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores	
Meio Socioeconômico	Criação de área de restrição de uso (zona de segurança)	12	Interferência com a atividade pesqueira	I/O/D	N	D	L	T	CP	RE	S	B	P	500m em torno da unidade de perfuração	Projeto de Comunicação Social
	Trânsito de embarcações de apoio	13	Interferência com a atividade pesqueira	I/O/D	N	D	L	T	CP	RE	S	B	P	Trajetos entre a unidade de perfuração e base de apoio	Não há medidas previstas
	Geração de resíduos sólidos e oleosos	14	Sobrecarga na infra-estrutura de disposição final de resíduos	I/O/D	N	D	L	T	CP	RE	I	B	P	Municípios da área de influência	Projeto de Controle da Poluição
	Demanda por mão-de-obra	15	Manutenção dos postos de trabalho	I/O/D	P	D	ER	T	CP	RE	I	B	P	Municípios da área de influência	Não há medidas previstas
	Demanda por insumos e serviços	16	Incremento das atividades de comércio e serviços	I/O	P	D	R	T	CP	RE	I	M	M	Municípios da área de influência	Utilização do comércio local
	Transporte de insumos e resíduos	17	Pressão sobre o tráfego marítimo, aéreo e rodoviário	I/O	N	D	R	T	CP	RE	I	B	P	Trajetos entre locais de insumos, bases de apoio terrestre e a unidade de perfuração	Projeto de Comunicação Social, seguir normas de segurança e evitar os períodos de pico do trânsito local
	Transporte de insumos e resíduos	18	Pressão sobre a infra-estrutura de transporte marítimo e logística portuária	I/O	P	I	L	T	CP	RE	I	M	P	Municípios da área de influência	Não há medidas previstas
	Geração de tributos relacionados a comércio e serviços	19	Aumento da receita tributária e incremento da economia local, estadual e nacional	I/O	P	I	ER	T	CP	RE	I	M	M	Municípios, estados e união	Utilização do comércio local

Legenda

FASE:	I - INSTALAÇÃO
	O - OPERAÇÃO
	D - DESATIVAÇÃO

INCIDÊNCIA:	D - DIRETA
	I - INDIRETA

PERMANÊNCIA:	T - TEMPORÁRIO
	PE - PERMANENTE
	C - CÍCLICO

REVERSIBILIDADE:	RE - REVERSÍVEL
	IR - IRREVERSÍVEL
	PR - PARCIALMENTE REVERSÍVEL

MAGNITUDE:	A - ALTA
	M - MÉDIA
	B - BAIXA

NATUREZA:	P - POSITIVO
	N - NEGATIVO

ABRANGÊNCIA:	L - LOCAL
	R - REGIONAL
	ER - EXTRA REGIONAL

MOMENTO:	CP - CURTO PRAZO
	MP - MÉDIO PRAZO
	LP - LONGO PRAZO

CUMULATIVIDADE	S - SIMPLES
	I - INDUTOR

IMPORTÂNCIA:	A - ALTA
	M - MÉDIA
	P - PEQUENA



**Quadro II.6.4-2 - Matriz de Impactos Potenciais - Atividade de Perfuração Marítima no Bloco BM-PAMA-8, Bacia do Pará-Maranhão.**

MEIO	ASPECTO AMBIENTAL	Nº	IMPACTO	IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS										LOCAL DE OCORRÊNCIA	MEDIDA MITIGADORA
				Fase	Natureza	Incidência	Abrangência	Permanência	Momento	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Importância		
Meio Físico	Vazamento acidental de óleo no mar	1	Alterações na Qualidade da Água	O	N	D	ER	T	CP	PR	I	A	A	Locais passíveis de serem atingidos pela mancha de óleo resultante das simulações	Em caso de acidente, acionar o PEI da NS-21 ( seção II.8)
		2	Alterações na Qualidade da Ar	O	N	D	ER	T	CP	PR	I	M	A		
		3	Alterações na Qualidade do Sedimento	O	N	D	ER	T	MP	PR	I	M	A		
Meio Biótico		4	Alterações nas Comunidades Planctônicas	O	N	D	ER	T	CP	RE	I	A	A		
		5	Alterações nas Comunidades Bentônicas	O	N	I	ER	PE	MP	PR	I	A	A		
		6	Alterações nas Comunidades Nectônicas	O	N	D/I	ER	T	CP	RE	I	M	A		
		7	Alterações nas Comunidades de Aves Marinhas	O	N	D/I	ER	T	CP/MP	RE	I	A	A		
		8	Interferências nos Estoques Pesqueiros	O	N	D/I	ER	T	CP	RE	I	A	A		
Meio Socioeconômico		9	Interferências com as Atividades Pesqueiras	O	N	D/I	ER	T	CP/MP	PR	I	A	A		
		10	Alterações do Tráfego Marítimo	O	N	D/I	R	T	CP	RE	I	M	M		
		11	Pressão sobre a Infra-estrutura Portuária	O	N	I	R	T	CP	RE	S	M	M		
		12	Pressão sobre a Infra-estrutura de Disposição Final de Resíduos	O	N	I	ER	T	CP	RE	I	M	M		

**Legenda**

NATUREZA:	P	- POSITIVO
	N	- NEGATIVO
INCIDÊNCIA:	D	- DIRETA
	I	- INDIRETA
CUMULATIVIDADE	S	- SIMPLES
	I	- INDUTOR

REVERSIBILIDADE:	RE	- REVERSÍVEL
	IR	- IRREVERSÍVEL
	PR	- PARCIALMENTE REVERSÍVEL

MAGNITUDE:	A	- ALTA
	M	- MÉDIA
	B	- BAIXA

ABRANGÊNCIA:	L	- LOCAL
	R	- REGIONAL
	ER	- EXTRA REGIONAL

PERMANÊNCIA:	T	- TEMPORÁRIO
	PE	- PERMANENTE
	C	- CÍCLICO

MOMENTO:	CP	- CURTO PRAZO
	MP	- MÉDIO PRAZO
	LP	- LONGO PRAZO

IMPORTÂNCIA:	A	-ALTA
	M	-MÉDIA
	P	-PEQUENA