

II.6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

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

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

II.6.1 - Metodologia

Conceitos Básicos

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

A metodologia utilizada tem como base os conceitos definidos em MAGIA – Modelo de Avaliação e Gestão de Impactos Ambientais (MACEDO, 1994) e em Sanches (2008) – Avaliação de Impacto Ambiental – Conceitos e Métodos.

Esta metodologia toma por base o fato de que qualquer empreendimento pode ser descrito como a integração dinâmica de recursos tecnológicos, materiais, humanos e, conseqüentemente, financeiros, previamente organizados, a fim de produzirem ou favorecerem a produção de bens e serviços demandados por uma determinada região, área, serviço ou comunidade.

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

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

A partir do conhecimento disponível não só sobre os fatores e a dinâmica do ambiente, mas também sobre o empreendimento, é elaborado um fluxo de impactos ambientais de potencial ocorrência, tomando por base as intervenções ambientais a serem praticadas em cada fase do empreendimento e as alterações ambientais que essas intervenções possam vir a causar sobre a Área de Influência. A partir dessa análise procede-se à verificação das relações entre as intervenções ambientais, as alterações decorrentes no ambiente, e os impactos que em função dessas alterações possam vir a se manifestar sobre os diversos compartimentos ambientais presentes na área de influência do empreendimento.

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

Procedimentos

A análise ambiental constitui, em sua essência, uma avaliação dos impactos ambientais identificados como potencialmente passíveis de ocorrerem, segundo uma matriz de avaliação que os relaciona às ações geradoras e aos compartimentos afetados. Cada impacto é avaliado utilizando-se critérios de importância e magnitude.

A importância de um impacto ambiental, segundo a metodologia adotada, resulta da ponderação de seu grau de expressão, tanto em relação ao compartimento ambiental afetado, quanto aos outros impactos identificados. São consideradas, principalmente, as particularidades do compartimento ambiental afetado, tais como, a presença de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção, a proximidade de ecossistemas de relevância ecológica, as características socioeconômicas das comunidades passíveis de serem afetadas, a presença de

atividades de importância econômica, etc. Adicionalmente, a importância considera a sensibilidade do fator afetado, tais como sua resiliência, estabilidade, estado de conservação, importância biológica, períodos críticos (defeso, migração, temporada turística, etc), em relação a magnitude e abrangência (espacial) do impacto avaliado. Também são levados em consideração os limites e/ou padrões legalmente estabelecidos.

A magnitude ou severidade do impacto traduz a força com que o impacto ambiental deverá se manifestar sobre determinado compartimento ambiental – é a intensidade qualitativa ou quantitativa do grau de alteração de um fator ambiental afetado. Seu valor é atribuído com base no resultado de modelagens, das características intrínsecas do empreendimento – tais como tipo de plataforma, tipo e volume de efluentes gerados, duração da atividade, dentre outras - e do conhecimento do compartimento ambiental afetado. A magnitude do impacto é definida após a análise dos efeitos da ação impactante sobre o compartimento ambiental afetado. São consideradas, por exemplo, a dimensão da área afetada em relação ao compartimento como um todo, o percentual de organismos, pessoas ou comunidades afetadas na área de influência, dentre outros, procurando-se sempre avaliar a representatividade do fator afetado em relação ao todo.

Para os dois parâmetros descritos acima – importância e magnitude, a equipe multidisciplinar determinou seus valores usando critérios de Pequeno, Médio, e Grande.

Além da importância e magnitude do impacto, são avaliados seus atributos potenciais. Os atributos dos impactos ambientais referem-se às suas características usuais e tem como base o estabelecido na Resolução CONAMA nº 01/86 e na DZ-041-R13 da FEEMA, conforme Quadro II.6.1-1. É importante lembrar que um impacto tem que ser avaliado pela análise de todos os componentes envolvidos.

Quadro II.6.1-1 - Definições dos Atributos dos Impactos.

Atributos	Impacto	Ação
Sentido	Positivo	quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental
	Negativo	quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental
Forma Incidência	Direto	resultante de uma reação primária em relação à ação
	Indireto	resultante de uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações
Tempo Incidência	Imediato	quando o efeito surge no instante em que se dá a ação
	Médio Prazo	quando o impacto se manifesta após o término da ação
	Longo Prazo	quando o impacto se manifesta em um intervalo de tempo consideravelmente afastado do instante imediato da ação causadora
Tempo Permanência	Temporário	quando seus efeitos têm duração determinada
	Permanente	quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido
	Cíclico	quando o efeito se manifesta em intervalos de tempos regulares
Reversibilidade	Reversível	quando o fator ou parâmetro ambiental afetado, cessada a ação, retorna às suas condições originais
	Irreversível	quando uma vez ocorrida a ação, o fator ou parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível
Probabilidade de Ocorrência	Provável	quando a probabilidade do evento ocorrer é alta
	Improvável	quando a probabilidade do evento ocorrer é praticamente nula
Distributividade	Local	quando sua manifestação afeta apenas o sítio das intervenções geradoras
	Regional	quando sua manifestação afeta toda a região, além do sítio das intervenções geradoras
	Estratégico	quando o fator afetado possui relevante interesse coletivo ou nacional.

Quanto às propriedades cumulativas e sinérgicas dos impactos, tanto no que se refere aos aspectos negativos, como aos benefícios sociais, de modo geral, essas são avaliadas na descrição dos impactos, contribuindo para o dimensionamento da importância dos mesmos. Vale ressaltar, o desenvolvimento de outras atividades de E&P na Bacia Potiguar. O início das atividades de exploração no mar se deu em 1972, tendo sido a primeira descoberta em 1973, no Campo de Ubarana (<http://www.brasil-round.gov.br>). Já foi perfurado um total de 382 poços em áreas marítimas (BDEP/ANP, 2010). Atualmente, estão em fase de perfuração / avaliação os blocos marítimos POT-T-480 (avaliação), BM-POT-11, BT-POT-9, POT-T-700, RFQ, e BM-POT-13 (perfuração), todos da Petrobras. Encontram-se concluídas as atividades nos blocos CAM, POT-T-479 e BT-POT-8 (Revista Brasil Energia Nº 349, de dezembro de 2009). Adicionalmente, ressalta-se as atividades de desenvolvimento e produção em 15 campos, segundo dados do BDEP/ANP (2010) – Agulha, Arabaiana, Aratum, Biquara, Cioba, Dentão, Guaiuba, Guajá, Macau, Oeste de Ubarana, Pescada, Salema Branca, Serra, Siri, e Ubarana.

Na avaliação apresentada no item a seguir, para cada fase do empreendimento, os impactos são descritos relacionando-os às ações geradoras (ou aspecto, conforme definido na Resolução CONAMA Nº 306/2002) e ao compartimento ambiental afetado. Para cada impacto identificado é realizada uma discussão baseada na intensidade do impacto e na sua representatividade diante das condições específicas da área de influência (importância).

No item seguinte – Síntese Conclusiva dos Impactos Relevantes – são apresentadas matrizes de impacto, por etapa do empreendimento, onde são listados os impactos identificados, e as principais características dos mesmos – os atributos resultantes da avaliação efetuada, incluindo a magnitude e a importância.

II.6.2 - Avaliação de Impactos

A partir do conhecimento das características da atividade e do diagnóstico ambiental da área de influência, foi possível identificar os impactos decorrentes. A elaboração deste item foi efetuada considerando-se a três fases da operação normal da atividade – posicionamento da unidade de perfuração, perfuração dos poços e desativação da atividade.

Para facilitar o entendimento a seguir são apresentadas as principais características do projeto, bem como as principais intervenções e alterações identificadas para cada fase do empreendimento.

Em seqüência é apresentada a avaliação de impactos, propriamente dita, para o cenário de operação normal da atividade - item II.6.2.1, e para o cenário acidental - item II.6.2.2 – Possibilidade de Ocorrência de Acidentes. No item II.6.3 - Síntese Conclusiva dos Impactos Relevantes – são apresentados e discutidos os principais impactos identificados para cada fase do empreendimento, bem como são apresentadas as matrizes de avaliação.

Vale mencionar que os Blocos BM-POT-16 e BM-POT-17 encontram-se situados a uma distância mínima de 41,5 km da costa (Icapuí – CE). Os poços previstos de serem perfurados situam-se a uma distância mínima de cerca de 60 - 80 km da costa e em lâmina d'água entre 1.400 e 2.400 m.

Quadro II.6.2-1 – Principais Intervenções e Alterações Associadas

INTERVENÇÃO	ALTERAÇÕES / AÇÕES GERADORAS DE IMPACTOS
Fase de Posicionamento da Unidade de Perfuração	
Posicionamento da Unidade de Perfuração	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração na demanda de materiais e insumos. - Transporte e posicionamento da unidade de perfuração – Ruídos, vibrações e luz. - Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas.
Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de efluentes domésticos – serão gerados esgotos sanitários, água servida e resíduos alimentares. Os esgotos sanitários e águas servidas passarão por tratamento químico e o efluente será lançado ao mar. Os resíduos alimentares serão triturados e lançados ao mar. - Geração de resíduos oleosos – passarão por separador água/óleo. A água limpa (<15ppm) será lançada ao mar. - Geração de resíduos sólidos – serão encaminhados para destinação adequada - Emissão de gases – decorrente do funcionamento de máquinas e motores - Geração de ruídos e vibrações – decorrente do funcionamento de máquinas e motores. - Aquisição de materiais e insumos. - Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas.
Fase de Perfuração dos Poços	
Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração	<ul style="list-style-type: none"> - Idem a Fase de Posicionamento
Perfuração dos Poços	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de substrato artificial - Implantação da Zona de Segurança da Unidade de Perfuração – distância de 500m em torno da sonda, onde é proibida a navegação e, conseqüentemente, a pesca. - Geração de cascalho e deposição ao redor da cabeça dos poços – decorrente da perfuração das duas primeiras fases. - Geração da mistura cascalho/fluido – passará por tratamento de lavagem que terá como resultado a geração de cascalho com pequeno percentual de fluido aderido (fluido base-água e fluido base-sintética) – esta será lançada no mar, da unidade de perfuração. - Geração de ruídos e vibrações – em função da atividade de perfuração da rocha.
Fase de Desativação da Unidade	
Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração	<ul style="list-style-type: none"> - Idem a Fase de Posicionamento
Desativação da Atividade	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte da Unidade de Perfuração - Ruídos, vibrações e luz. - Remoção do equipamento de perfuração e deslocamento da unidade de perfuração – ruídos e vibrações

II.6.2.1 - Operação Normal da Atividade

Neste item são apresentados os impactos ambientais decorrentes da operação em condições normais das Atividades de Perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17 que engloba as etapas de posicionamento (deslocamento e posicionamento da sonda nas locações), de perfuração propriamente dita, e de desativação da atividade, com o deslocamento da sonda para outra locação

Os Blocos BM-POT-16 e 17 estão localizados à aproximadamente 41,5 km da costa (Icapuí – CE), estando os quatro poços previstos situados em lâmina d'água entre 1.400 e 2.400 m, e a aproximadamente 60 - 80 km da costa.

As atividades nestes blocos deverão apresentar curta duração. A ordem dos poços a serem perfurados é: Ararazul; Cajá; Pitu e Papagaio. As estimativas são de cerca de 60, 70, 50 e 90 dias, respectivamente

A unidade de perfuração prevista para a atividade de perfuração é a NS-21 (Ocean Clipper). Esta sonda é dotada de equipamento de posicionamento dinâmico, o que dispensa a necessidade de ancoragem da sonda.

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

Os poços estão programados para serem perfurados em quatro fases (Poço Cajá, sendo que três fases já foram perfuradas em 2001, não havendo, portanto, geração de cascalho para este poço nas referidas fases) ou cinco fases (Poços Ararazul, Papagaio e Pitu), sendo que nas duas primeiras não haverá a utilização de *riser*. Nas duas primeiras fases serão empregados fluidos de perfuração de base aquosa de composição simplificada e nas três últimas poderão ser empregados fluidos de base aquosa ou fluidos de base sintética.

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

Com o objetivo de conhecer o comportamento da pluma de cascalho e fluidos na coluna d'água, bem como a extensão e altura das pilhas de depósito no fundo oceânico foi elaborada uma modelagem de dispersão de cascalho e fluido que se encontra apresentada no Anexo II.6-1 desse item. As simulações foram realizadas para o Poço Ararazul e replicadas para os demais poços. Para as simulações foi considerada a utilização de fluido sintético (BR-MUL) para as fases com *riser*. Foram modeladas duas condições sazonais – verão e inverno.

Foram identificadas para esta atividade as seguintes intervenções (INAs) principais:

- INA 1 – Posicionamento da unidade de perfuração
- INA 2 – Atividade rotineira da unidade de perfuração
- INA 3 – Perfuração dos poços
- INA 4 – Desativação da Atividade

As Alterações Ambientais resultantes (ALAs) ou Ações Geradoras de impactos são:

- ALA 1 – Navegação da unidade de perfuração
- ALA 2 – Geração e descarte de efluentes domésticos
- ALA 3 – Geração e descarte de resíduos oleosos
- ALA 4 – Geração de resíduos sólidos
- ALA 5 – Emissão de gases
- ALA 6 – Geração de ruídos e vibrações
- ALA 7 – Alteração na demanda de materiais, equipamentos e insumos
- ALA 8 – Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas
- ALA 9 – Geração de cascalho e deposição ao redor da cabeça dos poços
- ALA 10 – Geração da mistura fluido/cascalho e disposição no mar
- ALA 11 – Geração e descarte de fluido excedente (possibilidade em caso de utilização de fluido base-água nas fases com *riser*)
- ALA 12 – Disponibilidade de substrato artificial
- ALA 13 – Implantação da zona de segurança da plataforma

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

- IMP 1 – Variação da qualidade das águas
- IMP 2 – Variação da qualidade do ar
- IMP 3 – Variação da qualidade dos sedimentos
- IMP 4 – Interferência nas comunidades planctônicas
- IMP 5 – Interferência nas comunidades nectônicas
- IMP 6 – Interferência nas comunidades bentônicas
- IMP 7 – Variação da biodiversidade decorrente da bioincrustação na unidade de perfuração
- IMP 8 – Interferência no tráfego terrestre, marítimo e aéreo
- IMP 9 – Variação da arrecadação tributária
- IMP 10 – Pressão sobre a Demanda por Serviços de Disposição de Resíduos
- IMP 11 – Interferência na pesca

As figuras a seguir apresentam os fluxos de evento para cada intervenção (INA) identificada. A Figura II.6.2-2, especificamente, refere-se aos eventos relacionados às atividades rotineiras da unidade de perfuração, ocorrendo, portanto durante toda a atividade.

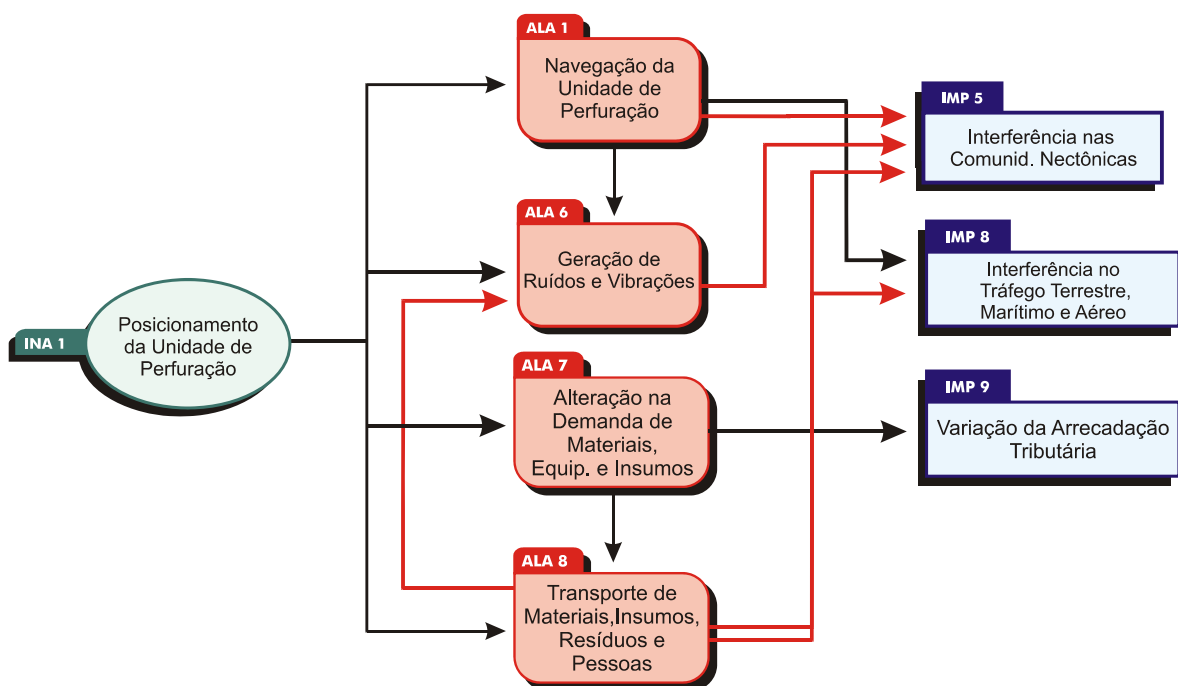


Figura II.6.2-1 - Posicionamento da Unidade de Perfuração – Fluxo de Eventos

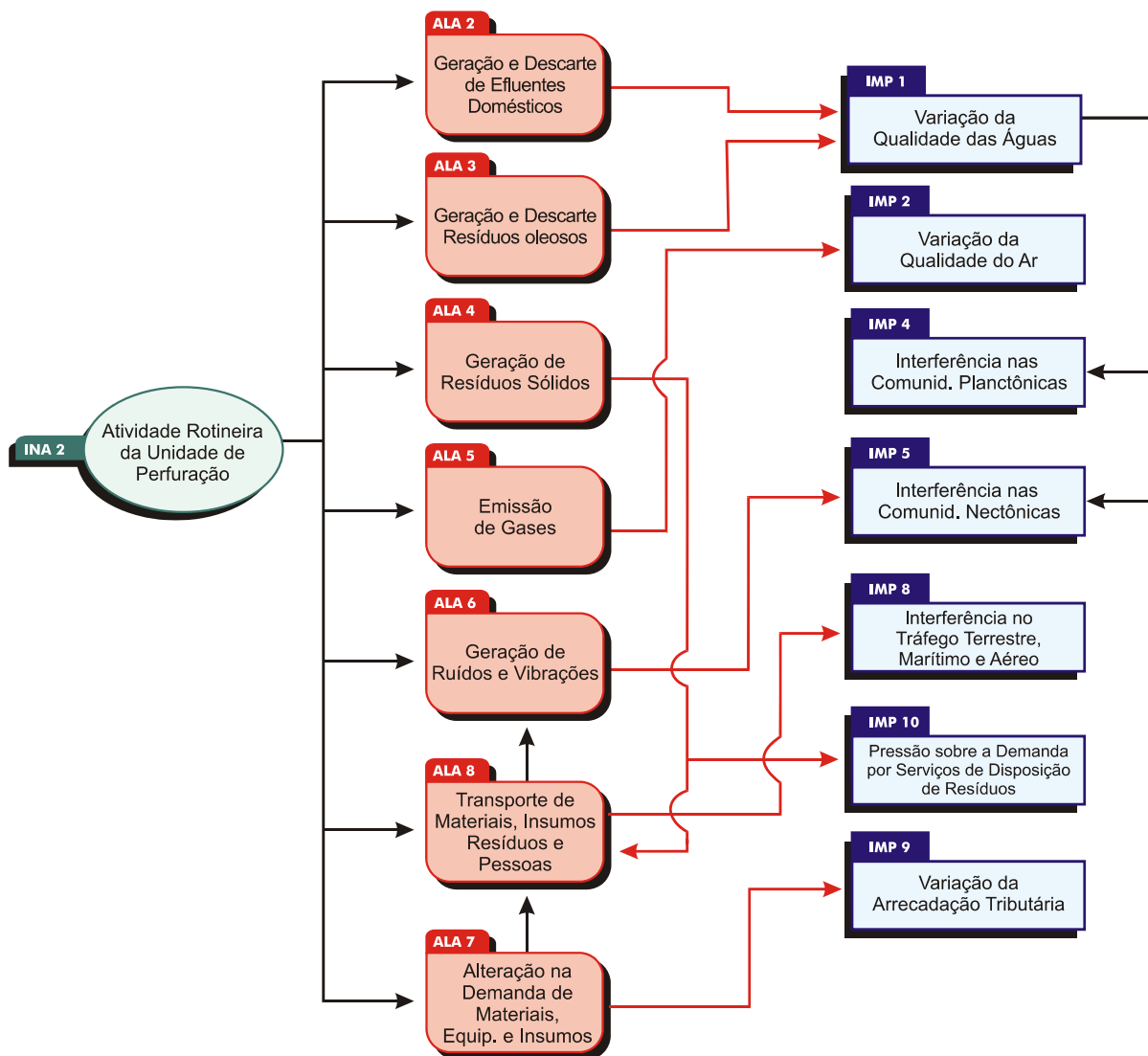


Figura II.6.2-2 – Atividade Rotineira da Unidade de Perfuração - Fluxo de Eventos

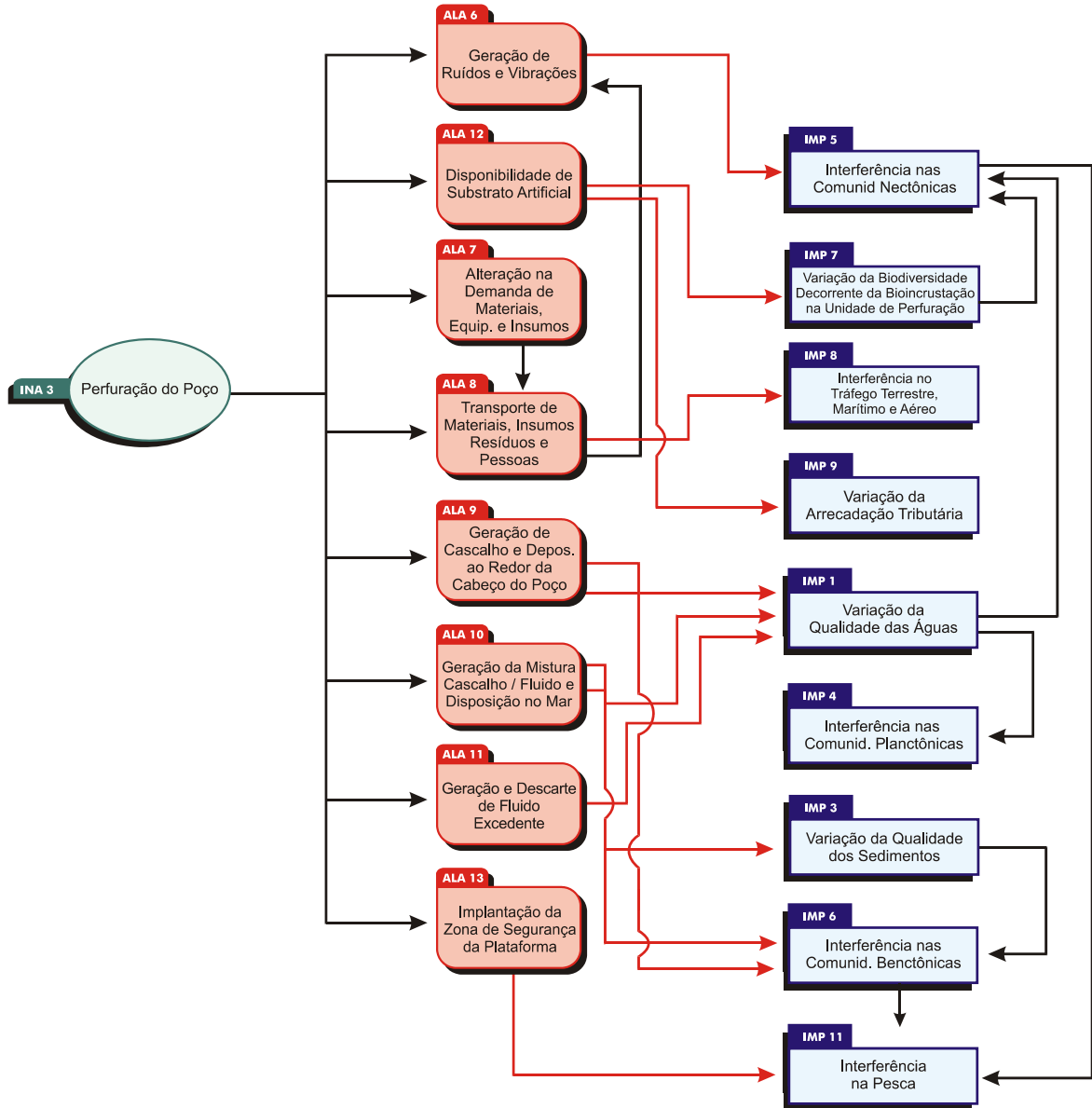


Figura II.6.2-3 – Perfuração do Poço - Fluxo de Eventos

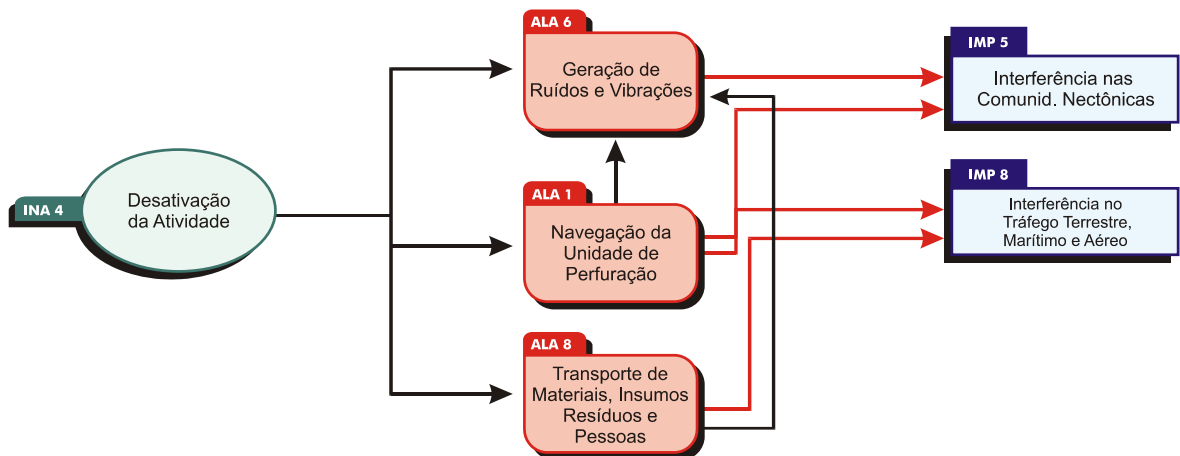


Figura II.6.2-4 - Desativação da Atividade - Fluxo de Eventos

A descrição dos impactos ambientais identificados por compartimento afetado, ao longo das diferentes etapas da atividade, é apresentada a seguir:

Compartimento Físico

➤ IMP 1 – Variação da Qualidade das Águas

Dados obtidos em quatro campanhas oceanográficas realizadas na Bacia Potiguar entre 2002 e 2004 para caracterização e monitoramento ambiental (PETROBRAS, 2006) indicaram que as águas da Bacia Potiguar apresentam características oligotróficas, com elevados níveis de oxigenação, pH e da taxa de penetração da luz; e baixas concentrações dos nutrientes dissolvidos. O material particulado em suspensão (MPS) apresentou uma variação sazonal definida, com concentrações mais elevadas próximas à costa. Considerando-se todas as amostras coletadas o valor mediano de MPS foi de 1,27 mg.L⁻¹.

A variação da qualidade das águas durante a operação normal da atividade poderá ocorrer em função do lançamento de rejeitos na água do mar, tais como água de drenagem, líquidos de limpeza, efluente sanitário, restos alimentares, durante toda a atividade, e cascalho, cascalho com fluido agregado, e fluido base-água excedente (caso esse seja descartado se for utilizado nas fases com *riser*), apenas durante a perfuração dos poços.

É importante mencionar que serão tomados procedimentos internos para minimização dos possíveis impactos, tais como sistema de tratamento de esgoto, trituração de restos alimentares, separadores água-óleo, dentre outros. Além disso, os rejeitos deverão estar de acordo com as regulamentações brasileiras para lançamento na água do mar.

O lançamento de efluente sanitário e restos alimentares poderá promover o incremento temporário de matéria orgânica nas águas oceânicas sabidamente oligotróficas. Os descartes, contudo, serão em pequena intensidade e seus efeitos serão localizados. De acordo com o item de descrição da atividade o sistema de tratamento produz padrão de descarga para o efluente de 15 kg/dia. A estimativa de produção de esgoto é de 28,2 m³/dia, considerando a tripulação máxima do NS-21 de 120 pessoas e a média de esgoto gerado individualmente de 235 L/dia.

A capacidade de dispersão das águas oceânicas rapidamente dilui qualquer efeito gerado pelo lançamento desses efluentes, tornando os impactos resultantes de pequena magnitude.

Os impactos de maior destaque ocorrerão durante a perfuração dos poços e serão os decorrentes do lançamento de cascalho com fluido aderido e de fluido de perfuração excedente (se ocorrer descarte no caso da utilização de fluidos base-água nas fases com *riser*). Nas primeiras fases da perfuração (fases 1 e 2), o cascalho gerado será despejado, diretamente, sobre o fundo oceânico, juntamente com água do mar e fluido base-água de composição simplificada, e de baixa toxicidade. Nas demais fases (3, 4 e 5) os cascalhos retornam à unidade de perfuração e são separados dos fluidos através do sistema de separação de sólidos, sendo em seguida descartados na superfície do mar através de um duto de descarte, juntamente com resíduos de fluido que ficaram aderidos. Para essas fases será utilizado fluido base-água ou base sintética. O fluido sintético excedente não será descartado ao mar.

Os fluidos a serem utilizados somente poderão ser descartados se forem considerados aprovados de acordo com o limite de toxicidade praticado de 30.000 ppm para a toxicidade aguda (CL50-96h > 30.000 ppm).

Os fluidos base-água e os cascalhos com esses tipos de fluidos, após o descarte no oceano, se misturam e dispersam rapidamente devido ao elevado hidrodinamismo do oceano tropical. As maiores partículas de cascalho afundam rapidamente e a pluma do fluido, contendo partículas do tamanho da argila, mistura-se na água do mar e eventualmente alcança o fundo, ou permanece na coluna d'água. Espera-se a ocorrência de maiores concentrações de sólidos próximo ao ponto de lançamento.

Com relação ao fluido sintético, são esperados impactos de menor intensidade na qualidade das águas. Os cascalhos com fluidos base-óleo e fluidos sintéticos encontram-se "molhados com óleo" e não se misturam eficientemente com as águas do corpo receptor. Eles tendem a se juntar, com os maiores aglomerados afundando rapidamente (NEFF *et al.*, 2000). De acordo com a EPA (1999; 2000), a natureza dos fluidos sintéticos pode aumentar a agregação entre as partículas e alterar a velocidade de queda destas dentro da coluna d'água, causando uma concentração ainda maior de partículas nas áreas mais próximas

aos poços. Neff *et al.* (2000) e Bernier *et al.* (2003) afirmam que o impacto na coluna d'água e nas comunidades pelágicas decorrentes do descarte de cascalho com fluido sintético pode ser considerado desprezível, tendo em vista a baixa solubilidade em água dos fluidos sintéticos e a baixa dispersão na coluna d'água. Os cascalhos com fluidos sintéticos apresentam baixa permanência no ambiente pelágico devido à rápida deposição.

Segundo as simulações realizadas especificamente para esse estudo (Anexo II.6-1), as altas concentrações localizam-se muito próximas do ponto de descarte e sua permanência na coluna d'água está limitada ao período de descarte. Nenhum descarte de cascalho / fluido atingiu distâncias superiores a 4 m com valores de sólidos em suspensão superiores a 1 mg/L.

Para representar as concentrações de sólidos na coluna d'água referentes aos fluidos de perfuração, foram selecionadas duas fases de perfuração, consideradas mais críticas devido a maior vazão de descarte das mesmas para os dois tipos de fluidos empregados – Fase II (sem *riser* – fluido base água) e Fase III (com *riser* – fluido base sintética).

Os resultados obtidos indicam que as concentrações de sólidos diminuem rapidamente, com diluições de até $8,2 \times 10^7$ vezes nas fases sem *riser*, e de até $4,2 \times 10^6$ vezes nas fases com *riser*. Na Fase 2, as concentrações de sólidos passaram de 72.880 mg/L para 0,000884 mg/L em cerca de 6,7 m do ponto de descarte, para o cenário de verão, e para 0,000946 mg/L em cerca de 6,5 m no cenário de inverno. A influência significativa da pluma de sólidos em suspensão ocorre apenas na camada de fundo (até 5 m acima do fundo do mar). Para a Fase 3, a concentração inicial de 725.350 mg/L também diminui rapidamente, alcançando valores entorno de 0,1767 mg/L em cerca de 10 m do ponto de descarte, no cenário de verão, e para 0,1691 mg/L, em aproximadamente 3,5 m, no cenário de inverno. Nesta fase, a profundidade máxima onde existe influência significativa da pluma de sólidos em suspensão (valores superiores a 1 mg/L) é de cerca de 2,0 m para ambos os cenários.

As distâncias até a concentração de 1 mg/L variaram de 3,0 (Fase III – fluido base sintética) a 4,0 m (Fase II – fluido base água), enquanto que, para a concentração de 5 mg/L, as distâncias variaram de 2,7 (Fase III – fluido base sintética) a 3,5 m (Fase II – fluido base água).

No que se refere, especificamente, ao descarte do fluido excedente, quando este ocorre, estudos desenvolvidos em diversos locais tais como Golfo do México (AYERS *et al.*, 1980a), Oceano Atlântico (AYERS *et al.*, 1980b), Pacífico (RAY & MEEK, 1980, O'REILLY *et al.*, 1989), dentre outros, corroboram com os resultados obtidos na modelagem realizada, visto que tem demonstrado que o fluido de perfuração se dispersa rapidamente após o descarte. Deve-se ressaltar que os fluidos de perfuração descartados ao mar possuem diversos produtos químicos em sua composição, o que pode gerar a alteração temporária das concentrações naturais de alguns elementos, como o bário, o cádmio e o cromo, integrantes de alguns tipos de baritina (EPA, 1999).

Avaliações da qualidade da água durante o descarte de fluidos de perfuração base-água, contudo, indicaram que apenas a transmissão de luminosidade e a concentração de sólidos em suspensão apresentaram variações de valores razoáveis, nas proximidades do ponto de lançamento. Ayers *et al* (1980a) demonstraram que os valores de temperatura, salinidade, e oxigênio dissolvido estiveram dentro da normalidade numa distância de 45 m a partir do ponto de descarga de fluido. Os autores encontraram concentrações de sólidos em suspensão em níveis de *background* em distâncias de 350 e 590 m durante descargas de fluido de perfuração de 44 m³/h e 80 m³/h, respectivamente.

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

Concluindo, a degradação da qualidade da água, se dá principalmente em função do descarte de cascalho e fluido de perfuração, que alteram a condição da qualidade da água durante o tempo de solubilização. O lançamento dos demais rejeitos provoca alterações insignificantes na coluna d'água. Na determinação da magnitude dos impactos sobre a qualidade das águas não se deve desconsiderar o elevado hidrodinamismo da região, que leva à alta capacidade de dispersão das águas oceânicas, gerando a diluição de qualquer efeito negativo com relativa rapidez.

Dessa forma, durante todas as etapas da atividade os impactos na qualidade das águas foram considerados como de pequena magnitude, mesmo durante a etapa de perfuração, quando haverá descarte de cascalho com fluido agregado. Em função da baixa toxicidade dos fluidos de perfuração e do curto tempo de permanência na coluna d'água, não é esperada a contaminação do ambiente marinho, apenas um aumento temporário e localizado da turbidez (NEFF *et al*, 2000).

No que diz respeito à importância, a classificação também deve ser pequena, para todas as etapas, pois os efeitos serão localizados e temporários e não se manifestarão na região costeira onde estão situados ecossistemas de relevância ecológica, e onde se desenvolvem atividades turísticas e pesqueiras. Vale mencionar a boa qualidade das águas da região, e a pouca probabilidade de efeitos sinérgicos, visto o curto tempo de duração dos impactos e a grande capacidade de autodepuração das águas, verificada nas campanhas de caracterização e monitoramento realizadas na região, onde são desenvolvidas outras atividade de E&P.

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

Etapa de Posicionamento e Desativação:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> Descarte de rejeitos no mar – efluentes domésticos e resíduos oleosos (<20 ppm) 	Alterações das propriedades físico-químicas e biológicas das águas → Variação da qualidade da água	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, local – pequena magnitude – pequena importância.

Etapa de Perfuração:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> Descarte de rejeitos no mar – efluentes domésticos e resíduos oleosos, cascalho, mistura fluido/cascalho, fluido excedente (caso ocorra descarte se for utilizado nas fases com <i>riser</i>). 	Alterações das propriedades físico-químicas e biológicas das águas → Variação da qualidade da água	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, local – pequena magnitude – pequena importância.

➤ IMP 2 - Variação da Qualidade do Ar

Os impactos ambientais na qualidade do ar decorrerão principalmente das emissões de gases vinculadas ao funcionamento de exaustores de máquinas e turbinas a diesel, e à queima de hidrocarbonetos durante o teste de poço, quando este é realizado. A principal fonte de emissão atmosférica do navio-sonda NS-21 será proveniente da queima de diesel marítimo nos motores à combustão. A queima de combustível é necessária para a geração de energia elétrica utilizada na área de acomodação, cozinha, banheiro e nas operações de perfuração.

A energia elétrica é gerada a partir de 7 motores diesel de 20 cilindros, que realizam a queima do combustível transformando a energia das expansões dos gases nos pistões em energia mecânica, com capacidade de prover 2,5 MW. Os geradores transformam esta energia mecânica em energia elétrica que abastecerá o navio.

Para o cálculo das emissões atmosféricas foram utilizados dados de emissão obtidos a partir de informações do SIGEA (Sistema de Gestão de Emissões Atmosféricas) para a NS-21, no período de janeiro a julho de 2009.

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

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

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

É importante ressaltar, também, que não serão incinerados resíduos sólidos ou efluentes líquidos a céu aberto na unidade de perfuração, não sendo geradas, desta forma, emissões atmosféricas relacionadas a este processo.

Os impactos ambientais na qualidade do ar deverão ser temporários, locais, e de pequena magnitude (intensidade) visto que os gases emitidos não chegarão a causar uma contaminação do ambiente e estarão concentrados no local de trabalho, podendo ser dispersos pelos ventos locais. Caso sejam encontrados indícios de hidrocarbonetos, poderá ser realizado o teste de formação durante a etapa de perfuração, elevando a emissão de gases no local, mas ainda assim pode-se dizer que a magnitude dos impactos será pequena.

No que diz respeito à importância, a classificação também é pequena, mesmo considerando possíveis efeitos sinérgicos com outras atividades de E&P em curso na região, já que as operações se darão em alto mar, em área localizada, e os gases gerados não atingirão as áreas urbanas.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes para todas as etapas da atividade são resumidos no quadro seguinte.

Etapas de Posicionamento, Perfuração e Desativação:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
▪ Funcionamento de exaustores de máquinas e turbinas diesel	Emissão de gases na atmosfera → Variação da qualidade do ar	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, local - pequena magnitude - pequena importância.

➤ IMP 3 - Variação da Qualidade dos Sedimentos

No que se refere à qualidade dos sedimentos verificada atualmente na Bacia Potiguar, dados obtidos em quatro campanhas oceanográficas realizadas entre 2002 e 2004 (vide item II.5.1.3) para caracterização e monitoramento ambiental indicaram que os teores de matéria orgânica, hidrocarbonetos aromáticos (16 HPAs) e alifáticos (totais, MCNR, resolvidos e n-alcenos) são baixos. As concentrações de metais encontram-se dentro da faixa reportada para outros setores da plataforma continental nordeste em estudos anteriores, e no limite inferior da faixa de concentração reportada para a plataforma sudeste brasileira. Os valores são consistentes com (i) ausência de fontes naturais (terrestres ou marinhas) significativas na região e (ii) um ambiente altamente dinâmico e sem tendência ao acúmulo de matéria orgânica no fundo, como representado pela presença de sedimentos grosseiros e ricos em carbonatos.

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

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

As duas primeiras fases da perfuração (Fases I e II) apresentam cascalho com apenas um resíduo de fluido base-água com composição simplificada e de baixa toxicidade. Nessas não é provável a contaminação do sedimento, sendo esperada apenas uma modificação da granulometria em função do cascalho descartado. Os resultados da modelagem de dispersão de cascalho/fluido para essas fases demonstraram que a espessura máxima de cascalho atingida é de cerca de 30 cm (Fase II) nas vizinhanças do poço (cerca 6,0 m na direção sul). Para Fase I, a espessura dos depósitos ficou em cerca de 7,0 cm (aproximadamente 3,0 m na direção sudeste) Os depósitos decorrentes dos descartes das seções com *riser*, modelados considerando a utilização de fluido de base-sintética, formaram pilhas com espessuras inferiores a 0,25 cm e mostraram uma tendência a maior deposição a norte-noroeste (verão) e a norte-nordeste (inverno). Considerando a integração de todos os resultados observa-se que a espessura máxima de cascalho atingida é de aproximadamente 33,7 cm no verão e de 34,3 cm no inverno (principalmente devido ao descarte da fase II) nas vizinhanças do poço (cerca de 3,0 - 6,0 m na direção sul/sudeste). Considerando espessuras iguais ou superiores a 1 mm, a área total dos depósitos no cenário de verão foi de 145.126 m², e no cenário de inverno foi de 140.974 m², sendo que 99% das mesmas apresentou depósitos com espessuras inferiores a 6,5 cm (vide Anexo II.6-1).

Os resultados obtidos no projeto MAPEM (2004) demonstram que a composição granulométrica do sedimento realmente sofre alterações devido à perfuração de poços exploratórios em águas ultra-profundas, devido principalmente ao depósito de cascalhos e à variação dos teores de areia e argila, além da concentração de argilo-minerais. Entretanto, estas alterações foram sentidas de forma mais intensa em distâncias de até 150 m do poço perfurado.

Os efeitos do lançamento de fluido de perfuração base-água no sedimento, aderido aos cascalhos, nas fases com *riser*, quando ocorrem, normalmente são a longo prazo, causando uma contaminação química por metais pesados, principalmente bário, cromo, cobre, níquel, chumbo e zinco (BREUER *et al.*, 2004). A concentração dos metais, apesar de pouco significativa, é geralmente maior em sedimentos próximos à unidade de perfuração, decrescendo com a distância. Em ambientes de alta energia os metais tendem a se dispersar e serem diluídos rapidamente para concentrações de *background* em sedimentos. A própria movimentação das correntes e o fato do descarte ser feito em alto mar (profundidades superiores a 1.000 m), facilita a sua dispersão. Essa dispersão pode ocasionar uma diminuição da concentração das substâncias químicas presentes na mistura cascalho/fluido, o que minimiza este impacto ao longo do tempo. Vale ressaltar que os resultados obtidos pela Petrobras nos estudos de caracterização ambiental e monitoramento na Bacia Potiguar indicaram que a composição dos sedimentos, caracterizada pelo elevado teor de areia e pelas baixas concentrações de matéria orgânica, refletem o caráter não deposicional do ambiente estudado.

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

Os metais pesados oriundos dos fluidos geralmente se apresentam sob uma forma química que limita a sua solubilidade e sua biodisponibilidade para o ambiente, estando presentes na forma sólida ou complexados, apresentando baixa disponibilidade (NEFF *et al.*, 2000). De acordo com levantamentos realizados por Smith (2001), o bário, e outros metais, além de não terem demonstrado efeitos de bioacumulação, não tem apresentado biomagnificação na cadeia trófica. Segundo Breuer *et al.* (2004), a composição final das acumulações de cascalho/fluidos no sedimento será função dos processos biogeoquímicos que ocorrem no sedimento marinho, resultantes das diferentes taxas de degradação dos diferentes produtos químicos e dos teores de matéria orgânica e oxigênio dissolvido presentes no sedimento.

Com relação aos efeitos do lançamento de fluido de perfuração base-sintética, quando ocorrem, normalmente são também a longo prazo, causando uma contaminação química, por metais pesados (que são os mesmos encontrados nos fluidos de perfuração base-água), sendo maior em sedimentos próximos à unidade de perfuração. Segundo Neff (2000), a acumulação do cascalho no sedimento de fundo é dependente de uma complexa interação do nível e massa de descarga, coluna d'água (profundidade), estrutura da corrente da coluna d'água e do tipo de fluido sintético e cascalho. Os fluidos sintéticos assentam mais rapidamente que os fluidos base-água, e por conseqüência dispersam menos na coluna d'água, acumulando mais no sedimento marinho próximo ao local de descarga. De acordo com Neff *et al.* (2000), o empilhamento do cascalho com fluido sintético varia amplamente, desde não evidente até 3 m de altura.

De acordo com Neff *et al.* (1999), e segundo a EPA (1999, 2000), os compostos orgânicos dos fluidos sintéticos são rapidamente biodegradados em ambientes oxigenados. Porém, este processo diminui a concentração de oxigênio da camada superficial do sedimento, transformando-a em anóxica e comprometendo as condições de sobrevivência da comunidade bentônica local. Na ausência de oxigênio, bactérias e fungos anaeróbicos desenvolvem-se, continuando a biodegradação dos compostos (apesar desta ser mais lenta que em condições aeróbicas), e garantindo uma considerável produção orgânica neste local (NEFF *et al.*, 2000).

A partir do exposto, pode-se dizer que a magnitude do impacto na qualidade dos sedimentos será média visto que é possível a ocorrência de contaminação química, e alteração granulométrica, nos sedimentos próximos ao ponto de descarte. A importância será pequena, considerando que o efeito químico no sedimento será bastante localizado. Além disso, a movimentação das correntes, e o fato do descarte ser feito em alto mar, facilita a dispersão dos cascalhos com fluido agregado. Essa dispersão pode ocasionar uma diminuição da concentração das substâncias químicas presentes na mistura cascalho/fluido, o que minimiza este impacto ao longo do tempo. Vale lembrar que atividade está localizada a aproximadamente 60 - 80 km da costa e em lâmina d'água superior a 1000 m (entre 1400 e 2400 m), que o ambiente é altamente dinâmico e sem tendência ao acúmulo de matéria orgânica no fundo, e que é provável a recomposição do meio ambiente em função da circulação oceânica. Ressalta-se, também, que os dados obtidos pela Petrobras durante o programa de caracterização ambiental e monitoramento (PETROBRAS, 2006) não indicaram influência das atividades de exploração e produção de óleo e gás sobre a concentração de metais traço e elementos maiores nos sedimentos da plataforma continental na Bacia Potiguar, sugerindo não haver efeito sinérgico com as demais atividades ocorrentes na Bacia.

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

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Geração da mistura fluido/cascalho e descarte no mar	Alterações das propriedades físico-químicas dos sedimentos → Variação da qualidade dos sedimentos	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, local – média magnitude – pequena importância.

Compartimento Biota Marinha

Durante a atividade em questão, diversas intervenções causam interferências na biota marinha, tais como o descarte de rejeitos, emissão de ruídos, vibrações e gases, iluminação, dentre outros. Essas interferências podem levar a fuga, estresse, e/ou perda de organismos.

Especificamente durante a perfuração dos poços, há ainda o descarte de cascalho e fluido de perfuração. Cabe ressaltar, com base nas simulações realizadas – dispersão de cascalho e fluido de perfuração - que os efeitos da atividade de perfuração estarão restritos às proximidades dos poços, não atingindo os ecossistemas costeiros, tais como os estuários, manguezais, praias e restingas.

A seguir são apresentados os impactos avaliados como passíveis de ocorrência.

➤ **IMP 4 - Interferência com as Comunidades Planctônicas**

Os possíveis impactos sobre as comunidades planctônicas serão decorrentes principalmente de alterações das propriedades físico-químicas das águas em função do lançamento de rejeitos. Além dos rejeitos gerados pela atividade rotineira da unidade de perfuração – efluente sanitário, resíduos alimentares, efluentes líquidos não perigosos – presentes em todas as etapas da atividade, na etapa de perfuração, ocorre também o descarte de cascalho com fluido base-água ou sintético e, talvez, de fluido base-água excedente (possibilidade no caso de utilização de fluido base-água nas seções com *riser*).

O lançamento de efluentes sanitários e resíduos alimentares poderá promover o incremento temporário de matéria orgânica nas águas, tornando disponível micronutrientes para o fitoplâncton, com conseqüente aumento da produtividade primária local (APPEA Education Site). Porém, estas alterações serão verificadas apenas nas camadas superiores da coluna d'água, onde a escassez de nutrientes é fator limitante para o crescimento do plâncton (LALLI & PARSONS, 1993). Ressalta-se que o efluente sanitário é tratado antes do lançamento e os restos de alimentos são triturados, a fim de que os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/05 sejam atendidos. A capacidade de dispersão das águas marinhas rapidamente dilui qualquer efeito gerado pelo

lançamento desses efluentes, tornando os impactos resultantes temporários, de muito pequena intensidade, e restritos à área da unidade de perfuração e seu entorno.

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

No que se refere aos sólidos combinados na coluna d'água, após o descarte as concentrações com valores significativos normalmente permanecem próximas ao ponto de lançamento, decrescendo rapidamente com o distanciamento da fonte. Possivelmente, depois de encerrada a atividade de perfuração, não ocorrerão concentrações de sólidos em suspensão em níveis detectáveis ou que causem aumento de turbidez na coluna d'água (Vide IMP 1 – Variação da qualidade das águas), retornando o ambiente rapidamente ao seu equilíbrio original.

A redução da intensidade de luz no corpo d'água em função do aumento da turbidez pode influenciar, temporariamente, a capacidade fotossintética dos organismos fitoplanctônicos. No entanto, observa-se que os impactos nos organismos planctônicos, no que diz respeito a este fator serão irrelevantes, já que o aumento da turbidez será pouco significante e limitado, principalmente, ao entorno do ponto de lançamento durante o descarte de fluidos com cascalhos agregados. Com relação às fases sem *riser* deve ser acrescentado que devido à profundidade em que ocorrerá o evento – de 1400 a 2400 m, não se espera impactos sobre o fitoplâncton.

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

Os impactos nos organismos planctônicos serão irrelevantes, contudo de maior intensidade no caso do cascalho agregado a fluido base-água, em que os organismos estarão expostos aos componentes do fluido, e, adicionalmente, ao aumento da turbidez nas proximidades do ponto de descarte. No caso do

descarte de cascalhos com fluidos base-óleo ou sintéticos, a exposição na coluna d'água é mínima, visto que os cascalhos encontram-se com fluido sintético adsorvido que, por ter características hidrofóbicas, não se mistura eficientemente com as águas do corpo receptor. Eles tendem a formar agregados que se depositam mais rapidamente (NEFF *et al.*, 2000).

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

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

No que se refere ao descarte de fluido excedente, estudos realizados por AYERS (1994), para modelagens de descarte de 160m³/h de fluido de perfuração, consideraram que a concentração de sólidos em suspensão decresceu rapidamente, reduzindo duas ordens de grandeza em menos de 1 minuto e em uma distância inferior a 10 m. Considerando a presença de organismos planctônicos se deslocando com as correntes atuantes no local durante o momento em que o descarte esteja ocorrendo, o tempo máximo que este organismo seria exposto a concentrações superiores ao valor de toxicidade mínimo seria de aproximadamente 1,2 minutos, tendo em vista a velocidade média das correntes superficiais. Baseado nesta análise, o descarte de fluidos de perfuração apresenta um potencial tóxico pouco significativo na coluna d'água.

As simulações de dispersão do cascalho e fluido mostraram que ocorre um decaimento rápido na concentração de sólidos com o distanciamento da fonte de lançamento. Segundo os resultados obtidos, em uma distância de cerca de 4 m do ponto de descarte, a pluma de sólidos em suspensão alcança concentrações

da ordem de 1 mg/L. As altas concentrações localizam-se muito próximas do ponto de descarte e sua permanência na coluna d'água está limitada ao período de descarte.

A reduzida toxicidade dos fluidos de perfuração, o reduzido tempo de exposição a concentrações potencialmente tóxicas e o reduzido volume de água afetado, claramente indicam que efeitos biológicos significativos na coluna d'água são bastante improváveis.

Concluindo, os impactos ambientais resultantes das atividades de perfuração estarão restritos à área de descarte de efluentes sanitários, restos alimentares triturados, de fluido e da mistura fluido/cascalho, e deverão ser temporários e de pequena magnitude (intensidade), mesmo durante a etapa de perfuração, quando ocorrerá descarte de cascalho e fluido de perfuração. Vale ressaltar a grande capacidade de dispersão das águas marinhas, e a baixa toxicidade dos fluidos que serão utilizados. Deve ser considerada, também, a improbabilidade de alterações na estrutura das comunidades planctônicas, principalmente devido ao curto período de vida, a alta taxa reprodutiva dos organismos planctônicos, e ao dinamismo das correntes que deslocam as comunidades planctônicas, compensando assim uma possível redução de organismos na área afetada. Os resultados obtidos pela Petrobras no programa de caracterização ambiental e monitoramento na Bacia Potiguar (PETROBRAS, 2006) indicaram um efetivo processo de diluição, em conseqüência da dinâmica oceanográfica local, que mantém uma renovação constante das águas e processos de mistura, podendo se dizer que a área apresentou uma grande capacidade de autodepuração.

A importância deste impacto foi classificada também como pequena, principalmente em função de sua curta duração e pontualidade, da presença na área de estudo de outros ambientes marinhos com características físicas e biológicas semelhantes ao que será impactado, e do fato das espécies ocorrentes não serem endêmicas da Bacia Potiguar, e sistema costeiro adjacente. O inventário do fitoplâncton na Bacia Potiguar (PETROBRAS, 2006), indicou uma composição taxonômica complexa e diversificada, característica de ambiente oligotrófico tropical, destacando o grupo das diatomáceas como o mais abundante tanto qualitativamente como quantitativamente. Para o zooplâncton, os resultados obtidos estão dentro do que seria esperado para uma região tropical sob

influência das águas oligotróficas da Corrente Sul-Equatorial. A análise do ictioplâncton também evidenciou uma comunidade típica de regiões tropicais costeiras, com influência de espécies oceânicas na margem da plataforma continental. Adicionalmente, as conclusões dos estudos de caracterização ambiental, e monitoramento, realizados na Bacia Potiguar (PETROBRAS, 2006), indicaram um ambiente altamente dinâmico e com grande capacidade de autodepuração das águas, o que dificulta possíveis efeitos sinérgicos com as demais atividades de E&P em curso na Bacia.

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

Etapa de Posicionamento e Desativação:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
→ Descarte de rejeitos no mar – efluentes domésticos e resíduos oleosos	Alterações das propriedades físico-químicas das águas → Variação da qualidade das águas → Interferência nas comunidades planctônicas	Negativo, indireto, imediato, reversível, temporário, provável, local – pequena magnitude – pequena importância.

Etapa de Perfuração:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Descarte de rejeitos no mar – efluentes domésticos, cascalho, mistura fluido/cascalho, fluido de perfuração excedente (possibilidade no caso de utilização de fluido base água).	Alterações das propriedades físico-químicas das águas → Variação da qualidade das águas → Interferência nas comunidades planctônicas	Negativo, indireto, imediato, reversível, temporário, provável, local – pequena magnitude – pequena importância.

➤ IMP 5 – Interferência com as Comunidades Nectônicas

Os impactos ambientais sobre as comunidades nectônicas ocorrerão durante todas as etapas da atividade. Serão gerados, principalmente, pelo deslocamento da unidade de perfuração, durante as etapas de posicionamento e desativação, pela movimentação das embarcações de apoio, durante toda a atividade bem como, pela própria atividade rotineira da sonda e perfuração dos poços (atrito da broca de perfuração na rocha e operação de máquinas e equipamentos). Os ruídos, vibrações e iluminação gerados poderão causar interferências no comportamento da fauna do entorno.

Os impactos serão decorrentes, também, de maneira insignificante, de alterações das propriedades físico-químicas das águas em função do lançamento de rejeitos, incluindo o cascalho/fluido (durante a etapa de perfuração), e do descarte de resíduos orgânicos. Além disso, deve ser considerada a criação de uma área sombreada e de refúgio em função do posicionamento da sonda nas áreas de perfuração e a possibilidade de colisão de organismos com as embarcações.

Motores de popa (*outboards*) produzem ruídos que podem gerar de 150 a 175 dB re 1 μ Pa, sob a água. Os navios de grande porte emitem sons durante trânsito geralmente na faixa dos 170 a 190 dB re 1 μ Pa em frequências muito variáveis (PROJETO BALEIA FRANCA, 2003). Independentemente da classe da embarcação, o ruído produzido aumenta sensivelmente com o aumento da velocidade desenvolvida. Vale ressaltar, contudo, que o número de embarcações envolvidas na atividade é reduzido (2 embarcações de apoio e 1 dedicada), e que as embarcações envolvidas estarão operando em baixas velocidades e em uma rota marítima já estabelecida. Estão previstas cerca de duas viagens por semana.

Ruídos, vibrações e iluminação de forma isolada ou conjunta, podem vir a causar o abandono temporário da área. É importante mencionar, contudo, que a partir de um determinado momento, certas espécies de peixes acabam assumindo a acústica local como ritmos normais do ambiente onde vivem. Em contrapartida, outras espécies expostas por períodos curtos ou longos a sons de origem antrópica podem sofrer alterações comportamentais, bem como sofrer perdas temporárias ou permanentes de audição (POPPER, 2003; SCHOLIK.& YAN, 2002; AMOSER. & LADICH, 2003). Os ruídos e vibrações causados pela perfuração podem causar estresse aos peixes que por ventura utilizem o local como zona de alimentação. As conseqüências serão o afugentamento dos peixes, que é temporário (APPEA *Education Site*).

No caso de mamíferos marinhos, é sabido que ruídos intensos podem causar estresse e interferir na comunicação entre indivíduos (MOORE & CLARKE 2002; NATIONAL ACADEMIES, 2003; RUSSEL, 2002; CANADA-NEWFOUNDLAND & LABRADOR OFFSHORE PETROLEUM BOARD, 2006, dentre outros). A primeira reação, entretanto, é fugir da área perturbada. O registro da biota marinha nas imediações de unidades de perfuração, no entanto, tem indicado que os organismos não têm sido influenciados negativamente com a presença da plataforma.

No que se refere, ao peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*), presente no litoral do Ceará, entre Iguape e Jericoacoara, e em toda a região costeira do estado do Rio Grande do Norte, ressalta-se que, são pouco reativos aos ruídos gerados por embarcações por possuírem o sistema auditivo pouco sensível às frequências mais baixas (SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, 2005). Os peixes-boi são, na maior parte do tempo, animais silenciosos, apresentando somente um código simples de cliques e gritos de alta frequência. As vocalizações ocorrem, em geral, somente em situações de medo, protesto e aproximação sexual, embora existam vocalizações mais elaboradas em situações específicas, como a comunicação entre fêmea e filhote (RICHARDSON *et al.*, 1995). Desta forma, o impacto de ruídos na comunicação destes animais pode ser considerado relativamente pequeno. Adicionalmente, a distribuição destes animais está restrita a regiões costeiras rasas, bem distantes das áreas onde serão realizadas as atividades de perfuração dos Blocos BM-POT-16 e BM-POT-17.

Da mesma forma que ocorre com os mamíferos marinhos, os ruídos no mar, gerados pelas embarcações e atividades de perfuração, podem ocasionar o afastamento ou afugentamento das espécies de quelônios, que porventura transitam na área próxima à atividade.

Outro evento que deve ser considerado, embora com probabilidade de ocorrência remota, é a possibilidade de colisão de cetáceos e sirênios com as embarcações operantes na região de estudo.

Considera-se que no caso de cetáceos, o maior problema seja em relação aos filhotes, visto que mesmo barcos de porte relativamente pequeno podem, em caso de colisão, causar ferimentos graves ou mesmo a morte desses organismos (PROJETO BALEIA JUBARTE, 2003). Este evento, contudo, tem muito baixa probabilidade de ocorrência, pois, além do reduzido número de embarcações e das mesmas operarem em baixas velocidades na área, esses organismos possuem grande capacidade de locomoção, podendo facilmente desviar das rotas das embarcações.

Quanto aos sirênios, Richardson *et al.* (1995) e Gerstein (2002) relatam o alto índice de colisões envolvendo esses organismos e embarcações. A mesma falta de sensibilidade auditiva às frequências mais baixas que torna os peixes-boi pouco reativos aos ruídos gerados pelas embarcações, limita sua percepção à aproximação das mesmas, o que os torna especialmente vulneráveis a colisões

acidentais. O fato de habitarem águas rasas, raramente visitando áreas com profundidades superiores a 12 metros, também contribui para o elevado número de colisões. Entretanto, na região em estudo, este evento tem muito baixa probabilidade de ocorrência. A atividade de perfuração é prevista para lâmina d'água de cerca de 1.400 – 2400 m, profundidades muito superiores aquelas de maior ocorrência de sirênios. O trânsito de embarcações em águas rasas e com maior probabilidade de ocorrência de peixes-boi, ocorrerá somente durante o trajeto das embarcações dos portos de apoio (Guamaré – RN e Paracuru - CE) para a área dos blocos, e vice versa. Ressalta-se que o reduzido número de embarcações envolvidas na atividade (2) não representa um aumento significativo no tráfego marítimo da região, principalmente nas proximidades do porto, onde esses animais podem ser encontrados. Além disso, estão previstas poucas viagens semanais (aproximadamente 2 viagens).

Com relação às tartarugas marinhas, a área de estudo constitui área comprovada de ocorrência das cinco espécies encontradas na costa brasileira. As espécies *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* são as espécies mais importantes na região, e utilizam áreas do estado do Rio Grande do Norte para reprodução, embora se observe um predomínio de “registros não reprodutivos”. Cabe ressaltar, contudo, que a atividade ocorrerá a cerca de 60 - 80 km de distância da costa, e que as tartarugas têm hábitos mais costeiros, havendo baixa probabilidade de interferência da atividade de perfuração nas tartarugas.

Ressalta-se que as bases de apoio - píer de Guamaré (RN) e o porto de Paracuru (CE) - possuem um movimento regular de barcos de variados portes, e para dar apoio à atividade de perfuração são previstas apenas duas embarcações, que operarão em baixas velocidades.

No caso do descarte de rejeitos, destaca-se o descarte da mistura fluido-cascalho durante a etapa de perfuração. Não são, contudo, esperados impactos significantes sobre a comunidade nectônica, visto que os efeitos ficarão restritos ao entorno da unidade de perfuração, e que a capacidade de natação desses organismos permite que os mesmos se desloquem para outros locais em condições de perturbações. Além disso, muitos estudos têm demonstrado que não são esperados efeitos adversos do descarte de cascalhos e fluidos em organismos pelágicos em águas oceânicas (NEFF *et al.*, 2000).

O descarte de resíduos orgânicos pode levar a um incremento temporário na fauna de peixes no entorno da unidade de perfuração, visto que haverá uma maior disponibilidade de alimento. Deve se ressaltar, contudo, que esse incremento será altamente pontual e bastante temporário, sem causar impactos na comunidade como um todo.

Devido ao curto tempo de desenvolvimento da atividade (de 50 a 90 dias por poço), e à localização pontual, os efeitos negativos sobre a biota estarão restritos, principalmente, às comunidades presentes na área de entorno da unidade de perfuração e embarcações. São temporários e reversíveis, visto que as condições naturais serão restabelecidas com o encerramento da ação geradora. Os impactos ambientais resultantes serão de pequena magnitude, pois os ruídos e vibrações não serão de grandes proporções, ocorrendo em curto intervalo de tempo.

Além disso, devido à grande capacidade de locomoção desses organismos, eles normalmente se afastam da fonte de ruído em longas distâncias, não permitindo, com isso, a ocorrência de maiores impactos. Ressalta-se, também, a baixíssima probabilidade de ocorrência de colisão dos mamíferos marinhos com as embarcações/unidade de perfuração.

A importância do impacto, foi considerada como grande, visto a ocorrência comprovada na região de espécies ameaçadas de extinção como a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), o cachalote (*Physeter macrocephalus*), o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*), algumas espécies peixes, além das tartarugas marinhas - tartaruga-verde ou aruanã (*Chelonia mydas*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga gigante ou tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e, tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*). Ressalta-se que não são esperadas variações na estrutura das comunidades neotônicas, tanto no que se refere à abundância de organismos, como no que diz respeito à diversidade de espécies. Podem, contudo, ocorrer pequenas alterações comportamentais, principalmente em relação a mamíferos marinhos que utilizam a área. Adicionalmente, nesse caso, devem ser considerados possíveis efeitos sinérgicos com as demais atividades de E&P em curso na Bacia Potiguar. Atualmente seis blocos na bacia estão em fase de perfuração exploratória, e quinze campos encontram-se em atividade de produção. Não pode se desconsiderar as atividades dos barcos de apoio e a emissão de ruídos e efluentes por estas atividades.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Etapas de Posicionamento e Desativação:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Navegação e posicionamento da unidade de perfuração ▪ Operação de máquinas e equipamentos ▪ Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruídos, vibrações e luz ▪ Variação da qualidade das águas → Interferência nas comunidades nectônicas 	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, regional – pequena magnitude – grande importância.

Etapa de Perfuração:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perfuração da rocha ▪ Operação de máquinas e equipamentos ▪ Descarte de rejeitos no mar e resíduos orgânicos ▪ Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruídos, vibrações e luz ▪ Variação da qualidade das águas → Interferência nas comunidades nectônicas 	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, regional – pequena magnitude – grande importância.

➤ IMP 6 - Interferência nas Comunidades Bentônicas

Os resultados obtidos no conjunto das campanhas oceanográficas realizadas pela Petrobras na Bacia Potiguar, entre 2002 e 2004 (PETROBRAS, 2006), indicam uma área bastante complexa do ponto de vista estrutural, com características de funcionamento claramente dominadas pela presença de rodolitos que conferem alta diversidade e densidade em região tropical oligotrófica. O acúmulo de biomassa evidenciado pelas elevadas densidades faunísticas e predominância de fácies biogênicas confere papel de destaque ao compartimento bentônico e provavelmente condiciona as variações dos outros compartimentos, planctônico e nectônico, a partir de suas relações.

Os impactos passíveis de ocorrência sobre as comunidades bentônicas são decorrentes do descarte de cascalho com fluido de perfuração base-água ou base-sintética, durante a etapa de perfuração.

O sedimento do assoalho marinho é o substrato das comunidades bentônicas, podendo ser considerado como o principal compartimento de depósito dos resíduos oriundos da atividade de perfuração. A deposição de cascalho sobre o fundo oceânico pode afetar de forma bastante significativa a fauna bêntica, que está presente não apenas na superfície do sedimento (epibentos) como também

na parte interna do substrato (endobentos). Os efeitos decorrentes da deposição deste material sobre os organismos do fundo podem provocar diferentes respostas da fauna bêntica.

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

Impacto físico – sedimentação do cascalho

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

Alterações no sedimento ou na camada de água adjacente podem gerar impactos nos organismos componentes da fauna endobentônica, que devido à sua restrita capacidade de locomoção, são mais vulneráveis às alterações do ambiente. Um exemplo desse tipo de impacto é o soterramento dos tubos e galerias dos anelídeos poliquetas, que constituem um grupo abundante da fauna bêntica. Por outro lado, os organismos vágéis da epifauna são menos suscetíveis ao impacto da sedimentação do cascalho.

O cascalho lançado próximo ao fundo durante as primeiras fases de perfuração, principalmente, pode provocar variações na composição granulométrica do sedimento. Levinton (1995) relata que o tipo de sedimento

pode afetar extremamente a comunidade bentônica nele estabelecida, sendo que o tamanho das partículas do sedimento tem função importante na composição e diversidade das comunidades bentônicas de águas profundas (ETTER & GRASSLE, 1992 *apud* MAPEM, 2004).

Com relação às diferentes seções de perfuração, o impacto físico do soterramento do bentos será mais representativo nas fases iniciais, sem *riser*, quando o descarte de cascalhos é feito diretamente no fundo oceânico (segundo a simulação realizada para essas fases espera-se uma altura máxima para os depósitos de cerca de 30,0 cm decorrente do descarte da fase II. Nas demais seções os rejeitos serão lançados em profundidades de cerca de 1400 - 2400 m, onde é esperada uma maior dispersão do fluido/cascalho até atingir o fundo do mar (segundo a simulação realizada para as seções com *riser* espera-se uma altura máxima para os depósitos inferior a 0,25 cm). A integração total dos resultados indicou espessuras máximas de deposição igual a 33,7 cm no verão, e 34,3 cm no inverno (cerca de 3,0 - 6,0 m na direção sul/sudeste), e uma área total dos depósitos de 145.126 m² no cenário de verão, e de 140.974 m², no cenário de inverno, sendo que 99% das mesmas apresentaram espessuras inferiores a 6,5 cm (vide Anexo II.6-1).

No caso do descarte de cascalhos com fluidos base-óleo ou sintéticos, deve-se observar que os fluidos de perfuração sintéticos, por ter características hidrofóbicas, não se misturam eficientemente com as águas do oceano receptor. Eles tendem a formar agregados que se depositam mais rapidamente (NEFF *et al.*, 2000; BERNIER *et al.*, 2003), o que poderá afetar mais diretamente a comunidade bentônica. Entretanto, os pequenos volumes envolvidos e os resultados da modelagem matemática demonstram que esta alteração é de pequena intensidade.

De acordo com SMITH (2001), o recobrimento do fundo pelo cascalho descartado pode causar a morte de organismos, principalmente do macro e megabentos, por soterramento e asfixia. Porém estes efeitos são verificados principalmente para as comunidades que habitam as proximidades do ponto de lançamento, especialmente em regiões de águas rasas, o que é corroborado por diversos autores (HOUGHTON *et al.*, 1980; MENZIE *et al.*, 1980; EPA, 1999, 2000; UKOOA, 2001).

Outro aspecto que deve ser avaliado é a presença de material em suspensão, efeito provocado pela liberação de cascalho no ambiente, que pode gerar impactos representativos em organismos filtradores como os corais de águas profundas (ROBERTS, 2000).

Alterações na composição do sedimento podem modificar a estrutura das futuras comunidades que irão recolonizar da área, o que é corroborado pelos resultados obtidos pelo Projeto MAPEM (2004). Em MAPEM (2004) foi evidenciada a diminuição após a perfuração da densidade de crustáceos e poliquetas (grupos mais abundantes encontrados) devido às alterações do sedimento e sufocação física dos organismos. Adicionalmente, os resultados obtidos no monitoramento do poço Eagle, localizado em águas ultra-profundas da Bacia de Campos, evidenciaram que após a perfuração houve dominância de organismos oportunistas e de detritívoros tubícolas, em detrimento dos organismos vágéis detritívoros de superfície e sub-superfície (MAPEM, 2004).

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

No que diz respeito ao lançamento da mistura fluido/cascalho nas seções de perfuração com *riser*, deve-se considerar que, além da possibilidade de deposição do cascalho sobre os organismos, existe a possibilidade de contaminação com os fluidos de perfuração. É importante ressaltar que na atividade de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17 poderão ser utilizados fluidos base-água e sintético.

De acordo com Smith (2001), além dos efeitos imediatos gerados pela sedimentação do cascalho de perfuração, a comunidade bentônica poderá sofrer, em médio-longo prazo, o efeito da contaminação química do sedimento. A deposição do cascalho com fluido de perfuração aderido/adsorvido no fundo oceânico pode disponibilizar compostos químicos para o sedimento, e, muitas vezes, para os organismos bentônicos, sobretudo os detritívoros.

Por outro lado, para serem utilizados e descartados os fluidos terão que apresentar baixo potencial tóxico. Especificamente para o fluido base-água, o descarte e posterior diluição e dispersão do fluido no oceano garantem que os efeitos tóxicos sentidos pela comunidade bentônica serão pouco significativos.

Segundo Smith *et al.* (2001), embora efeitos físicos e biológicos pudessem ser verificados no fundo marinho, estes estariam restritos ao entorno do ponto de lançamento. As concentrações de bário são normalmente elevadas nos sedimentos próximos ao ponto de lançamento, contudo os metais presentes nos fluidos, incluindo o bário, encontram-se em formas químicas que limitam em muito sua solubilidade e a sua disponibilidade para os organismos, informação essa corroborada por Olsgard & Gray (1995).

Vários autores, em estudos sobre os efeitos do descarte de fluido base-água na comunidade bentônica, relataram a ausência de efeitos mensuráveis, ou efeitos tóxicos pouco significativos (DAAN & MULDER, 1993; MENZIE, 1980; HOUGHTON *et al.*, 1980; MARIANI *et al.*; 1980 e BOTHNER *et al.*, 1985; NEFF *et al.*, 1989). Desta forma, para o presente estudo, pode-se considerar o impacto por descarte de cascalho/fluido base-água pouco significativo, já que não se espera efeitos químicos diretos.

Ressalta-se que segundo a simulação cascalho/fluido, o acúmulo máximo no fundo, nas seções com *riser*, será de no máximo 0,25 cm. Como já mencionado, a integração total dos resultados indicou uma área total máxima de depósitos de 145.126 m² (cenário de verão), sendo que 99% das mesmas apresentaram espessuras inferiores a 6,5 cm.

Impacto bioquímico – efeitos da degradação dos fluidos no sedimento

Segundo EPA (2000), um fator importante na avaliação dos impactos ambientais do descarte de fluidos e cascalhos é o potencial para bioacumulação. No entanto, de acordo com levantamentos realizados por Smith (2001), o bário e outros metais, além de não terem demonstrado efeitos de bioacumulação, não tem apresentado biomagnificação na cadeia trófica. De uma forma geral, os fluidos base-água apresentam pequeno potencial de bioacumulação.

Assim como já descrito para os fluidos base-água, os fluidos de perfuração sintéticos possuem baixa bioacumulação e toxicidade, sendo muitas vezes a toxicidade inferior à apresentada para o fluido base-água. As substâncias-base dos fluidos sintéticos, além de hidrofóbicas, têm muito baixa biodisponibilidade aos organismos marinhos, possuindo reduzido ou nenhum risco de bioacumular

nos tecidos. A tendência do cascalho com fluido sintético aderido é de assentar no assoalho marinho rapidamente, sendo a persistência dos compostos orgânicos associados ao fluido o principal fator impactante à comunidade bentônica local (BERNIER *et al.*, 2003).

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

De acordo com Bernier *et al.* (2003), a baixa solubilidade dos compostos sintéticos dificultam a bioacumulação em organismos marinhos. Adicionalmente, a rápida biodegradabilidade dos compostos orgânicos leva à diminuição do tempo de exposição dos organismos aos componentes do fluido.

Ressalta-se também que o cascalho de perfuração com fluido de perfuração sintético aderido a ser utilizado na perfuração dos poços nos Blocos BM-POT-16 e 17 irá passar por um sistema completo de tratamento a bordo da sonda, composto por hidrociclones, centrífugas e secador de cascalho, a fim de garantir a máxima remoção do fluido adsorvido ao cascalho. Desta forma, o percentual de fluido sintético aderido ao cascalho descartado no mar deverá ser inferior a 6,9%.

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

Fechhelm *et al.* (1999) relatou um aumento dos grupos Polychaeta e Gastropoda, após perfuração com fluido sintético. O autor postulou que a biodegradação deve ter sustentado a atividade bacteriana a um certo nível que pode ter influenciado o aumento de organismos tolerantes da macrofauna. Smith *et al.* (1991), observou após a perfuração, um aumento do polychaeta *Capitella capitata*, espécie oportunista.

Considerações Finais

Ressalta-se que mesmo que haja uma diminuição de organismos bentônicos, após a perfuração, decorrente de todos os impactos a que esta comunidade está submetida, a recolonização será rápida, primeiro por organismos oportunistas, depois pelas demais espécies que vão retornando, tanto via imigração quanto via reprodução, reestruturando a comunidade. Em regiões tropicais (águas quentes), como a área de estudo, a reestruturação da comunidade é mais rápida. Segundo vários autores, dentre eles Smith (2001), foi relatado que a recolonização da comunidade bentônica se dá de forma acelerada, podendo, dessa forma, considerar os impactos citados como temporários.

Podemos concluir que os impactos ambientais resultantes das atividades de perfuração estarão restritos à área dos poços e seu entorno, mas deverão ser de média magnitude, pois mesmo considerando-se que provavelmente não haverá alteração significativa do substrato marinho (vide IMP 3 – Variação da Qualidade do Sedimento), e conseqüentemente na estrutura da comunidade bentônica, a perda de organismos é certa.

Quanto à importância dos impactos ambientais, estes podem ser avaliados como de grande importância considerando-se (i) a alta sensibilidade do fator ambiental afetado; (ii) as três naturezas nas quais a comunidade bentônica poderá ser afetada, sendo que as três podem ocorrer simultaneamente; e que (iii) a recolonização que poderá ocorrer na área afetada poderá ser feita por outras espécies que não as afetadas.

Vale ressaltar que os resultados obtidos nas campanhas oceanográficas realizadas pela Petrobras na Bacia Potiguar, não indicaram evidências significativas de um efeito negativo direto dos contaminantes, hidrocarbonetos ou metais, sobre a comunidade bentônica, apesar das atividades de E&P em curso na região (atualmente 6 blocos com atividade de perfuração exploratória / avaliação e 15 campos de produção), descartando possíveis efeitos sinérgicos decorrentes das várias atividades.

É importante mencionar, também, a impossibilidade dos ambientes costeiros ecologicamente relevantes virem a ser afetados pela atividade durante a operação normal, visto o afastamento dos poços previstos em relação à costa (cerca de 60 - 80 km).

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
- Geração de cascalho e deposição ao redor da cabeça dos poços	→ Variação da composição granulométrica	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, local - média magnitude - grande importância.
- Geração da mistura fluido/cascalho e descarte a partir da superfície	→ Recobrimento do fundo e contaminação	
- Perfuração da rocha	→ Danos ao substrato marinho	
	↓ Interferência nas comunidades bentônicas	

➤ IMP 7 - Variação da biodiversidade decorrente da bioincrustação na plataforma

Deve ser considerada, na etapa de perfuração, a introdução de espécies exóticas no ambiente, através de larvas de organismos que se encontram incrustados na unidade de perfuração.

As espécies exóticas ou alóctones são organismos que foram introduzidos em ambientes fora de sua área de distribuição original, de forma acidental ou proposital. Entretanto, para uma espécie exótica se estabelecer, todo o ciclo de vida do organismo deverá ser fechado, a partir das seguintes etapas:

- 1) incrustação do organismo na unidade de perfuração na região de origem;
- 2) sobrevivência dos organismos às condições ambientais durante a viagem;
- 3) sobrevivência dos organismos às condições ambientais da região importadora;
- 4) capacidade de reprodução destes organismos no novo ambiente;
- 5) número mínimo de indivíduos que possibilite estabelecimento e manutenção de uma nova população;
- 6) a capacidade para sobreviver às interações bióticas com as populações nativas do novo ambiente (DE PAULA, 2002).

Esses organismos, que vêm incrustados na unidade de perfuração, em casos extremos podem levar ao desaparecimento de espécies nativas por competição e predação.

De acordo com De Paula (2002) e De Paula & Creed (2004), os corais escleractínios *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*, espécies exóticas ao litoral brasileiro, já conseguiram se estabelecer nos ecossistemas costeiros brasileiros, como resultado de introduções antrópicas, já tendo sido encontrados incrustando plataformas e navios. Podem ser citados também, os moluscos bivalves *Corbicula fluminea*, *C. largillierti*, *Limnoperna fortunei* e *Isognomon bicolor*, o cirripédio

Megabalanus coccopoma e o siri *Charybdis hellerii* (De Paula, 2002). O coral escleratíneo *Tubastrea coccinea* foi reportado também por FENNER & BANKS (2004) como espécie introduzida em plataformas de petróleo no Golfo do México.

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

A unidade de perfuração a ser utilizada nos Blocos BM-POT-16 e 17 encontra-se em território nacional. Dessa forma, as espécies incrustadas provavelmente são comuns às águas brasileiras, e dificilmente chegarão a causar algum desequilíbrio ecológico. Ressalta-se, também, que a área em questão possui características oligotróficas, não favoráveis ao desenvolvimento de espécies oportunistas. Até o momento os relatos de espécies introduzidas se deram na região costeira, onde as mesmas encontram melhores condições para seu desenvolvimento visto a maior oferta de nutrientes.

Outro fato a ser considerado decorrente da permanência da unidade de perfuração no local da perfuração é a criação de um substrato artificial para a comunidade bentônica, possibilitando um incremento temporário na abundância da fauna local. Durante esta fase, rapidamente um grande número de larvas de organismos bentônicos se fixa à estrutura da unidade de perfuração, estabelecendo uma comunidade neste novo substrato consolidado disponível, promovendo com isto a atração de peixes e aves.

Atividades de monitoramento em plataformas de perfuração têm relatado que, em relação aos peixes, a presença da unidade de perfuração e a incrustação biológica presente em sua porção submersa servem como um recife artificial que atrai pequenos e grandes peixes. Cria-se, assim, temporariamente, uma importante cadeia trófica no local, permitindo o aparecimento de cardumes residentes de dourado, atum, albacora, sardinhas, entre outros.

Pode-se considerar esse impacto como de grande importância devido às características inerentes ao mesmo que estão vinculadas à variação da biodiversidade. No entanto, considerando-se que a unidade de perfuração já se encontra em águas brasileiras, e tendo em vista o tempo de permanência da unidade de perfuração na locação, considera-se improvável a eliminação de espécies e o desequilíbrio ecológico, o que classifica o valor da magnitude como pequena.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Disponibilidade de substrato artificial	Bioincrustação na estrutura da unidade de perfuração → Variação da biodiversidade	Negativo, indireto, retardado, permanente, irreversível, improvável, regional – pequena magnitude – grande importância.

Compartimento Sócio-Econômico

➤ IMP 8 - Interferência no Tráfego Terrestre, Marítimo e Aéreo

As atividades de transporte e posicionamento da unidade de perfuração, durante a etapa de posicionamento, bem como de embarque/desembarque de pessoal, e a circulação de embarcações de apoio, durante toda a atividade, deverão interferir no tráfego regional, tanto terrestre, como marítimo e aéreo.

Em termos do transporte rodoviário, a interferência deverá se restringir às vias de acesso à área das bases de apoio – píer de Guamaré no Rio Grande do Norte e porto de Paracuru no Ceará, estando esta interferência vinculada ao aumento do número de veículos pesados, como caminhões, transportando insumos e suprimentos dos pontos de origem até as bases operacionais. Os impactos ambientais passíveis de ocorrência deverão ser de pequena magnitude, vinculados às viagens de carretas durante um curto período de tempo, e de pequena importância, devido à utilização de uma unidade de perfuração já montada, sem a necessidade do transporte rodoviário de peças e equipamentos de grande porte para sua montagem.

Quanto ao transporte marítimo, em decorrência da localização dos pontos previstos para o posicionamento da sonda – a cerca de 60 – 80 km da costa, os impactos ambientais ocorrerão nas rotas Píer de Guamaré (RN) e Porto de Paracuru (CE) – Blocos BM-POT-16 e 17, predominantemente na área dos

terminais das bases de apoio. Estes podem ser avaliados como temporários e de pequena magnitude e importância, uma vez que a região possui um movimento intenso de embarcações com diversos fins (transporte de passageiros, embarcações de pesca, navios mercantes, dentre outras) e que serão alocadas apenas duas embarcações na atividade (uma embarcação de apoio e uma embarcação dedicada).

No tocante ao transporte aéreo, os prováveis impactos ambientais estarão vinculados à interferência no tráfego aéreo regular, devido ao aumento da circulação de helicópteros, já que o transporte de pessoal de/para a unidade de perfuração será realizado através da utilização de helicópteros.

Devido ao baixo número de viagens de veículos terrestres e de viagens marítimas e aéreas previstas, este impacto é classificado como pouco provável, de pequena magnitude e de pequena importância em todas as etapas, principalmente considerando que já existe tráfego de caminhões nas vias urbanas das cidades de Guamaré e Paracuru, e o tráfego marítimo e aéreo existente na região.

Os atributos do impacto ambiental para todas as etapas da atividade são apresentados no quadro a seguir:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
→ Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas.	Interferência no tráfego (rodoviário, marítimo e aéreo)	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, regional – pequena magnitude - pequena importância.

➤ IMP 9 - Variação da Arrecadação Tributária

Este impacto estará vinculado à aquisição de materiais, equipamentos e insumos durante as etapas de posicionamento e perfuração, o que acarretará em um aumento da arrecadação tributária pelo pagamento de impostos e taxas, municipais e estaduais.

Os impactos resultantes são avaliados como temporários, reversíveis, e de pequena magnitude, face ao volume a ser arrecadado, em qualquer das etapas da atividade. A importância, entretanto, foi avaliada como média, uma vez que a arrecadação de tributos implica sempre em um potencial incremento da capacidade de investimentos do Poder Público.

Os atributos do impacto ambiental são apresentados no quadro a seguir:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
→Aquisição de materiais, equipamentos e insumos	Variação da Arrecadação Tributária	Positivo, indireto, imediato, temporário, reversível, provável, regional – pequena magnitude – média importância.

➤ IMP 10 - Pressão sobre a Demanda por Serviços de Disposição de Resíduos

Os resíduos sólidos gerados nas operações em unidades de perfuração podem ser classificados em três tipos distintos: (i) contaminados por óleo ou produtos tóxicos; (ii) não contaminados e (iii) ambulatorial. Esse impacto ocorre, principalmente, durante as etapas de perfuração e desativação da atividade.

No caso dos Blocos BM-POT-16 e 17, estes resíduos serão transportados por empresas especializadas, qualificadas e devidamente autorizadas pelo órgão público responsável, tendo destinação específica de acordo com sua tipologia. O volume e a frequência de geração destes resíduos geralmente não são grandes, gerando impactos de ordem desprezível e temporários na operacionalidade das empresas de coleta e disposição final, sem comprometimento das localidades receptoras dos resíduos.

Deste modo, os impactos ambientais resultantes foram avaliados como de pequena magnitude, devido à quantidade de resíduos a ser produzida e de pequena importância visto a capacidade dos serviços de disposição e tratamento ofertados na região.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Geração de resíduos	Pressão sobre a demanda por serviços de disposição de resíduos	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, improvável, regional – pequena magnitude – pequena importância.

➤ IMP 11 - Interferência na Pesca

Nas fases de posicionamento e perfuração, principalmente, poderão ser gerados impactos sobre as atividades pesqueiras devido ao estabelecimento da zona de exclusão (um raio de 500 m ao redor da unidade de perfuração), implicando em restrição temporária do desenvolvimento de qualquer atividade que não seja inerente à perfuração.

Experiências anteriores demonstram que não é incomum os pescadores desrespeitarem as normas existentes quanto à zona de exclusão, exercendo a atividade pesqueira em áreas próximas a plataforma, colocando em risco não só a operação da mesma, mas também a própria segurança da embarcação.

As perfurações que ocorrerão nos Blocos BM-POT-16 e 17 serão realizadas entre as profundidades de 1.400 e 2.400 m e a cerca de 60 - 80 km da costa. Nesse espaço marítimo poderão ocorrer interferências com os pescadores artesanais nas pescarias do peixe voador e dourado e, atum. As pescarias do peixe voador e dourado são realizadas por botes a vela, com jererê e engodo para o peixe voador e linha de mão para o dourado, na área após a quebra da plataforma continental e sobre o talude. Os principais municípios identificados, nas proximidades das áreas onde ocorrerão as perfurações, que praticam esse tipo de pesca são Caiçara do Norte, Galinhos e Macau. A pesca do atum é realizada com vara e isca artificial por embarcações motorizadas de Areia Branca. Essas embarcações pescam em áreas oceânicas, principalmente nos bancos oceânicos existentes nas regiões norte e nordeste da costa brasileira.

A possibilidade de interferência em uma atividade vinculada ao sustento de famílias, associado aos possíveis efeitos sinérgicos com outras atividades de E&P na Bacia Potiguar (atualmente 6 blocos encontram-se em fase de perfuração exploratória e 15 campos em produção), define a grande importância deste impacto. Este, contudo, terá pequena magnitude, uma vez que a atividade de perfuração é pontual, acarretando em uma área de exclusão de apenas 500 metros ao redor da plataforma.

São apresentados a seguir, os atributos relacionados ao impacto ambiental.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
- Implantação da zona de segurança de 500 m ao redor da plataforma;	- Redução da área de Pesca - Conflito de uso	Negativo, direto, imediato, temporário, reversível, provável, regional – pequena magnitude – grande importância.

II.6.2.4 - Possibilidade de Ocorrência de Acidentes

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

Para a avaliação dos impactos passíveis de ocorrência em caso de acidentes, não se leva em conta a probabilidade de ocorrência do acidente, e sim a do impacto, caso o acidente ocorra. Portanto, as probabilidades de toque do óleo na costa, expressas em percentagens, estão associadas a um derramamento acidental decorrente do “cenário de pior caso”, tal como definido pela Resolução CONAMA nº 398.

Ressalta-se que, com base na análise histórica de acidentes, as atividades de exploração e produção apresentam pouca relevância em relação aos grandes derramamentos de óleo. Segundo estudos desenvolvidos pelo Instituto Australiano de Petróleo, apenas 14% do óleo encontrado no mar são diretamente atribuídos à indústria mundial de petróleo, sendo destes, 2% decorrentes de derramamentos ocorridos na fase de exploração, objeto deste estudo, e os 12% complementares provenientes de derramamentos de petroleiros na fase de transporte de petróleo e derivados.

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

Da série histórica apresentada, verifica-se ainda que 55% dos registros de acidentes/incidentes com unidades móveis provocam danos de pequena relevância. Para as unidades móveis, o tipo de vazamento mais frequente (cerca de 50%) está relacionado com liberação de gás, representando conseqüências menos severas para o ambiente marinho. Em seguida aparecem os tipos de liberação classificados como óleo leve e óleo e gás.

Os volumes de óleo envolvidos em caso de vazamento tendem a ser pequenos. Considerando casos de liberações acidentais de óleo cru, diesel ou outras substâncias químicas em unidades móveis em todo o mundo, no período de 1980-1997, a quantidade liberada em 49,3% dos casos ficou entre 0 – 11 m³.

Para a análise completa do cenário acidental tem que ser considerado o resultado da modelagem de transporte de óleo, efetuada de forma bastante conservadora (Anexo II.6-2). Foram realizadas simulações, probabilística e determinística, de dispersão de óleo contemplando as variações sazonais nas condições ambientais.

As simulações do cenário ambiental mais crítico consideraram o vazamento contínuo de 2.400 m³ derramado ao longo de 30 dias (80 m³/dia), correspondente a perda de controle do poço (*blowout* por 30 dias), conforme define a Resolução CONAMA Nº 398/08. Após os 30 dias de vazamento foram ainda simulados mais 30 dias para observação da deriva do óleo, totalizando 60 dias (1440 horas) de simulação. As simulações foram realizadas utilizando-se um óleo cru de 41,9º API, tendo sido desenvolvidas para 2 (dois) cenários sazonais, verão e inverno. Para as simulações foi considerado o ponto mais extremo dos blocos, o mais próximo da costa.

Além da simulação de *blowout*, foram ainda realizadas simulações para vazamentos de pequeno e médio volume, 8 m³ e 200 m³, respectivamente. Nesses casos as simulações duraram 30 dias.

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

Para o vazamento de 8 m³, no cenário de verão a deriva do óleo ocorreu rumo a oeste do poço, podendo atingir desde Caucaia até Beberibe, estado do Ceará. A maior probabilidade, 10-20%, foi registrada em Aquiraz e Cascavel. No cenário de inverno, a deriva do óleo atingiu uma maior extensão de costa, desde Beberibe até Cruz, ainda no Ceará. A maior probabilidade, 20-30%, ficou restrita entre os municípios de Caucaia e Aquiraz. Para os dois cenários o tempo mínimo de chegada de óleo na costa também foi de 12-36 horas, na região entre Aquiraz e Beberibe.

Para o vazamento de 200 m³, no cenário de verão, o óleo pode atingir a costa desde Beberibe até Caucaia, estado do Ceará. Aquiraz é o município que apresentou a maior probabilidade de presença de óleo, 20-30%. O tempo mínimo de toque na costa ocorreu em 12-36 horas após o início do vazamento, de Beberibe até Aquiraz. No cenário de inverno, o óleo pode atingir a costa desde Cruz até Beberibe, no Ceará. A maior probabilidade, 20-30%, foi registrada em Fortaleza e Aquiraz. O tempo mínimo de toque na costa também foi de 12-36 horas na mesma região observada no cenário de verão.

No caso das simulações de *blowout*, para o cenário de verão, observa-se que a deriva do óleo ocorre preferencialmente para oeste, com probabilidades de até 90-100% do óleo atingir a costa, em Aquiraz e Cascavel.

O toque na costa ocorre desde Beberibe, até Trairi, ambos no Estado do Ceará. O tempo mínimo de toque, nesse cenário, ocorre entre 12-36 horas, em Cascavel e Aquiraz, ambos no Ceará. O volume máximo de óleo que atinge a costa pode chegar a 237,01 m³ no município de Aquiraz - CE. No cenário de inverno, o óleo pode atingir a costa desde o município de Luis Correia, no Piauí, até Beberibe, no Ceará. Neste cenário também existem probabilidades de 90-100% do óleo atingir a costa, em Fortaleza e Aquiraz. O tempo mínimo de toque na costa também é de 12-36 horas, ocorrendo de Cascavel a Fortaleza, no Ceará. O volume máximo de óleo que atinge a costa pode chegar a 246,64 m³ no município de Aquiraz - CE.

Com base nos resultados obtidos nas simulações probabilísticas foi identificado o cenário de pior caso na ocorrência de um evento de *blowout* decorrente da atividade de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17. Os dois cenários apresentaram tempo mínimo de toque na costa de 12-36 horas. Em ambos os cenários a deriva do óleo ocorre rumo a oeste e, em 36 horas, já se encontra na costa do município de Beberibe – CE.

Em relação ao balanço de massa, o processo que atua de forma mais expressiva é a evaporação, que consome cerca de 70% do óleo. A massa total de óleo perdida foi de 74,5%, tendo sido 4,5% consumido pela dispersão.

A seguir são apresentados os impactos passíveis de ocorrência para cada meio considerado no diagnóstico ambiental – físico, biológico e socioeconômico.

Considerações Gerais

No trecho costeiro da Bacia Potiguar há ambientes de planícies flúvio-marinhas com manguezais, lagoas costeiras e planícies ribeirinhas, terraços marinhos, falésias, cordões arenosos e campos de dunas móveis e fixas, todos formados por terrenos extremamente frágeis formados por elementos arenosos inconsolidados, nos quais o lençol freático aproxima-se muito da superfície. Destacam-se os ambientes dunares e falésias constituídas pela Formação Barreiras, e os manguezais. O ecossistema de Caatinga também está presente em diversos trechos da área de estudo.

A. Meio Físico

➤ IMP 1 - Variação da qualidade das águas

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

Quando derramado no mar, o petróleo se espalha formando uma mancha, de espessura variável, que tem sua trajetória alterada em função da velocidade e direção dos ventos superficiais e correntes marinhas. Este processo faz com que a mancha do óleo derramado se expanda aumentando sua área e diminuindo sua espessura (OLIVEIRA, 2003). A mancha em seu percurso em direção à costa ou ao alto mar sofrerá uma série de processos chamados processos intempéricos, que por sua vez, são influenciados por outros fatores como o estado do mar (temperatura, pH e salinidade), clima (umidade e radiação solar), presença de bactérias e materiais particulados suspensos na água, e, principalmente, das propriedades físico-químicas do óleo derramado (OLIVEIRA, 2003).

Com o derramamento de grandes volumes de óleo, observa-se que a qualidade da água é mais afetada na superfície. As principais alterações são a mudança da sua coloração, odor e transparência. Essas alterações podem impedir a penetração da luz solar e até impedir a utilização da área atingida para a navegação (HABTEC/PETROBRAS, 2006).

Os hidrocarbonetos oriundos do petróleo dissolvem-se na coluna d'água, podendo ser degradados por bactérias, no entanto os principais componentes tóxicos são fortemente estáveis e persistentes no meio. Naftenos, ciclo-hexanos, benzenos, etc, acumulam-se nos sistemas vivos e são conhecidos pelos efeitos crônicos sub-letais, mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos (UFBA, 1992).

Além dos prejuízos causados pelo óleo, como a toxicidade, destaca-se também que manchas de hidrocarbonetos na água formam uma película superficial que dificulta a troca gasosa com a atmosfera e a penetração de luz solar, além de causar alterações de coloração e odor.

A probabilidade de ocorrência de acidentes que envolvam derramamento de óleo é pequena, e os volumes de óleo envolvidos em caso de vazamento tendem a ser pequenos. Contudo, segundo as simulações de dispersão realizadas, em função da hidrodinâmica local, o óleo tem probabilidade de atingir a região costeira, mesmo em situações de pequenos e médios vazamentos (8 e 200 m³), quando ocorrem probabilidades de até 20 – 30% do óleo atingir a costa no trecho entre Caucaia e Aquiraz, no Ceará.

Para as simulações de *blowout*, no cenário de verão, observam-se possibilidades de toque na costa desde Beberibe, até Trairi, ambos no Estado do Ceará, sendo que em Aquiraz e Cascavel as probabilidades do óleo atingir a costa chegam a 90-100%. Considerando uma probabilidade de toque superior a 10% os municípios passíveis de serem atingidos são aqueles localizados no trecho que se estende entre Caucaia e Beberibe (CE). No cenário de inverno, o óleo pode atingir a costa desde o município de Luis Correia, no Piauí, até Beberibe, no Ceará. Neste cenário também existem probabilidades de 90-100% do óleo atingir a costa, em Fortaleza e Aquiraz. Considerando uma probabilidade de toque superior a 10% os municípios passíveis de serem atingidos são aqueles localizados no trecho que se estende entre Acaraú e Cascavel (CE).

Em ambos os cenários, verão e inverno, a deriva do óleo ocorre rumo a oeste e, em 36 horas, já se encontra na costa do município de Beberibe – CE.

Os resultados obtidos em relação ao intemperismo do óleo mostraram que a perda total por evaporação foi o processo mais efetivo ao longo da simulação, consumindo 70% da massa. A dispersão consumiu 4,5% do óleo vazado.

Pequenos a médios vazamentos de óleo também podem ocorrer devido ao deslocamento de embarcações de apoio, no transporte de rejeitos da unidade de perfuração para a costa. Neste caso, espera-se um volume de óleo liberado menor que a de um poço controlado *offshore*, e que o tipo do óleo seja combustível ou lubrificante, ao invés de óleo cru (PERRY, 2005). A evaporação de frações leves de combustível é mais rápida que a de um derrame bruto, com isso uma boa proporção do conteúdo volátil é removida para a atmosfera (PERRY, 2005). A gasolina, o querosene e a nafta possuem grandes frações de aromáticos e são mais tóxicos que o óleo diesel e o óleo cru, porém esses últimos são mais persistentes no ambiente, causando impactos de longa duração (OLIVEIRA, 2003).

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

A magnitude (intensidade) dos impactos ambientais na qualidade das águas decorrentes de acidentes vai variar de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com a intensidade do vazamento. Para efeito de avaliação será considerada a pior hipótese, ou seja, os cenários simulados para *blowout*, onde pode se considerar uma área atingida de extensão muito grande.

A importância também é grande em qualquer hipótese porque mesmo sendo pequena a probabilidade de ocorrência de acidentes com danos severos, estes podem levar a conseqüências desastrosas em habitats sensíveis.

Ressalta-se que os Blocos BM-POT-16 e 17 e seu entorno abrangem as áreas prioritárias “Zm030 – Talude Continental Setentrional”, “Zm031 – Plataforma Externa do Ceará”, “Zm073 – Plataforma externa do Rio Grande do Norte” e “Zm075 – ZEE (MMA, 2007). (Vide item II.5.2.1 – Quadro II.5.2.1-4 e Figura II.5.2.1-5).

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo.	Alterações das propriedades físico-químicas e/ou biológicas das águas → Variação da qualidade da água.	Negativo, direto, imediato, média longa duração, reversível, provável, regional – grande magnitude - grande importância.

➤ IMP 2 - Variação da qualidade do ar

A evaporação é responsável pelo consumo de 70% do óleo vazado. Esse óleo evaporado formará uma pluma de *smog* como resultado da interação da luz com os constituintes atmosféricos. A volatilização dos componentes de menor peso molecular do óleo bruto irá poluir a atmosfera (RHYKERD *et al.*, 1998). Essa nuvem, com uma série de oxidantes, pode causar efeitos adversos em animais, vegetais e seres humanos (irritação nos olhos e na garganta, dentre outros).

A inalação dos vapores é um dos impactos mais imediatos de um vazamento de óleo sobre os cetáceos (RPS ENERGY/DESIRE PETROLEUM, 2005), por exemplo. Em lontras, a inalação de vapores de petróleo pode levar ao desenvolvimento de enfisema pulmonar e em focas podem causar lesões neurológicas (MARCHIORO & NUNES, 2003).

Contudo, considera-se que a circulação atmosférica e os fenômenos meteorológicos da região tendem a dispersar os poluentes com relativa rapidez, não se esperando que estes alcancem ao costa. Além disso, a probabilidade de ocorrência de acidentes com danos severos é pequena.

Mesmo considerando-se a extensão da área passível de ser atingida, levando-se em conta que os poluentes deverão se dispersar com relativa rapidez, os impactos ambientais na qualidade do ar podem ser considerados como de média magnitude ou intensidade.

Apesar de o vazamento ocorrer em alto mar, não sendo esperado que os poluentes atmosféricos atinjam a região costeira onde se encontram as concentrações urbanas e os ecossistemas sensíveis, a importância do impacto foi classificada como grande considerando-se um vazamento de óleo de pior caso, e os processos de intemperismo que formam uma pluma de *smog* na superfície da água.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo.	Evaporação de óleo → Variação da qualidade do ar.	Negativo, indireto, retardado, média duração, reversível, provável, regional – média magnitude – grande importância.

➤ IMP 3 - Variação da qualidade dos sedimentos

O risco de contaminação por óleo no sedimento em águas profundas é mínimo (OLIVEIRA, 2003, PERRY, 2005). Poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar, ou se alterar a ponto de afundar na água. A gravidade específica dos óleos intemperizados é próxima a densidade da água à temperatura de 15°C (OLIVEIRA, 2003). Em águas rasas, porém, especialmente em condições adversas, gotículas de óleo podem chegar ao leito marinho, causando danos pontuais e locais, contaminando o sedimento e os organismos (PERRY, 2005).

Existem duas principais formas do óleo atingir o sedimento: através da sua união a pequenas partículas em suspensão na coluna d'água e a partir de sua absorção por animais que se alimentam filtrando a água, o que causa o acúmulo de óleo em seu organismo (HABTEC/PETROBRAS, 2006). A média de material particulado em suspensão, normalmente encontrada em oceanos, é baixa, corroborando para a não associação de partículas com o óleo – levantamentos realizados pela Petrobras na área de estudo indicaram um valor mediano de MPS de 1,27 mg.L⁻¹ considerando-se todas as amostras coletadas. Estudos recentes sugerem, no entanto, que o processo de emulsificação do óleo na água é um dos principais responsáveis pela contaminação do plâncton marinho, que ingere as microgotículas, que por sua vez atuam em seus orgânicos digestivos e se manifestam em suas fezes, indo finalmente se depositar no fundo do mar e aglomerando-se ao sedimento (OLIVEIRA, 2003).

Caso o óleo atinja o sedimento, duas situações podem ocorrer já que o leito marinho é formado por substratos consolidados e não consolidados. No substrato consolidado o óleo pode permanecer aderido ao fundo, afetando diretamente a comunidade ali presente. Nos substratos não consolidados (substratos formados por partículas móveis) o petróleo pode penetrar verticalmente no sedimento, atingindo camadas mais profundas e tendendo a se acumular ou se misturar com o sedimento, podendo persistir por longos períodos no ambiente. Neste caso, quanto maior for o tamanho do grão, maior a penetração do óleo no sedimento, podendo atingir várias dezenas de centímetros. Praias de areia fina e lodo, resistem mais à penetração do óleo (CETESB, 2000).

Segundo IPIECA (2000), a retenção de óleo no sedimento costeiro depende de importantes variáveis físicas como o nível de energia da costa e o tipo de substrato. Em locais onde o efeito da ação de ondas é grande, além da retenção de óleo ser dificultada, a recuperação do local é mais rápida. Em locais de baixo hidrodinamismo, se houver sedimentação de óleo, esse pode acumular no sedimento, permanecendo por longo período. Cabe ressaltar que a região de estudo apresenta razoável hidrodinamismo, estando sujeita à ação das marés, dos ventos locais, de correntes oceânicas, e do fluxo unidirecional da Corrente Norte do Brasil (CNB). Dados obtidos em quatro campanhas oceanográficas realizadas na Bacia Potiguar entre 2002 e 2004 pela Petrobras (vide item II.5.1.3) indicaram um ambiente altamente dinâmico e sem tendência ao acúmulo de matéria orgânica no fundo, como representado pela presença de sedimentos grosseiros e ricos em carbonatos. Além disso, os poços de perfuração dos Blocos BM-POT-16 e 17 estão situados a aproximadamente 60 – 80 km de distância da costa e em lâmina d'água de cerca de 1.400 – 2.400 m.

Contudo, deve se considerar que, de acordo com as simulações realizadas, o óleo tem probabilidade de atingir a região costeira mesmo em situações de pequeno (8 m^3) e médio (200 m^3) vazamentos com probabilidades de até 20-30% (trecho entre Caucaia e Aquiraz, no Ceará). Para uma situação de *blowout* a probabilidade de toque na costa chega a 90 - 100% nos cenários de verão (Aquiraz e Cascavel – CE) e inverno (Fortaleza e Aquiraz – CE). Na região passível de ser atingida são encontrados diversos ecossistemas costeiros de relevância ecológica. Os impactos passíveis de ocorrência para cada um dos ecossistemas descritos na região serão avaliados posteriormente.

O sedimento de fundo da região oceânica provavelmente não sofrerá impacto, mas o sedimento das áreas costeiras poderá ser atingido. Como o impacto nas regiões costeiras está sendo avaliado separadamente para cada ecossistema da área de estudo, pode se dizer que considerando apenas o sedimento de fundo da região oceânica, na área passível de ser atingida por um vazamento de óleo, a magnitude do impacto é média. A importância desse impacto é considerada grande, visto que se acumulado no sedimento, o óleo pode permanecer nesse compartimento por longo período.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo.	Sedimentação de partículas de óleo → Variação da qualidade do sedimento.	Negativo, indireto, retardado, longa duração, reversível, improvável, regional – média magnitude – grande importância.

B. Meio Biótico

A região de estudo possui extensas áreas de manguezais e áreas alagadas, lagunas e banhados costeiros de águas salobras e salgadas. São regiões de alta produtividade biológica, com presença de espécies ameaçadas, raras e endêmicas. Deve-se considerar ainda que constitui importante área para a avifauna e sirênios; possui habitats submersos de algas calcárias e corais, entre outros recursos biológicos. Além disso, o uso humano dos recursos, como a pesca, que é intensa na região, aumenta a sensibilidade da área.

Através de experiências passadas com diversos eventos de derramamento de óleo, sabe-se que este, quando introduzido no ambiente marinho desencadeia uma série de efeitos agudos e/ou crônicos, cujos prejuízos vão desde a impropriedade do uso do ambiente natural para fins recreativos e pesqueiros, até a ação deletéria sobre toda a ecologia do ecossistema (PATIN, 2002c, 2002d).

Dentre os acidentes passíveis de afetarem o meio biótico destacam-se os relacionados a vazamento ou derrames de óleo, em qualquer uma das fases da atividade de perfuração, já que causarão alterações na qualidade da água do mar, habitat de diversos organismos. Deve ser considerada também a possibilidade da mancha de óleo atingir ambientes costeiros levando prejuízos às espécies vegetais e animais ali presentes.

Muitos efeitos da poluição do petróleo no mar são visíveis e por isso chamam a atenção. Um derrame de petróleo próximo a uma praia pode causar danos a balneabilidade e a pesca do local. Entretanto, esses derrames acidentais, não são a única fonte de poluição por petróleo. É difícil calcular a quantidade total de petróleo que entra no mar. As fontes poluidoras podem ser oriundas do transporte, instalações fixas, fontes naturais (CLARK, 1997, LEVY & EHRHARDT, 1981), descargas terrestres ou outras fontes (HOLCOMB, 1969, DA SILVA *et al.*, 1997).

Quando o petróleo é derramado no mar, ele fica sobre a superfície da água constituindo uma fina película e as frações mais leves evaporam. Em locais protegidos o petróleo pode ser adsorvido a matéria particulada e afundar, mas em mar aberto, ele tende a se manter na superfície onde a ação do vento e das ondas ajuda na sua evaporação (HOLCOMB, 1969).

Os danos biológicos do petróleo podem ser causados pela sua toxicidade ou pelos seus efeitos mecânicos. Os componentes solúveis e seus produtos refinados incluem uma variedade de substâncias tóxicas para um grande espectro de vegetais e animais marinhos. Os microorganismos podem ser intoxicados pelos hidrocarbonetos cíclicos, que podem interagir com as partes hidrofóbicas da célula alterando suas funções como a membrana celular (SIKKEMA *et al.*, 1995).

A seguir são relatadas algumas conseqüências causadas pelo petróleo em organismos marinhos e ecossistemas costeiros.

➤ **IMP 4 - Interferência com a biota marinha**

- **Comunidades Planctônicas**

Manchas de hidrocarbonetos na água exercem influência sobre o plâncton de diversas maneiras: na superfície formam uma película que se opõe às trocas gasosas com a atmosfera; impedem a penetração de luz solar, diminuindo a fotossíntese; e surgem bactérias comensais do derrame que diminuem o oxigênio dissolvido (UFBA, 1992).

Além disso, o plâncton quando recoberto pelo petróleo, perde a sua mobilidade e flutuabilidade, podendo sedimentar-se rapidamente. Vandermeulen & Ahern (1976) sugerem que algas marinhas unicelulares são muito sensíveis a pequenas mudanças de quantidade traço de naftaleno, e possivelmente a outros hidrocarbonetos aromáticos. O zooplâncton, particularmente, acumula hidrocarbonetos aromáticos parafínicos entre as partes do corpo afetando a ação locomotora e de nutrição (ROUX e BRANCONNOT, 1994 *apud* UFBA, 1992).

A produção de matéria orgânica no ambiente aquático é de fundamental importância como elemento básico na cadeia alimentar, já que as microalgas podem ser diretamente utilizadas como alimento pelos herbívoros. Dessa forma, mudanças na produção primária e na biomassa fitoplanctônica devido a

elementos tóxicos, acarretam em mudanças em outros níveis tróficos, como é o caso de peixes, moluscos e crustáceos marinhos, alimento básico e meio de sustentação das populações litorâneas.

Os Blocos BM-POT-16 e 17 encontram-se em águas ultra-profundas e oligotróficas. É importante mencionar, que segundo IPIECA (1991) efeitos sérios sobre o plâncton não são observados em mar aberto. Esse fato se dá provavelmente em função das altas taxas reprodutivas desses organismos e da migração para outras áreas, compensando a redução de organismos causada pelo óleo na área afetada.

- **Macroalgas**

Os efeitos tóxicos do óleo sobre as algas se enquadram em duas categorias: os associados ao recobrimento dos organismos e os associados à assimilação de hidrocarbonetos e conseqüente alteração do metabolismo celular (SILVA, 2003).

Os óleos grossos e viscosos podem recobrir os vegetais impedindo que realizem as trocas necessárias com o ambiente, como respiração, excreção, alimentação, fotossíntese, etc. (MONTEIRO, 2003). As alterações no metabolismo celular podem ser percebidas através das mudanças na sua morfologia e fisiologia (SILVA, 2003). Muitas substâncias do grupo dos aromáticos possuem comprovado efeito carcinogênico, como o benzopireno e benzatreno, e podem causar tumor em algas (JOHNSTON, 1976 *apud* MONTEIRO, 2003).

O petróleo pode ainda causar uma série de efeitos que não representam a morte imediata dos organismos, mas sim perturbações consideradas importantes, como a morte ecológica, a qual impede que o organismo realize suas funções no ecossistema, inclusive podendo progredir para a morte. Entre estes efeitos, encontram-se alterações na taxa de fotossíntese (MONTEIRO, 2003).

Alguns grupos de algas são mais sensíveis a certos tipos de poluentes como os hidrocarbonetos. Por exemplo, mínimas alterações nas características físico-químicas podem determinar impactos sobre algas calcárias, e sua recuperação é extremamente lenta. A diversidade de organismos que compõe os ambientes comumente chamados de bancos de algas calcárias pode ser comprometida (MARCHIORO & NUNES, 2003). As algas pardas (*Fucophyceae*) também são particularmente sensíveis. Neste grupo, os gametas masculinos são atraídos

pelos femininos por hidrocarbonetos específicos que funcionam como feromônios e que podem ser mimetizados por derivados de petróleo. Esse fato talvez explique o desaparecimento dos representantes de algas pardas de locais impactados por petróleo (MARCHIORO & NUNES, 2003).

É importante observar, no entanto, que de acordo com IPIECA (2001), o óleo (cru ou diesel) dificilmente adere as macroalgas devido à cobertura mucilaginosa desses organismos. No caso de aderência, esta é facilmente removida pela ação das ondas na região costeira. Regiões entremarés afetadas por vazamento de óleo, em que há mortandade de algas, são rapidamente recolonizadas depois do óleo removido.

Ressalta-se que as áreas da Plataforma Externa do Ceará (“Zm031”) e Rio Grande do Norte (“Zm073”) são classificadas como de importância extremamente alta e prioridades alta e extremamente alta, respectivamente, para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição da Biodiversidade Brasileira devido à presença de bancos de algas calcárias e de algas *Gracilaria*. Além disso, algumas regiões da área de estudo, passíveis de serem atingidas por um eventual vazamento de óleo são consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade de plantas marinhas, podendo ser citada, por exemplo, a região de Paracuru - Mundaú (CE), onde ocorrem recifes de arenito paralelos à linha de costa, com grande diversidade específica, inclusive bancos de algas de valor econômico.

- **Comunidades Bentônicas**

Em caso de acidente (podendo envolver vazamento de óleo) os impactos passíveis de ocorrência sobre o sedimento e as comunidades bentônicas do local seria a contaminação do sedimento e, por conseguinte, dos organismos bentônicos.

Os resultados dos diferentes cenários de acidente demonstraram que, além do óleo dispersar na superfície da água na região oceânica, também poderá alcançar ambientes costeiros. Portanto, os impactos serão divididos em duas situações distintas, uma em região mais oceânica e outra em região costeira.

Na região do entorno dos poços (coluna d'água de cerca de 1.400 – 2.400 m), para que haja contaminação do sedimento e conseqüente contaminação das comunidades bentônicas, o óleo proveniente do vazamento deve assentar no assoalho marinho. O risco de contaminação por óleo da comunidade bentônica em águas profundas é mínimo, conforme já verificado na descrição do impacto *Variação da qualidade dos sedimentos*, já que poucos óleos crus são suficientemente densos para afundar, ou se alterar a ponto de afundar na água, e também, em função da gravidade específica dos óleos intemperizados ser próxima a densidade da água à temperatura de 15 °C (OLIVEIRA, 2003). Além disso, vale mencionar que a média de material particulado em suspensão, normalmente encontrada em oceanos, inclusive na região de estudo, é baixa, corroborando para a não associação de partículas com o óleo.

Em águas rasas, porém, especialmente em condições adversas, gotículas de óleo podem chegar ao leito, causando danos pontuais e locais, contaminando os organismos, inclusive aqueles explorados comercialmente (MONTEIRO, 2003).

Organismos de fundo (enterradores), moluscos e crustáceos facilitam o caminho para penetração por óleo nos sedimentos. O óleo pode ser retido inclusive no sedimento anaeróbico, onde sua taxa de degradação será muito baixa, e os organismos que tentarem recolonizar a área poderão sofrer contaminação por hidrocarbonetos tóxicos. Nestas condições espécies oportunistas mais tolerantes aos efeitos da contaminação por óleo são favorecidas (IPIECA, 1991).

A contaminação por óleo pode, além de causar a morte da comunidade bentônica através do efeito tóxico dos hidrocarbonetos de petróleo (IPIECA, 1991), atingir níveis mais altos de contaminação na cadeia alimentar, já que as comunidades bentônicas são importante elo das cadeias (UFBA, 1992). É importante ressaltar que os diferentes organismos bentônicos apresentam sensibilidade diferenciada quanto à contaminação por óleo (CLARK & FINLEY, 1974).

A Figura a seguir ilustra o tempo de recuperação (em anos) das espécies bentônicas, em ambientes aquáticos com diferentes características (protegidos ou oceânicos), após efeito de impacto por derramamento de óleo.

TEMPO DE RECUPERAÇÃO DO BENTOS COSTEIRO

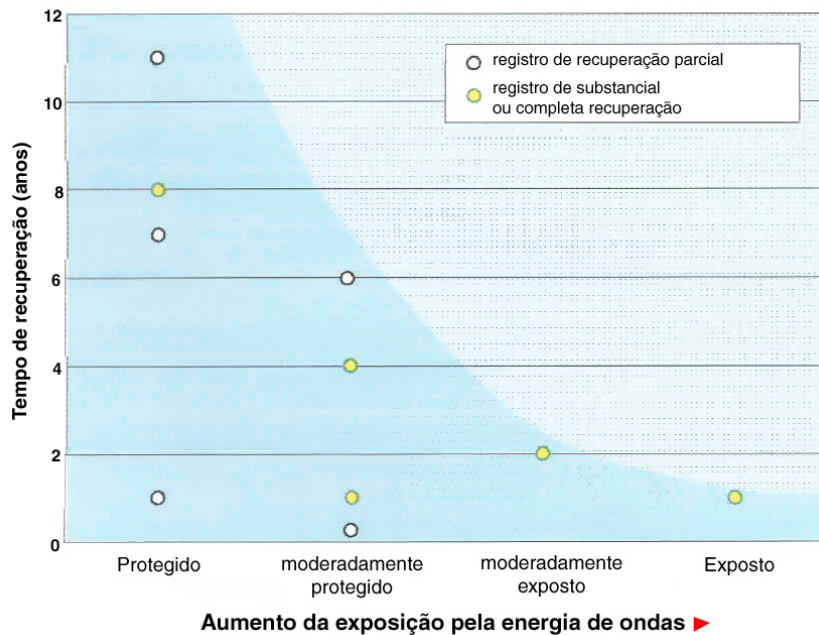


Figura II.6.2-5 – Tempo de recuperação do bentos no litoral (IPIECA, 1991)

Com relação à região costeira, que segundo a simulação realizada tem probabilidade de até 90 – 100% de ser atingida, pode-se concluir que o impacto por óleo será de grande importância, já que a recuperação das comunidades bentônicas é lenta, conforme observado na II.6.2-5.

Vale comentar que no caso do acidente com o petroleiro Érika as comunidades de invertebrados marinhos da zona entremarés, como ouriços, poliquetas e gastrópodes altamente atingidos pelo vazamento de óleo pesado, se restabeleceram completamente em um período de 2 a 3 anos após o acidente (LAUBIER, 2005).

Com relação à comunidade bentônica, os resultados obtidos no conjunto das campanhas oceanográficas realizadas pela Petrobras na Bacia Potiguar, entre 2002 e 2004, indicaram uma área bastante complexa do ponto de vista estrutural, com características de funcionamento claramente dominadas pela presença de rodólitos que conferem alta diversidade e densidade em região tropical oligotrófica. Algumas espécies que compõem a fauna bentônica são de interesse comercial para a região como as lagostas do gênero *Panulirus* (*P. argus*, *P. laevicauda* e *P. echinatus*) e os camarões das espécies *Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*.

Vale destacar que, os estados do Ceará e Rio Grande do Norte são considerados áreas prioritárias para a conservação do bentos da plataforma continental, e conforme já destacado anteriormente as áreas da Plataforma Externa do Ceará (Zm031), e do Rio Grande do Norte (Zm073), são classificadas como de importância extremamente alta, e prioridades alta e extremamente alta, respectivamente, para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição da Biodiversidade Brasileira, devido à presença de bancos de algas calcárias e de algas Gracilaria (fitobentos). Em relação ao zoobentos, além das duas áreas já destacadas, o Talude Continental Setentrional (Zm030) é considerado como de importância muito alta e prioridade extremamente alta - região de potencial ocorrência de corais de profundidade (MMA, 2007).

- **Ictiofauna**

Os efeitos do óleo sobre peixes já foram verificados em derramamentos como o de Amoco Cadiz, onde se observou lesões histopatológicas nos ovários, rins e brânquias de uma espécie de linguado. Além disto, alguns peixes demonstraram mudanças bioquímicas, incluindo redução no nível de ácido ascórbico e glicogênio no fígado, hipoglicemia e alterações nos níveis de aminoácidos nos músculos, indicando alterações no metabolismo energético (NEFF, 1985; HAENSLEY *et al.*, 1982, *apud* LEE & PAGE, 1997).

Há tempos se conhece o fato de que a poluição por óleo representa uma ameaça aos recursos pesqueiros (WARDLEY-SMITH, 1976, *apud* SERRA-GASSO, 1991). Isto porque ela pode atingir diretamente estoques de peixes e moluscos por aderência ao corpo, tornando-os impróprios para o consumo humano. Cabe ressaltar, no entanto, que a reação imediata dos peixes é nadar para longe do óleo, se afastando da contaminação (IPIECA, 1991).

Considerando-se que peixes adultos tendem a se afastar das manchas de óleo, pode-se dizer que os efeitos de vazamento de óleo sobre a ictiofauna ocorrerão principalmente sobre ovos e larvas. Segundo IPIECA (1991) ovos e larvas de peixes, principalmente em baías rasas podem sofrer altas mortalidades, abaixo de manchas de óleo, principalmente se for utilizado dispersante.

No entanto, ainda de acordo com IPIECA (1991), não há evidências de efeitos significativos de derramamentos de óleo em mar aberto sobre a estrutura das populações de peixes, já que mesmo quando há uma grande mortalidade de larvas, os efeitos não se manifestam nas populações adultas. Esse fato talvez decorra devido à vantagem competitiva das larvas sobreviventes em relação a alimento, e a menor vulnerabilidade aos predadores.

Ressalta-se na área de estudo a presença das seguintes áreas marinhas prioritárias segundo o MMA (2007):

- “Zm030 – Talude Continental Setentrional” – em que se observa a ocorrência de tubarões do gênero *Squalus* e *Mustelus*, de *Lopholatilus villarii*, *Urophycis mystacea* e *Epinephelus niveatus* (inexplorados nessa região, mas sobre explorados na região sudeste-sul), de lutjanídeos e de caranguejos do gênero *Chaecon*. Além disso, constitui região de potencial ocorrência de agregações reprodutivas de peixes recifais.

- “Zm031 – Plataforma Externa do Ceará” – Importância extremamente alta e prioridade alta. Pesca artesanal de lagostas e de linheiros. Considerado habitat de lagostas e de peixes recifais, incluindo espécies sobreexploradas. Região de agregações reprodutivas de peixes recifais (correção do sirigado); de *Gamma brasiliensis* e de *Elacatinus figaro*; de tubarão-lixo *Gynglimostoma cirratum* e de mero.

- “Zm073 – Plataforma externa do Rio Grande do Norte” – Importância e prioridade extremamente altas. Atividade de pesca de lagostas; linheiros; pesca de covos para lagosta, saramunete e recifais. Além disso, ocorrência de tubarão-lixo *Gynglimostoma cirratum*; de mero; de *Gamma brasiliensis* e *Elacatinus figaro*. Potencial ocorrência de agregações reprodutivas de peixes recifais.

- “Zm075 – ZEE” - Importância insuficientemente conhecida e prioridade alta. Planície abissal (profundidades acima de 4.000 m) incluindo afloramentos rochosos até 2.000 m de profundidade. Área de reprodução da albacora-branca (*Thunnus alalunga*).

No que se refere a Zona Costeira, destacam-se a CaZc 146 (Complexo estuarino do Guamaré-Galinhas), de extremamente alta importância e prioridade, habitat do cavalo-marinho (não passível de ser atingidas por óleo oriundo dos poços, mas talvez dos barcos de apoio em seu trajeto poço x base de apoio de Guamaré - RN), e a CaZc 217 (Plataforma Interna Costa Oeste do Ceará), que constitui área potencial para uso sustentável de recursos pesqueiros.

Além disso, estão incluídas na área de estudo as seguintes áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Zona Costeira, Plataforma Continental e Ilhas Oceânicas Brasileiras:

- Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de Teleósteos Demersais e Pequenos Pelágicos.
 - Bancos Oceânicos - Cadeias Norte Brasileira e de Fernando de Noronha em frente aos estados do Ceará e Rio Grande do Norte - Fundos biodetríticos. Área de alta produtividade. Necessidade de manejo e inventário.
- Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de Elasmobrânquios.
 - Bancos Oceânicos da Cadeia Norte.
 - Paracuru - Mundaú (CE) - Recifes de arenito paralelos à linha de costa, com grande diversidade específica, inclusive bancos de algas de valor econômico.

- **Mamíferos Marinhos**

Em caso de acidente por derramamento de óleo no mar, as espécies de cetáceos e sirênios ocorrentes na região podem ser afetadas.

Apesar da carência de estudos sobre cetáceos na região nordeste do Brasil, alguns deles apontam para uma grande diversidade nessa região, com registros de 27 das 50 espécies ocorrentes no Brasil (IBAMA, 2001; Pinedo *et al.*, 2002 *apud* MMA, 2002). Para o Ceará e Rio Grande do Norte há registros de 15 espécies de cetáceos, incluindo diversos registros de encalhe. O maior número de representantes são espécies da família Delphinidae, havendo também representantes das famílias Physteridae, Kogiidae, Ziphiidae e duas espécies de misticetos da família Balaenopteridae. Muitas das espécies registradas são consideradas com “dados insuficientes” de acordo com a IUCN (2009) e a baleia jubarte e o cachalote são considerados como “vulneráveis” de acordo com a lista de espécies ameaçadas do MMA (2008) e da IUCN (2009). Ainda com relação aos mamíferos marinhos, vale destacar que o peixe-boi (*Trichechus manatus manatus*) ocorre em todo o litoral do Rio Grande do Norte e em parte do Ceará. Estes animais, que habitam as águas rasas dos estuários, manguezais e águas

costeiras da região, são considerados “Criticamente em Perigo” na lista de espécies ameaçadas do MMA (2008) e como “Vulnerável” na *Red List* da IUCN (2009).

O efeito do óleo em mamíferos marinhos é muito variável, sendo que as diversas espécies podem apresentar respostas fisiológicas distintas. Fatores como o grau de exposição e o estado de saúde prévio do animal podem ser determinantes no desenvolvimento de patologias associadas ao contato com o óleo. No caso dos animais que apresentam pêlos (pinípedes), o contato com o óleo pode afetar a capacidade de isolamento térmico e gerar comportamentos agressivos por um determinado período de tempo. Todos os mamíferos marinhos apresentam irritação e processos inflamatórios nos olhos e mucosas imediatamente após o contato com o óleo. Porém, os efeitos a longo prazo que a exposição a hidrocarbonetos pode causar não é conhecido (MARCHIORO & NUNES, 2003).

No que se refere aos cetáceos, aparentemente, os odontocetos (faltam informações acerca dos mysticetos) são capazes de perceber a presença de óleo na lâmina d’água e, por conseguinte, evitar as áreas afetadas. Entretanto, os animais podem reocupá-la, mesmo na presença do óleo, a depender da importância que a região representa nas suas atividades diárias ou sazonais (por exemplo, áreas de alimentação e áreas de acasalamento). Deve-se salientar ainda que, indivíduos imaturos (filhotes e juvenis) permanecem por mais tempo na superfície, sendo mais susceptíveis aos efeitos do óleo do que os animais adultos. Os impactos nos cetáceos podem ocorrer se houver inalação, ingestão, ou contato com o óleo. O contato direto com o óleo parece não afetar sua capacidade de termorregulação (MARCHIORO & NUNES, 2003). Vale ressaltar que segundo IPIECA (1991) são raros os efeitos de vazamentos de óleo sobre esse grupo, já que estes animais conseguem se distanciar com facilidade de possíveis obstáculos.

Quanto aos sirênios, no caso de um vazamento de óleo, estes podem ser afetados de diversas maneiras. Na ocorrência de um *blowout*, o óleo poderá atingir áreas de manguezais e baías consideradas prioritárias para a conservação do peixe-boi. Os sirênios podem ser afetados pela destruição de seu *habitat* devido à presença de óleo (EPA, 1999). Por apresentar alimentação herbívora, esses

organismos são considerados extremamente vulneráveis a perda de *habitat*, podendo apresentar significativa flutuação nas populações, quando há uma diminuição da área de alimentação (TED, 2008). Alguns animais podem se deslocar para áreas alternativas de alimentação, porém uma migração por águas contaminadas por óleo pode resultar em efeitos crônicos a longo-prazo, visto que a presença do óleo na água não impede o movimento dos peixes-boi, porém pode afetar diretamente a saúde dos animais (EPA, 1999). Por concentrarem suas atividades em águas relativamente rasas, e emergirem para respirar, os sirênios podem entrar em contato direto com o óleo, inalando hidrocarbonetos voláteis. A exposição ao óleo pode irritar os olhos, membranas mucosas sensíveis, além dos pulmões, o que pode ser altamente prejudicial aos animais. Além disso, animais adultos podem ingerir alimentos contaminados com óleo, uma vez que este pode ficar aderido às plantas. (EPA, 1999; AUBIN & LOUNBURY, 1988). Vale ressaltar que, o efeito negativo deste contato será insignificante na preservação da temperatura corporal de um indivíduo adulto, devido à camada de gordura que possuem para isolamento térmico (EPA, 1999). Assim como a maioria dos organismos, os sirênios mais jovens são os mais prejudicados. Filhotes podem ingerir óleo no momento da amamentação, uma vez que a mama pode estar contaminada. Os efeitos da ingestão de óleo podem afetar o sistema digestivo, interferindo no funcionamento da glândula gástrica ou causando danos a flora intestinal, a qual é vital para a digestão. O longo tempo de retenção do alimento ingerido no intestino pode aumentar o volume de hidrocarboneto absorvido (AUBIN & LOUNBURY, 1988).

De acordo com a “Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha” (MMA, 2002), foi identificada como área prioritária para a conservação dos mamíferos marinhos as seguintes regiões: a Zona Oceânica do Nordeste (AL, PE, PB e RN) - região compreendida entre as latitudes de 5°S e 10°S, estendendo-se da borda do talude (isóbata de 200 metros) até 100 milhas náuticas da costa. Nesta área há uma alta diversidade de espécies de cetáceos e área de acasalamento; a região das Salinas, RN e CE - zona costeira até 3 milhas náuticas da costa, que constitui a principal região de encalhe de *Trichechus manatus*; e Pipa (RN), por constituir área de ocorrência e alimentação de *Trichechus manatus*.

Ressalta-se, ainda, que a plataforma externa do Ceará (“Zm031”) é classificada pelo MMA (2007) como de extremamente alta importância e alta prioridade, entre outros fatores pela ocorrência de *Sotalia guianensis*.

Quanto as zonas prioritárias para conservação na área costeira destacam-se a CaZc 146 (Complexo estuarino do Guamaré-Galinhos), de extremamente alta importância e prioridade; CaZc 147 (Tabuleiros de Caiçara do Norte) de alta importância e extremamente alta prioridade; a CaZc 151 (Estuário do Rio Mossoró), de extremamente alta importância e prioridade; e CaZc 153 (Plataforma interna do Rio Grande do Norte), de muito alta importância e prioridade, por constituírem habitat do peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*). A CaZc 217 (Plataforma Interna Costa Oeste do Ceará), de alta importância e prioridade, se destaca por constituir área de vida de cetáceos costeiros (boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*), golfinho de dentes rugosos (*Steno bredanensis*). Vale mencionar que as áreas discriminadas para o Rio Grande do Norte não são passíveis de serem atingidas por óleo, no caso de vazamentos na área dos blocos, segundo a modelagem realizada, no entanto vale lembrar a localização de uma das bases de apoio no município de Guamaré (RN).

- **Quelônios**

De acordo com especialistas, os efeitos do derramamento de óleo nos quelônios, podem ser, dentre outros, a contaminação pelos hidrocarbonetos de petróleo. Tartarugas marinhas são vulneráveis aos efeitos do óleo em todos os estágios de vida: ovos, filhotes, juvenis e adultos. O óleo pode afetar a respiração, a pele e as funções da glândula de sal, dentre outros. A presença de manchas de óleo cru na lâmina d'água pode causar obstrução oral de indivíduos jovens, por passarem mais tempo na superfície durante as primeiras fases de vida, causando a morte dos animais por inanição (NOAA, 2003). Contudo, esses animais, como os demais organismos nectônicos, tendem a se afastar das manchas de óleo. Os maiores impactos seriam decorrentes da contaminação das areias das praias, onde são realizadas as desovas. As praias afetadas pelo óleo podem interferir na reprodução e movimentação destas espécies (CENTRO TAMAR-IBAMA, 2006).

Na região de estudo são registradas as cinco espécies de tartarugas marinhas existentes no Brasil, todas integrantes da lista oficial de espécies ameaçadas de extinção do MMA (2008): *Chelonia mydas* (tartaruga verde) e *Caretta caretta* (tartaruga cabeçuda) – na categoria “Vulnerável”; *Eretmochelys imbricata* (Tartaruga-de-pente) e *Lepidochelys olivacea* (Tartaruga-oliva) – na categoria “Em perigo” e *Dermochelys coriacea* (tartaruga de couro) – na categoria “Criticamente em Perigo”.

Ressalta-se que a área costeira do Rio Grande do Norte (não passível de ser atingida por óleo em caso de vazamentos nos blocos) e o litoral Norte do Ceará, são consideradas áreas prioritárias para a conservação dos quelônios. A Praia da Pipa (RN) constitui o único ponto de desova na área mais extrema do Nordeste e concentra uma população de remanescentes de *Eretmochelys imbricata*. Almofala, no litoral Norte do Ceará (CE) - municípios de Itarema e Acaraú - constitui local de alimentação e rota migratória principalmente de *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas* juvenis e adultos, *Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea*. O MMA (2007) destaca a Zona Costeira CaZc 217 (Plataforma Interna Costa Oeste do Ceará), como de alta importância e prioridade, entre outros por constituir área de alimentação de tartarugas marinhas. A CaZc 143 (São Miguel), de importância alta e prioridade extremamente alta constitui área de registro de tartarugas marinhas. As áreas costeiras do Rio Grande do Norte não serão atingidas por óleo no caso de vazamentos na área dos blocos segundo os resultados da modelagem realizada, no entanto em função de uma das bases de apoio estar localizada em Guamaré (RN), e das rotas dos barcos de apoio, estão sendo consideradas.

Além disso, vale mencionar a presença na área de estudo das seguintes áreas prioritárias para a conservação das Zonas Marinhas segundo MMA (2007):

- “Zm031 – Plataforma Externa do Ceará” – em função da ocorrência de agregações não-reprodutivas de *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* (inclui reprodutivas também) e *Caretta caretta*.

- “Zm073 – Plataforma externa do Rio Grande do Norte” – ocorrência de agregações não-reprodutivas de *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* e *Caretta caretta*.

- **Avifauna**

A contaminação da água por óleo atinge as aves marinhas de uma maneira geral, incluindo até exímios voadores como os petréis e atobás (VOOREN & BRUSQUE, 1999). A substância que flutua na superfície do mar suja a plumagem das aves que nadam ou mergulham, além daquelas habitantes de regiões costeiras. Dependendo da quantidade de óleo impregnado em suas penas, as aves morrem em poucos dias ou sofrem efeitos fisiológicos mais demorados pela entrada desta substância no organismo. O óleo que fica em suspensão na coluna d'água entra na cadeia trófica e, o alimento assim contaminado, prejudica o crescimento corporal, a formação das penas e a produção de ovos.

É importante mencionar, também, que vazamentos de óleo podem ser severos em aves marinhas que utilizam o local para alimentação. Aves marinhas que comem peixes e lulas constituem o elo final de uma cadeia trófica. Devido ao hábito geral de periodicamente acumular reservas de gordura, estas aves estão sujeitas à bioacumulação dos poluentes tóxicos que são solúveis em lipídeos. Quando estas aves utilizam suas reservas de lipídeos, as substâncias tóxicas acumuladas entram na corrente sanguínea, podendo causar a morte por intoxicação aguda. As substâncias tóxicas podem ser incorporadas na gema do ovo e afetar o desenvolvimento do embrião e do ninhego (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

Devido à grande variedade de ecossistemas existentes no litoral dos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, a diversidade de espécies da avifauna local é bastante rica. Diversas espécies têm o litoral da área de estudo como local de alimentação e algumas até de nidificação, como no caso do talha-mar (*Rynchops niger*). As aves mais encontradas no litoral são as batuíras, as pardelas, os atobás, os maçaricos e os trinta-réis. Entretanto, somente a pardela-preta (*Procellaria aequinoctinalis*), se enquadra na categoria de vulnerável. Isso se deve, principalmente, por ela ser uma ave marinha com hábito de perseguir embarcações pesqueiras, e que ao mergulhar é acidentalmente capturada por artefatos de pesca.

A simulação da dispersão de óleo indicou que as manchas de óleo, em condições críticas de vento e corrente, podem atingir a região costeira da área de estudo. Desta forma, acidentes que causem o vazamento ou derrames de óleo poderão causar impactos na biota da região costeira, e em áreas de nidificação

das espécies de aves marinhas costeiras. Deve-se ressaltar, contudo, que em qualquer situação todos os esforços serão realizados para evitar a dispersão da mancha.

É importante mencionar que uma variedade de aves na região, encontra-se ameaçada não somente pela destruição de seus habitats, como também pela caça predatória. É considerada área prioritária para avifauna da região segundo MMA (2002), a região de Jaguaribe, entre o rio Jaguaribe e Touros, CE e RN, por constituir importante área para migração e reprodução de *Charadriiformes*. Além disso, destacam-se as Zonas Costeiras CaZc 139 (Açu) (não passível de ser atingida por óleo em caso de vazamento oriundo dos poços), de extremamente alta importância e prioridade, por entre outros motivos ser área de procriação de garças e pela presença de ave ameaçada (*Pyrrhura cruentata*), e de ave endêmica de caatinga (*Sakesphorus cristatus*); e a CaZc 217 (Plataforma Interna Costa Oeste do Ceará), que constitui área de alimentação de aves migratórias e marinhas, considerada de alta importância e prioridade (MMA, 2007). No que se refere às Zonas Marinhas destaca-se na região a “Zm031 – Plataforma Externa do Ceará” pela ocorrência de aves costeiras.

- **Considerações Finais**

A magnitude (intensidade) dos impactos ambientais decorrentes de acidentes sobre a biota varia de acordo com o tipo de acidente, e no caso de derrame de óleo, com a intensidade do vazamento, no entanto para efeito de avaliação, como são muitas as comunidades passíveis de serem afetadas será considerada uma magnitude grande. A importância também é grande em qualquer hipótese porque mesmo sendo pequena a probabilidade de ocorrência de acidentes com danos severos, estes podem levar a conseqüências desastrosas em organismos e habitats sensíveis, com possibilidade de alterações na estrutura das comunidades.

Deve-se ressaltar, porém que os sistemas de prevenção e o treinamento de pessoal tornam a ocorrência de grandes acidentes improvável.

Embora seja imprescindível mencionar a improbabilidade de ocorrência de determinados acidentes, deve ser reforçado que a avaliação de impactos nesse cenário avalia os atributos do impacto, caso o acidente ocorra, não levando em consideração a probabilidade da ocorrência da ação geradora.

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

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo	Alterações das propriedades físico-químicas e/ou biológicas das águas → Interferência na biota marinha e costeira.	Negativo, indireto, imediato, longa duração, irreversível para alguns organismos, mas reversível para as comunidades, provável, regional – grande magnitude - grande importância.

Ecosystemas Costeiros

➤ **IMP 5 - Interferência com as praias**

Caso ocorra um acidente com derramamento de óleo de grandes proporções, de acordo com a modelagem de dispersão de óleo, considerando-se os cenários de verão e inverno, as praias situadas na região entre Luis Correia, no Piauí, e Beberibe, no Ceará poderão ser atingidas, considerando-se todas as faixas de probabilidade. Ressalta-se que com probabilidades superiores a 10% a região passível de ser atingida é a que se estende entre Acaraú e Cascavel, no estado do Ceará.

A maior parte do litoral da área de estudo é constituída por ambientes de praias e dunas, caracterizado por acentuada instabilidade morfológica, devido à intensa ação de processos costeiros e por forte influência de atividades antrópicas como as indústrias petrolífera, salinera e de carcinicultura, além da pesca e atividades portuárias (SOUTO, 2002; GRIGIO, 2003; ARAUJO, 2003 *apud* ECOLOGY/PETROBRAS, 2006). A área de estudo é composta principalmente de praias arenosas com alto grau de exposição, sendo interrompidas apenas por estuários de rios que deságuam no mar, onde são comuns os arenitos de praia, ou “*beachrocks*”. Entre as praias arenosas há afloramentos de rochas pré-cambrianas e farenozóicas, principalmente nas praias cearenses, como Ponta Grossa, no município de Icapuí, Pontal de Maceió, no município de Fortim e Ponta do Iguape, no município de Aquiraz. A fauna de praias é representada, principalmente, por grupos taxonômicos como Cnidaria, Turbellaria, Nemertinea, Nematoda, Annelida, Mollusca, Echiura, Sipuncula, Crustacea, Pycnogonida,

Brachiopoda, Echinodermata e Hemichordata. Entre esses, os numericamente mais importantes são Polychaeta, Mollusca e Crustacea.

Os danos mais imediatos observados durante um derramamento na zona entremarés são consequência do recobrimento e da intoxicação. O recobrimento direto dos organismos pode causar os seguintes impactos (CETESB, 2000):

- Asfixia e morte pelo bloqueio de órgãos e respiratórios (brânquias e pele);
- Impedimento total ou parcial da fotossíntese das microalgas presentes nas camadas superficiais do sedimento;
- Interferência na habilidade de locomoção de animais vágéis e entupimento de tubos e galerias de organismos tubícolas e sésseis. Este impacto pode causar efeitos danosos a médio prazo, uma vez que interfere nos processos de locomoção, alimentação e reprodução dos organismos.

Alterações profundas nas características físicas e químicas do sedimento, como aumento da temperatura e redução da circulação e renovação de água intersticial, causadas pelo recobrimento físico, podem gerar profundas alterações na estrutura e composição das comunidades nas praias de areia (MONTEIRO, 2003).

O efeito tóxico do petróleo pode levar à morte direta ou a efeitos subletais, o que vai depender da concentração do óleo (especialmente dos compostos aromáticos) e do organismo em questão. No entanto, a intoxicação é um processo extremamente rápido e de curto tempo de contato, devido à natureza volátil destas substâncias; além de seus efeitos serem extremamente graves (MONTEIRO, 2003).

As espécies com algum tipo de proteção externa como carapaças e conchas são, no entanto, menos vulneráveis ao contato, entre elas, bivalvos, gastrópodes, caranguejos, siris. Espécies que vivem em estratos mais profundos do sedimento também tendem a ser menos vulneráveis às frações tóxicas do óleo, principalmente em praias de areia fina, mas compactas, onde o sedimento atua como um filtro natural (MONTEIRO, 2003).

Outro problema causado pelo petróleo na comunidade biológica das praias é a bioacumulação, que acontece principalmente através do processo de filtragem da água pelas espécies filtradoras, e pela ingestão direta de sedimento. Os organismos presentes em regiões contaminadas podem concentrar

hidrocarbonetos e outras frações do petróleo a níveis muito acima dos observados no ambiente e por períodos de tempo bastante variáveis (API, 1985). Considerando as relações predador-presa nestes ambientes, observa-se que as concentrações de petróleo tendem a aumentar nos predadores de topo de cadeia, resultando num intenso processo de biomagnificação (MONTEIRO, 2003).

Cabe ressaltar a presença de importantes Unidades de Conservação, na região passível de ser afetada. Como consequência dos efeitos de um derramamento de óleo em áreas extremamente sensíveis e vulneráveis haverá uma tendência de redução na biodiversidade, com o aumento da dominância de espécies oportunistas e resistentes, as quais tendem a ocupar o espaço e recursos disponíveis. A redução da biodiversidade nessas áreas pode levar a uma perda da importância biológica da área.

Esse impacto é considerado de grande magnitude em função da quantidade de praias passíveis de serem atingidas e de grande importância em função das unidades de conservação presentes na região costeira e das sérias consequências ao ecossistema.

Cabe ressaltar que, o litoral do Ceará entre Acaraú e Fortaleza, constitui área prioritária para a conservação da biodiversidade das praias e dunas (MMA, 2002).

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

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo	Interferência nas praias - contaminação.	Negativo, direto, imediato, longa duração, reversível, provável, regional – grande magnitude – grande importância.

➤ IMP 6 - Interferência com os manguezais

Neste empreendimento, poderão ocorrer acidentes com vazamentos de óleo de diferentes proporções, inclusive decorrente de um *blowout* (cenário de pior caso). Segundo as modelagens realizadas, mesmo para pequenos e médios vazamentos, a mancha de óleo pode atingir a costa e afetar dentre outros ecossistemas sensíveis, o de manguezal.

É importante ressaltar que a região de estudo é marcada pela presença de planícies flúvio-marinhas com manguezais de extensão variada, sendo os mais importantes encontrados no Rio Potengi (RN); região estuarina Galinhos-Guamaré (RN); região estuarina do Rio Mossoró (RN), região estuarina Barra Grande Icapuí (CE); Rio Jaguaribe (CE); região estuarina dos rios Cocó e Ceará (CE) e Estuário do Rio Curu (CE) (MMA, 2004). Ocorrem também faixas estreitas desses ecossistemas junto à linha de costa, associadas a afloramentos de água doce na base da Formação Barreiras (MMA, 2004). Ressalta-se que os manguezais do Rio Grande do Norte não são passíveis de serem afetados por um eventual vazamento de óleo segundo as modelagens realizadas. As simulações indicam que apenas o litoral do Ceará (probabilidades de até 100%) e o sul do Piauí (probabilidade inferior a 5%) poderão ser atingidos.

Derramamentos de óleo e seus derivados em manguezais podem provocar efeitos tanto agudos, que se manifestam a curto prazo, quanto crônicos, que irão provocar impactos observáveis em períodos de tempo mais longos. Estes impactos vão depender não apenas da quantidade derramada, mas também do tipo do produto. As características do óleo irão determinar a sua toxicidade e o seu tempo de permanência no ambiente podendo explicar a variedade de respostas de diversos manguezais, após um derramamento de óleo (SEMADS, 2002).

O óleo cru, por ser mais pesado, vai se incorporar ao sedimento e vai demorar mais tempo para ser degradado pela ação de fatores físicos e biológicos (insolação, chuvas, marés, degradação bacteriológica). O óleo diesel por ser mais leve, ao entrar em contato com o manguezal vai impactá-lo mais rapidamente, pois possui maior poder de penetração e vai afetar o sistema radicular da vegetação, prejudicando todo o sistema de trocas de gases e sal com o ambiente.

Uma vez introduzidos no meio ambiente, os compostos presentes no óleo irão sofrer uma série de transformações físico-químicas. A extensão destes processos será em função das características do manguezal em questão e da forma e quantidade dos hidrocarbonetos ali introduzidos. Os principais processos envolvidos são a transferência para o sedimento, a incorporação à biota, a degradação biológica e química, a solubilização, a dispersão física e a evaporação dos compostos.

O principal efeito agudo da poluição por óleo sobre os manguezais se dá pelo fato que, uma vez que o óleo penetra no ambiente, ele recobre as lenticelas e os pneumatóforos, causando assim a asfixia dos vegetais. A alta toxicidade de alguns constituintes do petróleo, principalmente representados pelos hidrocarbonetos poliaromáticos, pode atuar sobre toda a comunidade, inclusive sobre as populações microbianas do solo, que são fundamentais na ciclagem de nutrientes neste ambiente.

Segundo Cintron & Schaeffer-Novelli (1983), a resposta inicial do manguezal, após um recobrimento por petróleo é a desfolhação total ou parcial, dependendo do grau de retenção do óleo nas raízes e no solo. Nos locais atingidos por menor quantidade de óleo, além da desfolhação ocorre também uma redução de área foliar e uma alta freqüência de deformações foliares.

Outros fatores que devem ser considerados na avaliação dos possíveis efeitos de um derramamento de óleo em um manguezal são as características geomorfológicas do bosque, e a granulometria do sedimento. Ainda em relação ao sedimento, outro processo que determina a persistência do óleo é a taxa de biodegradação sendo que, esta é maior na superfície do sedimento, pois, a atividade microbiana é baixa nas camadas sub-superficiais.

A seguir são apresentados alguns dos principais efeitos do óleo sobre os manguezais (LEWIS, 1982): mortalidade das árvores; desfolhação da copa; mortalidade das raízes; rachadura nas cascas das árvores; mortalidade das plântulas; cicatrizes epiteliais; expansão das lenticelas; pneumatóforos adventícios; deformidades nas folhas/clorose; propágulos atrofiados/curvos; folhas atrofiadas; redução do número de folhas; alteração no número de lenticelas; mortalidade da comunidade epífita; asfixia dos animais; morte da fauna devido à ação sobre processos celulares e fisiológicos; alteração da osmorregulação dos organismos; alteração na densidade de moluscos; alteração na densidade de caranguejos; modificações populacionais na endofauna.

O óleo pode ainda afetar diretamente as características da dinâmica da comunidade de manguezal, sobretudo no que se refere às fases iniciais do desenvolvimento, tais como propágulos e plântulas, mais sensíveis à contaminação que os indivíduos adultos. O problema de tais alterações está relacionado ao fato desses atributos determinarem a estabilidade do ecossistema

em relação à manutenção das diversas populações que o compõe. Por outro lado, essas componentes iniciais, representadas por plântulas e propágulos vão determinar o potencial de regeneração do ecossistema frente a perturbações e tensores, como o próprio óleo (SEMADS, 2002).

Portanto, fica clara a vulnerabilidade dos manguezais aos derramamentos de óleo. No entanto, deve-se considerar que dentro de um mesmo sistema pode-se encontrar comportamentos distintos em termos de sensibilidade, suscetibilidade e vulnerabilidade dos diferentes trechos de manguezais. Tal variação vai ocorrer por diversos motivos, desde as características ambientais como circulação, frequência de inundação pelas marés, granulometria, geomorfologia, até características associadas à proximidade e vulnerabilidade em relação às principais fontes poluidoras.

A seguir são apresentadas algumas considerações sobre a recuperação de manguezais afetados por derramamentos de óleo.

Os impactos do vazamento de óleo nos manguezais podem durar muitos anos e vão variar em função do tipo de óleo, da quantidade vazada, do tipo fisiográfico e das condições ambientais locais. Martin *et al.* (1990) demonstraram em estudos efetuados na Ilha de Bornéu que a germinação de propágulos só ocorreu nas áreas impactadas após um ano de vazamento. Munoz *et al.* (1997) observou os efeitos do óleo oito anos após o vazamento nos manguezais de Guadeloupe na França. Burns *et al.* (1993) descrevem os efeitos do óleo após cinco anos em manguezais do Panamá e 20 anos nos manguezais de Porto Rico. Lewis (1982) resumizou os efeitos do óleo no manguezal através da consulta a diferentes estudos que são apresentados no Quadro II.6.2-2.

Quadro II.6.2-2 – Efeitos do Vazamento de Óleo em Florestas de Manguezais

Estágio	Impactos observados
Agudo	
0 a 15 dias	Morte de aves, tartarugas, peixes e invertebrados.
15 a 30 dias	Desfolhação e morte de manguezais pequenos (menores que 1 m de altura) com perda das raízes aéreas.
Crônico	
30 dias a 1 ano	Desfolhação e morte de manguezais médios (menores que 3 m de altura) através do dano do tecido das raízes aéreas.
1 a 5 anos	Desfolhação e morte de manguezais médios (menores que 3 m de altura) com perda das raízes aéreas oleadas e crescimento de novas raízes aéreas deformadas. Recolonização das áreas afetadas por óleo por novos propágulos.

1 a 10 anos	Redução da biomassa, redução da reprodução e redução da sobrevivência de propágulos gerados pelas plantas afetadas.
10 a 50 anos	Morte e redução no crescimento de jovens plantas que colonizaram o local do vazamento. Completa recuperação do ecossistema afetado.

Fonte: LEWIS, 1982.

Apesar do quadro acima descrito, a recuperação de manguezais que foram afetados por óleo é possível e é mais rápida a partir da ação do homem. As etapas para esta recuperação devem ser rápidas considerando, segundo Duke (1997), os seguintes aspectos: avaliar os métodos de limpeza e promoção da sobrevivência de árvores de mangue; mapear após o derrame o grau de impregnação do óleo e armazenar amostras do óleo flutuante; mapear as áreas de desfolhação e subsequente desmatamento; entre um e dois meses após o vazamento medir a concentração de óleo no sedimento, repetindo esta operação com regularidade; avaliar a condição dos locais desmatados em termos de estrutura e composição original; percorrer os locais afetados e levantar a presença/ausência de plântulas; determinar a variação temporal e a disponibilidade local de propágulos; avaliar os benefícios e métodos para proteger fisicamente as plântulas nos locais expostos, afetados pelo óleo e avaliar os benefícios derivados do replantio, incluindo a densidade e seleção das espécies a serem plantadas.

Alguns autores realizaram experimentos com óleo cru nos manguezais, comparando os efeitos sobre a biota através da utilização de dispersantes. IPIECA (1993) relata que em manguezais da Malásia o óleo cru foi mais tóxico do que o óleo tratado com dispersante, em função da maior demora em sofrer degradação, e que em manguezais da Florida, as áreas onde o óleo foi tratado com dispersante apresentaram uma mortalidade menor do que as áreas onde o óleo não recebeu tratamento. Em experimentos realizados no Panamá, o óleo sem tratamento de dispersantes, apresentou severos efeitos a longo prazo na sobrevivência dos manguezais e da fauna associada. O óleo que foi quimicamente dispersado *offshore* apresentou menor efeito sobre os manguezais, mas afetou mais severamente os recifes de corais.

Concluindo, os manguezais são altamente sensíveis ao impacto por óleo. No entanto, a maior ou menor sensibilidade também dependerá dos fatores ambientais somados ao sinergismo com outros fatores ambientais.

Considerando que se trata de um ecossistema extremamente frágil em relação aos derramamentos de óleo e derivados, associado a um alto tempo de residência do óleo no ambiente, um alto período para sua regeneração e as dificuldades de remoção/limpeza do óleo, é consenso que tais sistemas são os mais delicados frente a tais acidentes. Assim, deve-se priorizar a proteção de tais áreas no caso de acidentes.

Destacam-se, na área de estudo, áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de manguezais (MMA, 2002), tais como, o estuário do Rio Acaraú (CE) – áreas de manguezal e berçário de peixes, situadas entre Fortaleza e Barroquinha; os estuários e manguezais do Rio Jaguaribe e proximidades (CE/RN) – áreas entre Aracati e Galinhos; e os sistemas estuarinos de Macau (RN). Segundo o MMA (2007), as Zonas Costeiras CaZc 146 (Complexo estuarino do Guamaré-Galinhos), de extremamente alta importância e prioridade; e CaZc 203 (Litoral Trairi/Paracuru), de alta importância e prioridade, apresentam importantes áreas de manguezais.

Em função da extensão da área com a presença desse ecossistema passível de ser atingida, o impacto é considerado de grande magnitude ou intensidade. Considerando o status de conservação das áreas, e que esse ecossistema é um dos mais vulneráveis a derramamento de petróleo e seus derivados, o impacto foi considerado de grande importância.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo	Interferência nos manguezais	Negativo, direto, imediato, longa duração, reversível, provável, regional – grande magnitude – grande importância.

➤ IMP 7 - Interferência com recifes de corais

Os recifes de corais são provavelmente o ecossistema marinho mais sensível e o mais vulnerável às variações ambientais. O equilíbrio ecológico da comunidade recifal pode ser rápido e facilmente quebrado por agentes externos de natureza diversa.

Em relação à ocorrência de acidentes passíveis de afetarem o ambiente recifal destacam-se os relacionados a vazamento de óleo (cru ou diesel), em qualquer fase da atividade de perfuração, uma vez que alterando as condições normais da qualidade da água do mar, o ambiente recifal é afetado.

Estudos em diversas partes do mundo mostraram que existem ameaças aos ambientes recifais decorrentes tanto do derramamento de óleo sobre os recifes, como também da exploração de petróleo no mar. O efeito tóxico do óleo sobre as comunidades coralíneas ocorre direta ou indiretamente.

Levantamentos realizados para avaliação do impacto causado pela exploração de petróleo próximo a áreas de recifes de corais, no golfo de Eilat no mar Vermelho (RINKEVICK & LOYA 1977, LOYA & RINKEVICK 1980), no golfo Pérsico (DOWNING 1985, SHEPPARD 1988, ROBERTS *et al.* 1993), na costa caribenha do Panamá (JACKSON *et al.* 1989, DODGE & KNAP, 1993), em Aruba, no mar Caribe (EAKIN *et al.* 1993) e em Carysfort, Flórida (THOMPSON & BRIGTH, 1980) consideram que existem impactos diretamente ligados ao derrame de óleo sobre os recifes como, também, impactos relacionados à operação de exploração no mar. O efeito tóxico do óleo é considerado letal para os corais, pois foi demonstrado por esses autores que os tecidos desses animais morrem em contato com o óleo. A presença do óleo na água reduz o nível de oxigênio dissolvido, indispensável à respiração dos organismos e provoca expulsão prematura de larvas, que são incapazes de sobreviver em suspensão e de se fixar para formar novas colônias de corais. Com a diminuição do tempo de vida dessas larvas, o recrutamento de corais é reduzido, bem como a formação de novos recifes. Indiretamente, o óleo prejudica a nutrição dos corais. Tanto o fitoplâncton quanto o zooplâncton ficam reduzidos nas áreas afetadas, e uma diminuição da luminosidade na coluna d'água dificulta os processos de fotossíntese das algas simbiotes dos corais.

A deposição de sedimento sobre colônias de corais afeta a fisiologia dos animais e a diminuição da transparência da água afeta tanto os processos de fotossíntese das algas simbiotes dos corais, como também a eficiência na captura do alimento (o plâncton). Deve-se considerar, ainda, o vazamento de outros poluentes, por exemplo, os dispersantes, cujos efeitos são considerados tão nocivos quanto os do óleo, pois pode causar a morte de alguns organismos e o retardo na colonização de outros (THOMPSON & BRIGTH, 1980, MARSZALEK, 1981, HUDSON *et al.* 1982, JACKSON *et al.* 1989, CLARK, 1996).

Entretanto, apesar de várias pesquisas realizadas no campo e no laboratório com relação ao efeito da poluição por óleo, uma revisão feita por Brown & Howard (1985) apontam algumas contradições na literatura. Este fato continua sendo

registrado por Downing (1993), que avaliando áreas de recifes próximos da costa e costa afora, afetadas por derramamento de óleo durante a Guerra do Golfo, não encontrou qualquer sinal de impacto nos recifes da Arábia Saudita, enquanto nos recifes mais externos do Kuwait, três espécies de corais sofreram mortalidade. Estudos realizados por Vogt (1995), após a Guerra do Golfo entre 1992 e 1994, mostraram que houve um aumento na cobertura de corais vivos, indicando que esses organismos sobreviveram ao derrame intenso de óleo na região e conseguiram se recuperar do dano sofrido.

Ainda, experimentos realizados por Burns *et al.* (1993), detectaram que o vazamento de óleo durante a Guerra do Golfo, não causou alteração na taxa de oxigênio dissolvido na maior parte dos habitats da região e sendo assim não houve estresse para a comunidade. O estresse ficou restrito a baías mais afetadas pelo óleo.

As condições da região nordeste do Brasil, como a ausência de grandes rios e o predomínio de águas quentes da Corrente Sul Equatorial, favorecem a formação de recifes de coral com grande diversidade biológica. As principais espécies de corais que formam esses recifes ocorrem somente em águas brasileiras com importância reconhecida internacionalmente (MMA, 2002). Os recifes da costa nordeste do Brasil são compostos principalmente por *Millepora*, *Siderastrea*, *Agaricia* e *Porites*, e grande parte dos corais mortos está coberta por zoantídeos *Palythoa* e algas, como *Caulerpa*, *Dictyopteris* e *Halimeda* (TESTA, 1997; KNOPPERS *et al.*, 1999 *apud* SANTOS *et al.* 2007).

Na área de estudo as formações recifais são compostas principalmente por afloramentos da formação Barreiras geralmente cobertos por algas calcárias do grupo das coralináceas. Essas formações foram encontradas no litoral do Rio Grande do Norte na altura de Macau e Porto do Mangue durante o Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar desenvolvido pela Petrobras (PETROBRAS, 2006).

Em caso de acidentes afetarem os corais em qualquer fase da atividade de perfuração, a intensidade dos impactos descritos acima dependerá da concentração de óleo na água. A importância dos impactos é grande mesmo que a possibilidade de ocorrência de acidentes seja mínima, visto que as conseqüências desses impactos atuarão de forma decisiva nos processos vitais dos corais e na estrutura da comunidade do recife.

Nessas últimas décadas, a preocupação com a importância que os recifes têm para a população humana, bem como a necessidade de minimizar a sua deterioração, vem sendo reportadas por vários autores. Estima-se que dentro de trinta a quarenta anos, cerca de 70% das áreas recifais do mundo estejam totalmente degradadas, sobretudo em consequência das mudanças climáticas globais e da depredação dos seus recursos naturais devido à atividade antrópica (CLARK, 1996; CESAR, 2000).

Apesar de o ecossistema recifal ter uma capacidade inerente de recuperação a muitos tipos de distúrbios, os impactos humanos podem reduzir (CLARK, 1996), prolongar ou impedir (LINDAHL, 1998) a recuperação de recifes de corais quando estes são atingidos por distúrbios naturais.

Trabalhos realizados na região do Golfo Pérsico (PRICE, 1998; VOGT, 1995) indicam que num prazo de 5 anos o ecossistema recifal logrou recuperar-se dos vazamentos ocorridos durante a Guerra do Golfo, em termos de área recoberta por corais. Nada é mencionado em relação à diversidade e à riqueza específicas.

De acordo com dados da literatura nos recifes brasileiros predominam corais com pólipos grandes, que desenvolveram um mecanismo eficiente para filtrar e remover o sedimento em suspensão, característico das águas brasileiras. Formas maciças com cálices grandes e profundos têm pólipos maiores e são mais tolerantes ao ressecamento em exposições prolongadas do que os corais de pólipos menores (LEÃO, 1982). Tais características, por outro lado, conferem uma menor taxa de crescimento às espécies endêmicas do Brasil. Além disso, pouco se sabe ainda acerca da estratégia reprodutiva dessas espécies. Por esses motivos, não se pode estimar precisamente qual é a capacidade que o ecossistema recifal no Brasil tem de se recuperar de um acidente de grandes dimensões.

Destacam-se, na área de estudo, áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade de recifes de corais (MMA, 2002): Região ao largo, entre as isóbatas de 5 e 70m com projeção no continente entre os arredores de Natal (RN) – áreas com recifes não mapeados, com indícios de alta diversidade, uso de seus recursos vivos e pouco conhecimento sobre as mesmas. Segundo o MMA (2007) a Zona Costeira CaZc 204, de muito alta importância e extremamente alta prioridade, apresenta recifes de praia (*beach rocks*) e alta diversidade de invertebrados e algas. Ressalta-se que segundo a modelagem realizada essas áreas não são passíveis de serem atingidas por vazamentos de óleo.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).	Interferência com recifes de corais	Negativo, direto, retardado, longa duração, pode ser irreversível, provável, regional - grande magnitude - grande importância.

C. Meio Socioeconômico

A partir do modelo de simulação da dispersão de óleo no caso de acidente e da localização dos Blocos BM-POT-16 e 17, situados a cerca de 60 - 80 km da costa, espera-se que os efeitos de um eventual acidente com vazamento de óleo sobre as atividades antrópicas litorâneas ocorram na fase de perfuração, tendo como ação geradora a própria atividade de perfuração.

Sob o aspecto socioeconômico ressalta-se a importância de toda a faixa costeira com probabilidade de toque, ou seja, a área compreendida entre os municípios de Luis Correia, no Piauí, até Beberibe, no Ceará. Os municípios da área apresentam significativa atividade pesqueira e turística, sendo ambas expressivas na geração de emprego e renda. A sustentabilidade dessas atividades está vinculada a preservação dos recursos naturais existentes na região.

A seguir, são apresentados os impactos passíveis de ocorrência, vinculados ao meio socioeconômico.

➤ IMP 8 - Interferência na Pesca

No caso da ocorrência de um acidente com vazamento de óleo, a interferência na pesca será determinada, principalmente, pela proibição imposta à atividade na área de deslocamento da mancha, bem como pela necessidade de adequação de percursos marítimos para a captura/desembarque do pescado.

Por outro lado, a simples presença do óleo pode atuar sobre o padrão normal de deslocamento dos cardumes, o que poderá influir indiretamente na realização da atividade pesqueira, uma vez que haverá necessidade momentânea da exploração pelos pescadores de novos percursos, para adaptação à nova localização do estoque pesqueiro, o que poderá, inclusive, gerar mudanças nos pontos de desembarque do pescado. Caso esta alteração signifique aumento de

percurso da rota normal, poderá ocorrer, ainda, uma elevação nos custos de captura – combustível, alimentação e gelo, onerando, conseqüentemente, os custos da atividade pesqueira.

Em qualquer situação de vazamento nas locações existe a possibilidade de impacto com as atividades de pesca, principalmente com a pesca em áreas oceânicas. A abrangência do impacto e o contingente de pescadores afetados serão determinados pela magnitude do acidente e a proximidade da mancha com relação à costa.

Sobre as áreas da quebra da plataforma continental e plataforma continental são realizadas diversas modalidades de pescarias artesanais ressaltando-se a pesca da lagosta, considerada de forma geral a mais importante da região. Outras modalidades de pesca que poderão ser afetadas são a rede de espera, linha de mão, covo, arrastão, viveiro dentre outras.

No caso da ocorrência de um acidente de grandes proporções, poderá haver interferências com as modalidades de pesca costeira e oceânica, já que a presença da mancha de óleo iria atuar diretamente sobre os estoques pesqueiros, interferindo indiretamente na realização destas atividades, caracterizadas como de alta sensibilidade ambiental. Vale ressaltar, no entanto, que sempre que ocorrerem acidentes com derramamento de óleo no mar serão tomadas todas as medidas necessárias a evitar a dispersão da mancha de óleo, fato este, não contemplado nas modelagens realizadas.

Outro fato a considerar é que, dependendo da magnitude do acidente, a médio/longo prazo poderão ser observados impactos relacionados com a origem do pescado e seu vínculo com a contaminação ocorrida, com a conseqüente redução no preço do pescado capturado na região.

Deste modo, considerando a ocorrência do cenário mais crítico, com o deslocamento da mancha de óleo se aproximando da costa, tais impactos são avaliados como de grande magnitude e de grande importância, por inviabilizarem a principal fonte de renda de importantes grupos sociais regionais – os pescadores.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos no quadro a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).	Interferência na pesca	Negativo, direto, imediato, média duração, reversível, provável, regional – grande magnitude - grande importância.

➤ IMP 9 - Interferência com Rotas de Navegação

A ocorrência desta interferência estará diretamente vinculada às atividades de navegação de cabotagem/turística e às rotas de pesca.

A área com probabilidade de presença de óleo apresenta um relativo tráfego de embarcações. O deslocamento da mancha de óleo poderá, eventualmente, determinar a alteração de rotas destas embarcações, para evitar o encontro com a área da mancha de óleo. Neste caso, esta alteração provocaria uma modificação nos percursos pré-estabelecidos pelas embarcações, podendo, caso venha a representar em aumento de percurso, determinar um acréscimo no consumo de combustível e no tempo de viagem.

Os impactos associados são avaliados como de grande magnitude em função do tráfego de embarcações na área passível de ser afetada, e de pequena importância, devido à possibilidade de utilização de rotas alternativas pelas embarcações.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir:

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).	Interferência em Rotas de Navegação	Negativo, indireto, retardado, média duração, reversível, provável, regional – grande magnitude - pequena importância.

➤ IMP 10 - Interferência com o Turismo Litorâneo

A interferência no turismo litorâneo se manifestará na hipótese de deslocamento da mancha em direção a linha de costa. Espera-se que, ainda que sejam tomadas as medidas cabíveis de controle, a simples divulgação de um acidente com vazamento de óleo na região provoque uma redução no contingente de turistas que afluem à área de influência, fato este que, por sua vez, se traduzirá em perdas de receitas vinculadas ao comércio e à prestação de serviços associados a esta atividade.

No que se refere à atividade de turismo, no estado do Ceará, está intimamente relacionado aos recursos costeiros como dunas e praias. O turismo é a atividade econômica mais importante do estado sendo o setor de serviços relacionados a essa atividade responsável por 71% das riquezas geradas. Na área costeira destacam-se a capital Fortaleza, destino da maioria dos turistas. Dentre outras, se destacam também Canoa Quebrada e Jericoacoara.

Os impactos associados são avaliados como de grande magnitude tomando por base a região costeira de todos os municípios passíveis de serem atingidos. A importância também é considerada grande, uma vez que na área de influência localizam-se municípios com grande atividade e potencial turístico.

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

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).	Interferência no Turismo Litorâneo	Negativo, indireto, retardado, média duração, reversível, provável, regional – grande magnitude – grande importância.

➤ IMP 11 - Pressão adicional sobre a infra-estrutura portuária

A pressão adicional sobre a infra-estrutura portuária será decorrente da necessidade de resposta a um evento acidental, que demandará medidas de controle e ações emergenciais, com aumento de aporte de pessoal, embarcação e equipamentos, para suporte a todos os procedimentos requeridos, sendo o impacto avaliado como de grande magnitude.

Os principais portos localizados na região costeira do Ceará que podem ser afetados no caso de um acidente com vazamento de grandes proporções de óleo são o Porto de Fortaleza, localizado na cidade de Fortaleza, e, o Porto do Pecém, localizado em São Gonçalo do Amarante.

Junto à infra-estrutura portuária disponível, ainda, tem-se que levar em consideração outros recursos adicionais em pessoal e equipamentos que o empreendedor deverá disponibilizar diretamente em caso de um acidente. Em decorrência da infra-estrutura disponível na região o impacto foi avaliado como de média importância.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).	Pressão adicional sobre a infra-estrutura portuária	Negativo, direto, imediato, média duração, reversível, provável, regional – grande magnitude - média importância.

➤ IMP 12 - Pressão adicional sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos

O impacto referente à pressão adicional sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos está diretamente relacionado com o volume de óleo gerado em caso de acidente, que terá que receber tratamento e destinação final adequada. Este o impacto foi avaliado como de grande magnitude pelo volume de óleo passível de ser gerado e de grande importância em função do número reduzido de empresas capacitadas e licenciadas para esse fim.

Os atributos dos impactos ambientais resultantes são resumidos a seguir.

Ação Geradora	Efeitos	Atributos
Acidente com derramamento de óleo (cru ou diesel).	Pressão adicional sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos	Negativo, direto, imediato, média duração, reversível, provável, regional – grande magnitude - grande importância.

II.6.3 - Síntese dos Impactos

II.6.3.1 - Condições Normais de Operação

O Quadro II.6.3-1 constitui a matriz de impacto ambiental para as etapas de posicionamento da unidade de perfuração, perfuração dos poços e desativação da atividade.

Dos impactos descritos – positivos ou negativos, nenhum é particularmente importante, se for considerada a execução da atividade em condições normais de operação – sem acidentes com lançamento de volumes importantes de substâncias poluentes ao mar.

Na etapa de posicionamento da unidade de perfuração foram identificados 7 (sete) impactos, sendo 6 (seis) negativos e 1 (um) positivo. Na etapa de perfuração dos poços foram identificados 11 (onze impactos), sendo 10 (dez) negativos e 1 (um) positivo. Na etapa de desativação da atividade foram identificados 6 (seis) impactos, sendo todos negativos.

O único impacto positivo identificado foi o IMP 9 – Variação da Arrecadação Tributária considerado de pequena intensidade, mas de média importância, uma vez que a arrecadação de tributos implica sempre em um potencial incremento da capacidade de investimentos do Poder Público. Esse impacto somente não ocorre na etapa de desativação em função do fim da geração de tributos associados à atividade.

Dentre os impactos negativos identificados destacam-se os seguintes:

- IMP 5 – Interferência nas Comunidades Nectônicas, decorrente do deslocamento das embarcações de apoio (durante todas as etapas) e da sonda (durante as etapas de posicionamento e desativação), com conseqüente geração de ruídos, vibrações e luz; da geração de ruídos durante a atividade de perfuração, propriamente dita; bem como com a possibilidade de colisão com mamíferos marinhos – de incidência direta, imediato e provável, classificado como regional, de pequena magnitude e grande importância, visto a ocorrência comprovada na região de espécies ameaçadas de extinção.

- IMP 6 – Interferência nas Comunidades Bentônicas – de incidência direta, imediato e provável, foi avaliado como de média magnitude, visto que apesar dos impactos estarem restritos à área de perfuração e seu entorno, e não serem esperadas alterações na estrutura das comunidades, a perda de organismos é certa. A importância foi classificada como grande, levando-se em conta (i) a alta sensibilidade do fator ambiental afetado; (ii) as três naturezas nas quais a comunidade bentônica poderá ser afetada (impacto físico, químico e bioquímico), sendo que as três podem ocorrer simultaneamente; e que (iii) a recolonização que poderá ocorrer na área afetada poderá ser feita por outras espécies que não as afetadas.

- IMP 7 - Variação da Biodiversidade decorrente da Bioincrustação da Unidade de Perfuração - embora considerado improvável e de pequena magnitude, foi avaliado como de grande importância devido às características inerentes ao impacto que estão vinculadas à variação da biodiversidade.

- IMP 11 – Interferência na pesca - em função da implantação da zona de segurança da unidade de perfuração - de incidência direta e abrangência regional, foi avaliado como de pequena magnitude, levando-se em conta o tamanho reduzido da área de segurança, contudo de grande importância devido a possibilidade de interferência em uma atividade vinculada ao sustento de famílias.

Destaca-se que os demais impactos relativos aos compartimentos físico e biótico são irrelevantes, devido ao afastamento da atividade da costa (aproximadamente 60 - 80 km), à altura da lâmina d'água local (cerca de 1400 - 2400 m) e à grande capacidade de dispersão das águas oceânicas. A maioria dos impactos terá curto tempo de duração, será reversível e com efeitos pontuais. É importante ressaltar também que a simulação realizada para dispersão de cascalho / fluido, considerado um dos efluentes gerados na atividade de perfuração com maior potencial de geração de impactos sobre os meios físico e biótico, indicou que a área mais fortemente afetada pelo descarte, no que diz respeito à deposição de sedimentos no fundo e à dispersão na coluna d'água, é bastante restrita, e limitada ao entorno dos poços, daí a maioria dos impactos relacionados serem de pequena magnitude.

Deve-se ressaltar que todos os impactos passíveis de ocorrência na operação normal do empreendimento serão monitorados e/ou mitigados através dos projetos ambientais que serão implantados. Estes se encontram detalhados no item II.9.

Quadro II.6.3-1 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental da Etapa de Operação

Impactos Ambientais	Fase	ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS																		Magnitude	Importância
		Sentido		Forma de Incidência		Tempo de Incidência			Tempo de Permanência			Reversibilidade		Probabilidade de Ocorrência		Distributividade					
		positivo	negativo	direta	indireta	imedato	médio prazo	longo prazo	temporário	permanente	cíclico	reversível	irreversível	improvável	provável	local	regional	estratégico			
IMP 1 - Variação da Qualidade das Águas	P; O; D		x	x		x			x			x			x	x				P	P
IMP 2 - Variação da Qualidade do Ar	P; O; D		x	x		x			x			x			x	x				P	P
IMP 3 - Variação na Qualidade dos Sedimentos	O		x	x		x			x			x			x	x				M	P
IMP 4 - Interferência com as Comunidades Planctônicas	P; O; D		x		x	x			x			x			x	x				P	P
IMP 5 - Interferência com as Comunidades Nectônicas	P; O; D		x	x		x			x			x			x	x				P	G
IMP 6 - Interferência nas Comunidades Bentônicas	O		x	x		x			x			x			x	x				M	G
IMP 7 - Variação da Biodiversidade Decorrente da Bioincrustação	O		x		x			x		x			x	x			x			P	G
IMP 8 - Interferência no Tráfego Terrestre, Marinho e Aéreo	P; O; D		x	x		x			x			x			x		x			P	P
IMP 9 - Variação da Arrecadação Tributária	P; O	x			x	x			x			x			x		x			P	M
IMP 10 - Pressão sobre a Demanda por Serviços de Disposição de Resíduos	O; D		x	x		x			x			x		x			x			P	P
IMP 11 - Interferência na Pesca	P; O		x	x		x			x			x			x		x			P	G

OBS: Fase - Posicionamento - P; Operação (Perfuração) - O; Desativação - D.
Magnitude e Importância - Pequena - P; Média - M; Grande - G

II.6.3.2 - Ocorrência de Acidentes

Os ambientes verificados na área de influência da atividade incluem o ambiente marinho da plataforma e zonas costeiras. No caso de ocorrência de acidentes, os maiores impactos estariam relacionados ao vazamento de óleo.

Em caso de acidentes com vazamento de óleo, os impactos previstos como de maior relevância são decorrentes de um *blowout*, devido à grande quantidade de óleo cru derramada no mar, com conseqüências diretas sobre a qualidade das águas, indiretas sobre a qualidade do ar e dos sedimentos, e interferências na biota marinha, ecossistemas litorâneos, atividades pesqueiras e turísticas e, na infra-estrutura portuária e de disposição de resíduos. O risco de incêndios e explosões decorrentes de um vazamento de óleo incontrolável, ainda que improvável, também tem grande importância visto que afetará diretamente vidas humanas.

É importante ressaltar, que no caso de acidentes com vazamento de óleo, em condições críticas de vento e correntes, existe a probabilidade da dispersão ocorrer em direção aos ecossistemas sensíveis costeiros. Segundo as modelagens realizadas, no cenário de verão, observou-se possibilidade do óleo atingir a costa desde Beberibe, até Trairi, ambos no Estado do Ceará, considerando todas as faixas de probabilidade. Considerando uma probabilidade de toque superior a 10%, bastante razoável, visto a improbabilidade de um evento de *blowout* e os demais critérios bastante conservativos utilizados na modelagem, municípios passíveis de serem atingidos são aqueles localizados no trecho que se estende entre Caucaia e Beberibe (CE). No cenário de inverno, o óleo pode atingir a costa desde o município de Luis Correia, no Piauí, até Beberibe, no Ceará. Contudo, considerando uma probabilidade de toque superior a 10% os municípios passíveis de serem atingidos são aqueles localizados no trecho que se estende entre Acaraú e Cascavel (CE). Em ambos os cenários, verão e inverno, segundo a modelagem determinística, o toque ocorre após 36 horas do início do vazamento na costa do município de Beberibe – CE.

Considerando a localização do empreendimento, e as características hidrodinâmicas da área de intervenção, verifica-se que havendo um vazamento de óleo existe a probabilidade, mesmo que remota, de degradação dos

ecossistemas costeiros da área de influência, que incluem estuários, manguezais, recifes de corais e praias, com provável contaminação e morte de aves marinhas, organismos planctônicos e organismos bentônicos das regiões inter-marés. Espera-se, também, o afugentamento temporário da fauna nectônica e a contaminação de organismos.

O afugentamento de peixes, bem como a contaminação por óleo, pode levar a interferências na pesca. Por outro lado, o deslocamento da mancha de óleo poderá causar interferência nas rotas de navegação de cabotagem/turística e das atividades de pesca, que tentarão evitar o cruzamento da área da mancha de óleo, e devido às ações de contingência. Espera-se que ocorra uma pressão adicional sobre a infra-estrutura portuária e de disposição de resíduos.

O deslocamento da mancha em direção a linha de costa levará, também, a interferência no turismo litorâneo. Ainda que a mancha não alcance as praias, a simples divulgação da existência de acidente com vazamento na região implicará na redução do afluxo de turistas, impactando as arrecadações vinculadas ao comércio e à prestação de serviços associados a esta atividade.

Concluindo, no caso de vazamentos de óleo atingirem a região costeira, os recifes de corais da área de influência e os ecossistemas costeiros como manguezais e praias poderão ser afetados, não se podendo prever o tempo para recuperação dos mesmos. Os prejuízos se estenderão à fauna associada, com reflexo sobre as atividades produtivas litorâneas – pesca e turismo. Ressalta-se a possibilidade de serem atingidas as unidades de conservação costeiras.

Vale mencionar que geralmente os óleos são pouco disponíveis e as concentrações na coluna d'água se dispersam rapidamente. As concentrações de óleo na coluna d'água e o grau de exposição dos organismos marinhos dependerão das propriedades do óleo e de variáveis ambientais.

O Quadro II.6.3-2 constitui a matriz de avaliação de impacto ambiental para o cenário acidental. Neste cenário, destacam-se com grande magnitude e importância, os seguintes impactos: IMP 1 - Variação da Qualidade das Águas; IMP 4 - Interferência na Biota Marinha; IMP 5 – Interferência nas Praias; IMP 6 - Interferência nos Manguezais, IMP 7 – Interferência nos Recifes de Corais; IMP 8 - Interferência na Pesca; IMP 10 – Interferência com o Turismo Litorâneo; e IMP 12 – Pressão Adicional sobre a Infra-estrutura de Disposição Final de Resíduos.

Vale ressaltar que grandes vazamentos de óleo não são esperados, visto terem probabilidade muito pequena de ocorrência, conforme explicitado na Análise de Riscos (item II.7) – os volumes de óleo (cru ou diesel) envolvidos em caso de vazamento tendem a ser pequenos.

A modelagem de óleo foi efetuada considerando-se 30 dias de vazamento contínuo, em situações críticas de vento e correntes, e sem a tomada de providências, situação essa bastante conservadora e de difícil ocorrência. É importante mencionar que, no caso de acidentes, serão tomadas todas as medidas necessárias para a mitigação dos impactos passíveis de ocorrência.

A mitigação dos impactos decorrentes de acidentes deve ser norteada a impedir a dispersão da mancha de óleo, para que esta não atinja a região costeira, através da implantação de um eficiente plano de emergência. Os impactos poderão ser minimizados, também, através do cumprimento de padrões, treinamento adequado e plano de contingência.

Quadro II.6.3-2 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental - Cenário Acidental

Impactos Ambientais	ATRIBUTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS													Magnitude	Importância		
	Sentido		Forma de Incidência		Tempo de Incidência		Tempo de Permanência		Reversibilidade		Probabilidade de Ocorrência		Distributividade				
	positivo	negativo	direta	indireta	imediate	retardado	temporário	Permanente/ média-longa duração	reversível	irreversível	improvável	provável	local			regional	cíclico
IMP 1 - Variação da Qualidade das Águas		X	X		X			X	X		X		X			G	G
IMP 2 - Variação da Qualidade do Ar		X		X		X		X	X		X		X			M	G
IMP 3 - Variação da Qualidade dos Sedimentos		X		X		X		X	X		X		X			M	G
IMP 4 - Interferência com a Biota Marinha		X	X		X			X	X		X		X			G	G
IMP 5 - Interferência com as Praias		X	X		X			X	X		X		X			G	G
IMP 6 - Interferência com os Manguezais		X	X		X			X	X		X		X			G	G
IMP 7 - Interferência com Recifes de Corais		X	X			X		X		X	X		X			G	G
IMP 8 - Interferência na Pesca		X	X		X			X	X		X		X			G	G
IMP 9 - Interferência com as Rotas de Navegação		X		X		X		X	X		X		X			G	P
IMP 10 - Interferência com o Turismo Litorâneo		X		X		X		X	X		X		X			G	G
IMP 11 - Pressão Adicional sobre a Infraestrutura Portuária		X	X		X			X	X		X		X			G	M
IMP 12 - Pressão Adicional sobre a Infraestrutura de Disposição final de Resíduos		X	X		X			X	X		X		X			G	G

OBS: Magnitude e Importância - Pequena - P; Média - M; Grande - G

II.6.3.3 - Períodos de maior sensibilidade ambiental às atividades de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17

Como forma de complementação da avaliação de impactos realizada, serão apresentadas, a seguir, períodos de maior sensibilidade ambiental ao desenvolvimento da atividade de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17.

Quadro II.6.3-3 – Períodos de maior sensibilidade ambiental ao desenvolvimento das atividades de perfuração no Blocos BM-POT-16 e 17

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
PERÍODO PREVISTO PARA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE - 1o Poço - Ararazul - 2011												
PERÍODO PREVISTO PARA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE - 2o Poço - Cajá - 2012												
PERÍODO PREVISTO PARA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE - 3o Poço - Pitu - 2012												
PERÍODO PREVISTO PARA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE - 4o Poço - Papagaio - 2012-13												
CIRCULAÇÃO DE BALEIAS - JUBARTE (1)												
DESOVA DE QUELÔNIOS (2)												
DEFESO DA LAGOSTA - no mar territorial brasileiro e na ZEE brasileira (3)												
DEFESO DO PARGO - entre o limite norte do AP até a divisa de AL e SE (4)												

(1) Projeto Baleia Jubarte / Projeto Mama
 (2) Projeto TAMAR
 (3) Portaria INIBAMA 206/08
 (4) Portaria INMMA 007/04

O período previsto para o desenvolvimento da atividade, considerando a perfuração de quatro poços, se sobrepõe a períodos de sensibilidade ambiental conforme o Quadro II.6.3-3. Contudo, conforme explicitado a seguir, as interferências da atividade sobre estes fatores ambientais não são relevantes a ponto de provocar alteração na data de implantação e desenvolvimento da atividade.

Com relação às baleias, está previsto um período de sobreposição da atividade de perfuração com o período de migração que tem duração de 5 - 6 meses. Contudo, conforme já verificado, não são esperados impactos expressivos decorrentes do desenvolvimento das atividades de perfuração. Na presença de ruídos e de outros agentes estressores, esses animais costumam apresentar como reação, o afastamento da área perturbada sem a alterar a rota de migração. Em caso de acidente por derramamento de óleo no mar, as espécies podem ser afetadas diretamente durante sua migração. No entanto, são raros os efeitos de vazamentos de óleo sobre esse grupo, já que estes animais conseguem se distanciar com facilidade de possíveis obstáculos.

Ainda com relação aos mamíferos marinhos, cabe ressaltar que o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus manatus*), tido como “criticamente em perigo” na lista de espécies ameaçadas do IBAMA, habita as águas rasas de estuários e manguezais. Ocorre principalmente próximo a costa, no interior das baías, estando pouco sujeito a sofrer interferência das atividades de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17, em situação de operação normal.

A desova de tartarugas, tanto quanto a reprodução e recrutamento da lagosta e do pargo, são atividades voltadas, principalmente, para a região litorânea e, portanto, pouco sujeitas a sofrerem influências das atividades normais de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17, situadas a cerca de 60 - 80 km da costa. Com relação aos ruídos gerados pela atividade, no caso do trânsito de tartarugas marinhas, espera-se um afastamento do ponto gerador. No caso de acidentes com vazamento de óleo no mar, as tartarugas tendem a se afastar da mancha. Impactos expressivos poderão ocorrer caso o óleo atinja a região costeira.

Deve-se ressaltar que, devido ao curto tempo de desenvolvimento da atividade, e à localização pontual, os efeitos negativos sobre a biota, estarão restritos, principalmente, às comunidades presentes na área de entorno dos poços. Os impactos, caso ocorram, serão temporários e reversíveis, visto que as condições naturais serão restabelecidas com a desativação da atividade.

Concluindo, não se considera que as restrições ambientais levantadas sejam impeditivas ao desenvolvimento das atividades de perfuração nos períodos previstos.

II.6.4 – Considerações Finais

As atividades de perfuração nos Blocos BM-POT-16 e 17 em situação de operação normal não provocarão impactos na região costeira, onde estão situadas as áreas urbanas e ecossistemas de relevância ecológica. Esses poderão ocorrer no caso de acidentes com derramamento de óleo, situação considerada bastante improvável.

Não há impedimentos relevantes ao desenvolvimento das atividades de perfuração no período previsto. Os impactos identificados são em sua maioria de pequena magnitude, temporários e localizados, não trazendo prejuízos significativos às comunidades aquáticas nem ao meio ambiente da região estudada.

Apesar dos impactos avaliados serem considerados pouco relevantes, a presença de outros empreendimentos da mesma categoria, na área de influência da atividade em foco, contribuirá para aumentar os riscos de danos ambientais na região – Bacia Potiguar, através do somatório dos impactos previstos e do aumento da probabilidade de riscos de acidentes.

Atualmente, estão em fase de perfuração / avaliação 06 blocos marítimos - POT-T-480, BM-POT-11, BT-POT-9, POT-T-700, RFQ, e BM-POT-13, todos da Petrobras - e em atividade de desenvolvimento e produção 15 campos – Agulha, Arabaiana, Aratum, Biquara, Cioba, Dentão, Guaiuba, Guajá, Macau, Oeste de Ubarana, Pescada, Salema Branca, Serra, Siri, e Ubarana. (BDEP/ANP, 2010).

Salienta-se que todos os impactos passíveis de ocorrência tanto na operação normal do empreendimento, como em caso de acidentes, serão monitorados e/ou mitigados através dos projetos ambientais que serão implantados, e do Plano de Emergência Individual (item II.8). Os projetos ambientais encontram-se detalhados no item II.9.