

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

A análise da vulnerabilidade ambiental da Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão, foi baseada nos resultados apresentados no Relatório de Modelagem de Dispersão de Óleo para o Bloco BM-PAMA-17, apresentado no Anexo 3. Cabe ressaltar que nenhuma das simulações realizadas leva em conta ações provenientes de Planos de Contingência e Planos de Ações Emergenciais.

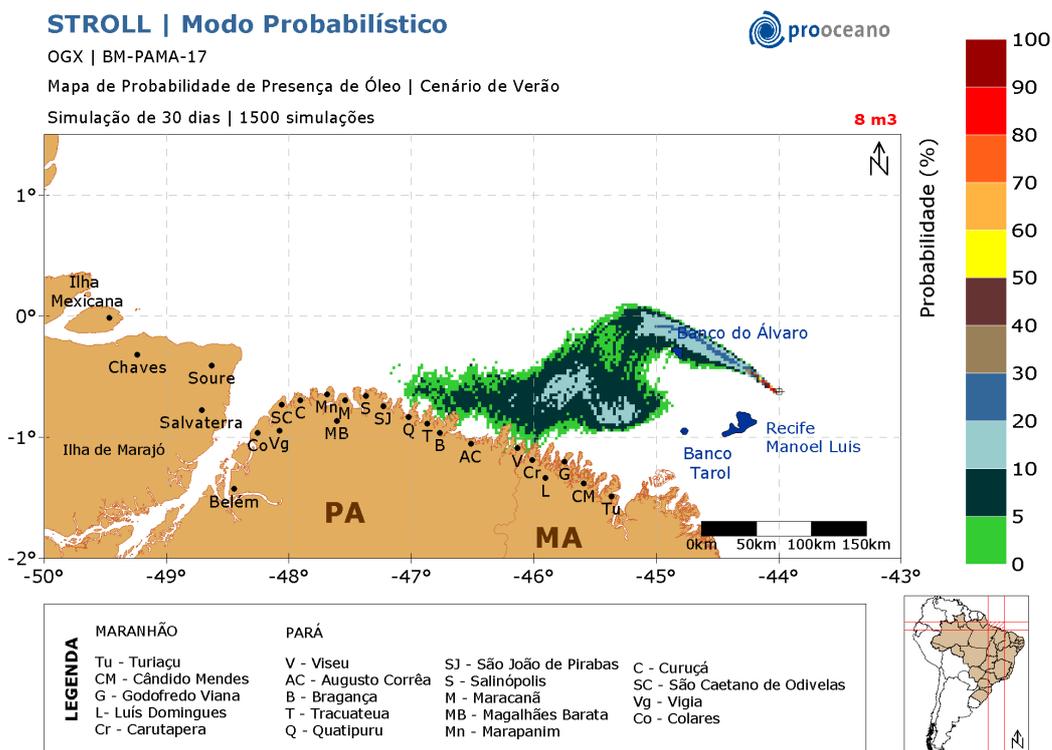
As simulações de dispersão consideraram características de óleo leve (42,5º API) que ocorre nas formações e que serão avaliadas durante a Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

A avaliação da vulnerabilidade é realizada com base nas seguintes informações: (i) resultados obtidos a partir das simulações de um potencial derramamento de óleo oriundo de uma perda de controle de poço, modelado por 30 dias e sem nenhuma ação de contenção e; (ii) sensibilidade ambiental da área possivelmente afetada pelo potencial derramamento, avaliação baseada e em conformidade com os fatores ambientais preconizados pela Resolução CONAMA n° 398, de 11 de junho de 2008.

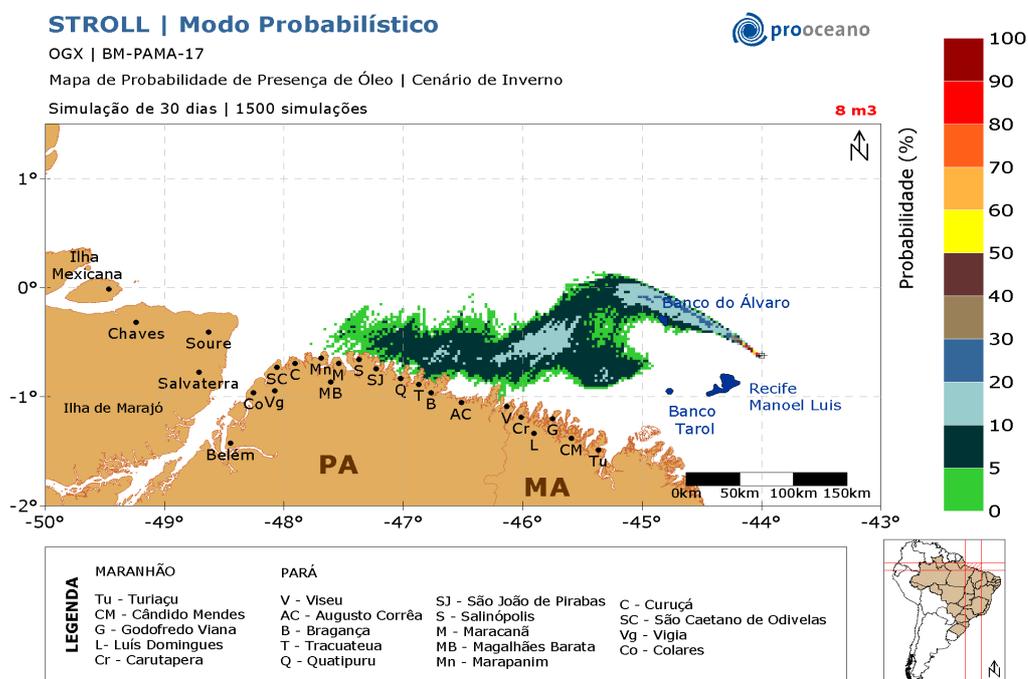
Neste contexto, buscou-se avaliar áreas que apresentam as seguintes características: (1) pontos de captação de água; (2) presença de concentrações humanas; (3) rotas de transporte marítimo; (4) áreas de importância socioeconômica; (5) áreas ecologicamente sensíveis; (6) comunidades biológicas; e (7) presença de Unidades de Conservação, Terras Indígenas, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais.

A avaliação da vulnerabilidade considerou três cenários de acidentes com derramamento de óleo, utilizando-se volumes de 8 m³, 200 m³ e pior caso, por *blowout* (9.900 m³), conjugando os resultados das duas locações modeladas, tanto para o verão quanto para o inverno.

Conforme pode ser observado nos Mapas 1 e 2 a seguir, todos os acidentes modelados, com derramamento de 8 m³ (1.500 simulações para cada período, verão e inverno), não chegam a atingir os ecossistemas costeiros e se restringem à área oceânica à noroeste do poço.



Mapa 1. Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para vazamento de 8 m³, no cenário de verão para o Bloco BM-PAMA-17. Fonte: Proceano (2009).



Mapa 2. Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para vazamento de 8 m³, no cenário de inverno para o Bloco BM-PAMA-17. Fonte: Proceano (2009).

O Quadro 1 mostra a probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um derrame de 8 m³, nos cenários de verão e inverno.

Quadro 1. Probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada nos cenários de verão e inverno para um derrame de 8 m³.

	MUNICÍPIOS	Probabilidade de Presença (%)		Tempo Mínimo (h)	
		VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO
PA	Marapanim	-	5-0	-	400-500
	Magalhães Barata	-	-	-	-
	Maracanã	-	-	-	-
	Salinópolis	-	5-0	-	300-400
	São João de Pirabas	-	10-5	-	300-400
	Quatipuru	5-0	10-5	300-400	300-400
	Tracuateua	5-0	10-5	300-400	300-400
	Bragança	10-5	10-5	200-300	200-300
	Augusto Corrêa	-	-	-	-
	Viseu	10-5	5-0	100-200	100-200
MA	Carutapera	10-5	-	100-200	-
Áreas Sensíveis	Banco do Álvaro	10-5	20-10	36-60	12-36
	Recife Manoel Luis	-	-	-	-
	Banco Tarol	-	-	-	-

Fonte: Prooceano (2009).

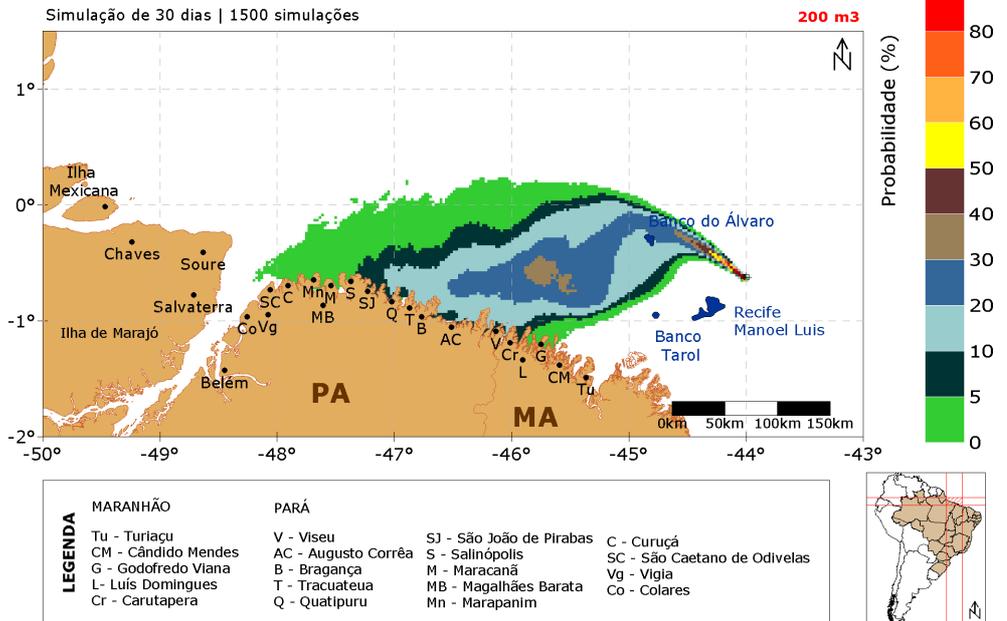
Para um derramamento de 200 m³ em cenário de verão, observa-se no Mapa 3 que a área provavelmente afetada é aquela localizada a oeste do poço. O óleo pode atingir desde Curuçá, no Estado do Pará, até Godofredo Viana, no Estado do Maranhão. A mais alta probabilidade registrada, entre 20-10%, ocorreu em alguns municípios do Pará e na divisa com o Maranhão (Quadro 2). Já para o cenário de inverno, há probabilidade de presença de óleo nos municípios da Ilha de Marajó (PA), abrangendo uma área que pode se estender desde Soure, no Estado do Pará, até Carutapera, no Estado do Maranhão, como pode ser observado no Mapa 4.

STROLL | Modo Probabilístico

OGX | BM-PAMA-17

Mapa de Probabilidade de Presença de Óleo | Cenário de Verão

Simulação de 30 dias | 1500 simulações



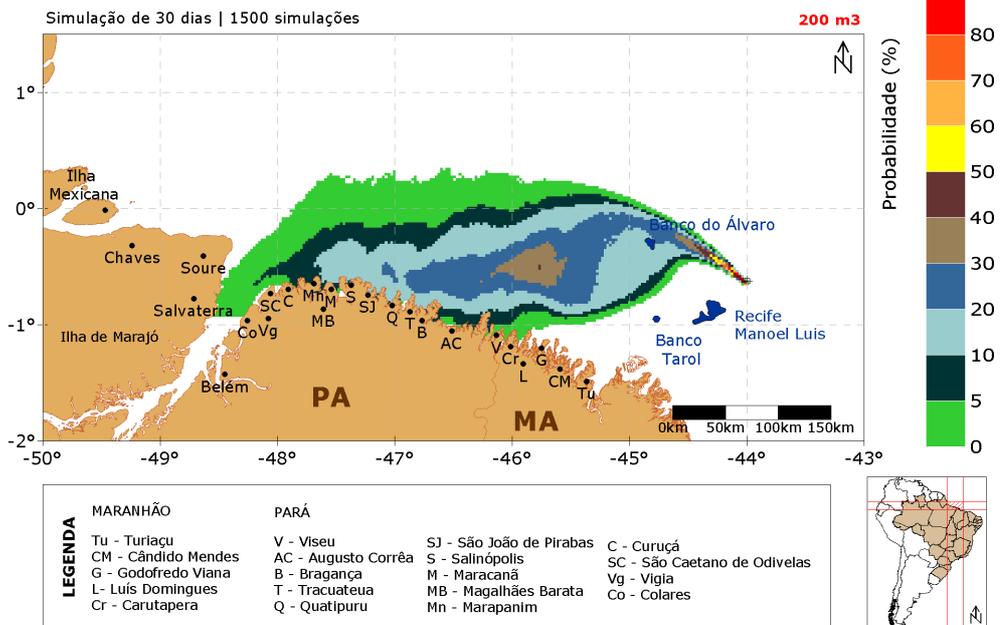
Mapa 3. Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para vazamento de 200 m³, no cenário de verão para o Bloco BM-PAMA-17. Fonte: Proceano (2009).

STROLL | Modo Probabilístico

OGX | BM-PAMA-17

Mapa de Probabilidade de Presença de Óleo | Cenário de Inverno

Simulação de 30 dias | 1500 simulações



Mapa 4. Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para vazamento de 200 m³, no cenário de inverno para o Bloco BM-PAMA-17. Fonte: Proceano (2009).

O Quadro 2 apresenta as classes de probabilidade e tempo mínimo de chegada do óleo em cada município com possibilidade de ser atingido pelo óleo em um derrame de 200m³, tanto para o cenário de verão quanto o cenário de inverno.

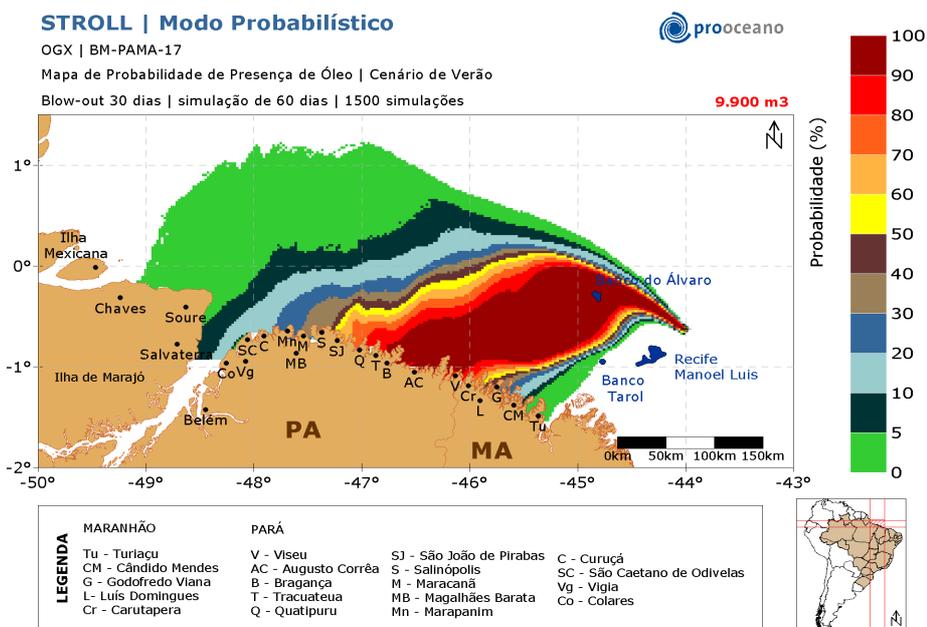
Quadro 2. Probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um derrame de 200 m³, nos cenários de verão e inverno.

	MUNICÍPIOS	Probabilidade de Presença (%)		Tempo Mínimo (h)	
		VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO
PARÁ	Soure	-	5-0	-	400-500
	Salvaterra	-	5-0	-	400-500
	Colares	-	5-0	-	400-500
	Vigia	-	-	-	-
	São Caetano de Odivelas	-	5-0	-	400-500
	Curuçá	5-0	10-5	500-600	300-400
	Marapanim	5-0	20-10	400-500	300-400
	Magalhães Barata	5-0	10-5	400-500	300-400
	Maracanã	5-0	20-10	400-500	300-400
	Salinópolis	10-5	20-10	300-400	300-400
	São João de Pirabas	10-5	20-10	300-400	300-400
	Quatipuru	20-10	20-10	300-400	300-400
	Tracuateua	20-10	20-10	200-300	200-300
	Bragança	20-10	20-10	200-300	200-300
	Augusto Corrêa	20-10	10-5	200-300	200-300
Viseu	20-10	20-10	100-200	100-200	
MA	Carutapera	20-10	5-0	100-200	100-200
	Luís Domingues	5-0	-	100-200	-
	Godofredo Viana	5-0	-	100-200	-
Áreas Sensíveis	Banco do Álvaro	30-20	30-20	12-36	12-36
	Recife Manoel Luis	-	-	-	-
	Banco Tarol	-	-	-	-

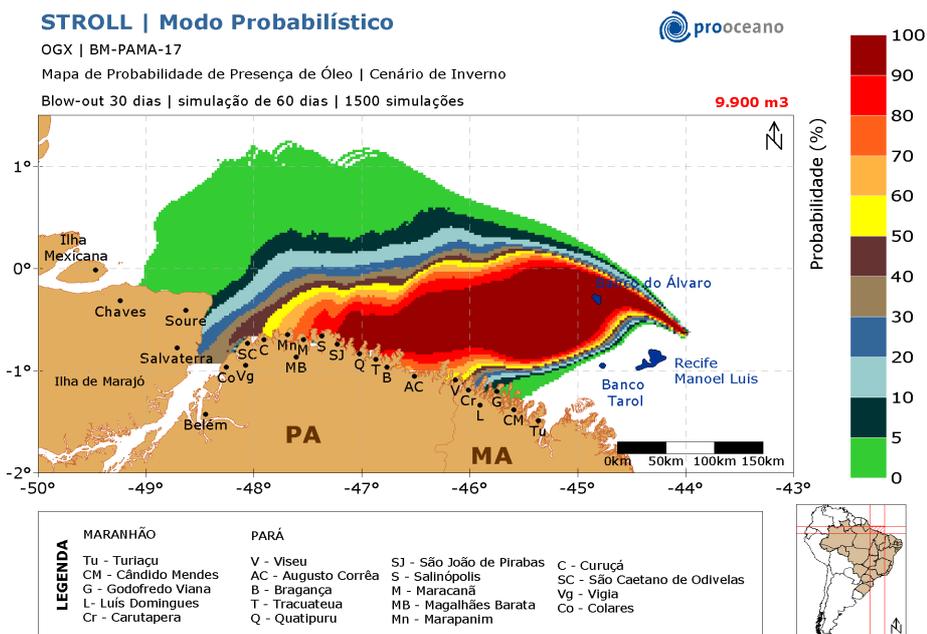
Fonte: Prooceano (2009).

Para uma situação de *blowout* (9.900 m³) em cenário de verão, é observada presença de óleo também preferencialmente a oeste do poço. O óleo pode atingir desde Turiaçu, no Estado do Maranhão, até Chaves, no Estado do Pará. A região que tem probabilidade de presença de óleo 100-90% encontra-se entre Bragança e Viseu – PA. A região do Banco do Álvaro pode ser

atingida pelo óleo com 100-90% de probabilidade, enquanto a do Banco do Tarol tem de 5-0% de probabilidade de ser atingida (Mapa 5). Ressalta-se que a estrutura do Banco do Álvaro não aflora em superfície. Desta forma, a modelagem prevê apenas presença do óleo na região onde está localizado o Banco.



Mapa 5. Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para um vazamento contínuo durante 30 dias no cenário de verão para o Bloco BM-PAMA-17. Fonte: Prooceano (2009).



Mapa 6. Mapa de Probabilidade de presença de óleo, para um vazamento contínuo durante 30 dias no cenário de inverno para o Bloco BM-PAMA-17. Fonte: Proceano (2009).

Assim como para o cenário de verão, um *blowout* no cenário de inverno haveria probabilidade de presença de óleo preferencialmente a oeste do poço. A extensão de costa com probabilidade de presença de óleo seria menor, abrangendo desde Chaves (PA) à Cândido Mendes (MA). Os municípios entre São João de Pirabas e Bragança apresentaram a maior probabilidade de toque (100-90%).

O Quadro 3 apresenta os volumes máximos, as classes de probabilidade e tempo mínimo de chegada de óleo para cada município com possibilidade de ser atingido em um evento de *blowout*.

Quadro 3. Volume máximo, probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um evento de *blowout*, nos cenários de verão e inverno. (continua...)

	MUNICÍPIOS	Volume máximo (m3)		Probabilidade de Presença (%)		Tempo Mínimo (h)	
		VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO
PARÁ	Chaves	24,881	28,336	5 - 0	5 - 0	720 - 900	720 - 900
	Soure	53,217	321,38	10-5	30-20	500-600	500 - 600
	Salvaterra	412,61	692,51	10-5	40-30	500-600	500 - 600
	Colares	201,12	284,06	20 - 10	40 - 30	600 - 720	500 - 600
	Vigia	33,865	49,761	10 - 5	30 - 20	600 - 720	600 - 720
	São Caetano de Odivelas	892,24	158,27	20 - 10	50 - 40	500 - 600	500 - 600
	Curuçá	394,64	825,89	30-20	70 - 60	400-500	300 - 400
	Marapanim	289,58	476,19	30 - 20	80 - 70	400 - 500	300 - 400
	Magalhães Barata	264,01	253,65	40-30	80 - 70	400-500	300 - 400
	Maracanã	242,59	341,42	40 - 30	90 - 80	400 - 500	300 - 400
	Salinópolis	319,3	379,43	60 - 50	90 - 80	400 - 500	300 - 400
	São João de Pirabas	345,57	320	80 - 70	100 - 90	300 - 400	300 - 400
	Quatipuru	345,57	249,5	90 - 80	100 - 90	300 - 400	200 - 300
	Tracuateua	326,91	580,54	90 - 80	100 - 90	300 - 400	200 - 300
	Bragança	232,22	230,84	100 - 90	100 - 90	200 - 300	200 - 300
Augusto Corrêa	242,59	239,13	100 - 90	80 - 70	200 - 300	200 - 300	
Viseu	528,02	337,27	100 - 90	90 - 80	100 - 200	100 - 200	
MARANHÃO	Carutapera	436,1	322,07	90 - 80	60 - 50	100 - 200	100 - 200
	Luís Domingues	192,13	86,392	60 - 50	20 - 10	100 - 200	100 - 200
	Godofredo Viana	80,862	55,291	50 - 40	10 - 5	100 - 200	100 - 200
	Cândido Mendes	107,13	51,835	30 - 20	5 - 0	100 - 200	200 - 300
	Turiaçu	71,187	-	5 - 0	-	100 - 200	-
as Sen siva	Banco do Álvaro	-	-	100 - 90	100 - 90	36-60	12-36

Recife Manoel Luis	-	-	-	-	-	-
Banco Tarol	-	-	5 - 0	-	60-100	-

Fonte: Prooceano (2009).

As simulações de um evento de pior caso para o Bloco BM-PAMA-17, nos cenários de verão e inverno, indicam que apenas os municípios de Chaves, no Pará, e Turiaçu, no Maranhão, apresentam baixa probabilidade de serem tocados pelo óleo (< 5%), tanto para o cenário de verão quanto para o cenário de inverno, com o tempo de toque ocorrendo num intervalo de mais de 720 horas para Chaves e entre 100 e 200 horas para Turiaçu.

Considerando apenas o cenário de verão, os municípios com probabilidade de serem afetados pelo óleo superior a 70% são: São João de Pirabas, Quatipuru, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa, Viseu, no estado do Pará, e Carutapera, no estado do Maranhão. Cabe ressaltar que o tempo mínimo de toque na costa é acima 100 horas (Quadro 3).

Já para o cenário de inverno, os municípios Curuçá, Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, São João de Pirabas, Quatipuru, Tracuateua e Bragança, Augusto Corrêa, e Viseu, todos no Pará, poderiam ser afetados com probabilidade de toque na costa maior que 70%. Os resultados das simulações para o cenário de inverno, indicam que não haveria toque na costa num tempo inferior a 100 horas (Quadro 3).

Os Mapas de Vulnerabilidade Ambiental (Anexo 2 do Plano De Emergência Individual) identificam as características consideradas na análise de vulnerabilidade ambiental das áreas passíveis de serem atingidas pelo óleo derramado.

A delimitação da área afetada pelo acidente modelado foi estabelecida de acordo com os limites conjugados das plumas de verão e inverno dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17. Essa área englobou todos os locais passíveis de serem atingidos em caso de acidente durante as atividades de perfuração marítima desta atividade, considerando um vazamento ao longo de 30 dias, com o máximo de vazão, sem acionamento de qualquer medida de contingência.

Segundo critérios estabelecidos pela *South Pacific Applied Geoscience Commission* (Kaly *et al.*, 1999), que sumariza o Índice de Vulnerabilidade Ambiental de perfis ambientais sensíveis a alterações em função de ação antropogênica, de eventos naturais ou astronômicos, é recomendável avaliar a probabilidade de interferência em determinado fator ambiental em sete escalas. Estas escalas consideram uma quantidade razoável de adaptações de avaliação entre os valores possíveis da causa de interferência. Desta maneira, podem ser elaboradas respostas binárias (“sim” ou “não”) para cada um dos questionamentos que a Comissão apresenta. Os limites de um a sete variam de menor (1) à maior (7) interferência possível, com variáveis intermediárias de significativamente menor (2) ou maior (6) que a média e levemente menor (3) ou

maior (5) que a média. No entanto, segundo o próprio documento, esta consideração de escalas também permite a aproximação de um intervalo central, na qual pode-se obter os conceitos bem conhecidos de média, máximo (alto) e mínimo (baixo), utilizados para ancorar as respostas a um dado não numérico.

Cabe ainda ressaltar que a vulnerabilidade de determinado fator é definida em função da potencialidade deste fator responder adversamente à ocorrência de um evento impactante, avaliando-se sua sensibilidade (características intrínsecas do fator que tornam necessária sua conservação ou preservação) e o grau de ocorrência do evento (1 a 7, ou baixa, média e alta, ou ainda, qualquer outra definição de intervalos de escala que exprima variabilidade de graus).

Em estudos que avaliam os impactos ambientais de atividades antrópicas, a sensibilidade do fator é definida como alta, média e baixa, utilizando-se dados de literatura nacional e internacional.

No caso de uma atividade de exploração de petróleo, consideram-se os intervalos de probabilidade (de 0 a 100%) de toque da pluma de pior caso em determinado ecossistema ou recurso (fator). Desta forma, para esta análise adotou-se a metodologia simples e estabelecida de escalonar os limites em três intervalos: baixo, médio e alto, adotando-se, para isso, os intervalos de 0 a 30%, 30 a 70% e 70 a 100%, conforme apresentado no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4. Critérios para a avaliação da vulnerabilidade ambiental.

		PROBABILIDADE		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (> 70%)
SENSIBILIDADE	Baixa	Baixa	Baixa	Média
	Média	Baixa	Média	Alta
	Alta	Média	Alta	Alta

Pode-se, então, concluir que, de modo geral, a alta probabilidade de alcance de óleo incidindo sobre um fator ambiental de alta sensibilidade apresenta alta vulnerabilidade. O balanço entre alta probabilidade e baixa sensibilidade, ou o contrário (alta sensibilidade e baixa probabilidade), indica média vulnerabilidade. Finalmente, baixa e média probabilidades de alcance incidindo sobre fatores ambientais de baixa sensibilidade significam baixa vulnerabilidade.

1 – Pontos de Captação de Água

Não foram observados pontos de captação de água na região costeira confrontante à área passível de ser afetada em caso de derramamento de óleo nos blocos BM-PAMA 16 e BM-PAMA-17.

2 - Presença de Concentrações Humanas

Desde o primeiro instante de um derramamento do óleo, começa a se formar uma pluma de vapor de hidrocarbonetos (*smog*), que atinge sua concentração máxima somente após o final do incidente, quando todo o óleo já se encontra exposto ao tempo. O *smog* é o resultado da interação da luz com os constituintes da atmosfera. Há inúmeras espécies de oxidantes nesta pluma.

Os efeitos característicos da pluma de *smog* sobre os seres humanos são: irritação da garganta e dos olhos, sensação de odores e redução da visibilidade, podendo causar, ainda, danos aos vegetais e animais (Wark *et al.*, 1998). Os efeitos da pluma de *smog* sobre a saúde humana podem ser amplos, visto que há formação de partículas finas, inaláveis, de ácidos (como o ácido sulfúrico e o ácido nítrico) e formação de ozônio, assim como de dióxido de nitrogênio, o qual, ao sofrer fotodissociação e em combinação com os VOC's e o ozônio, cria condições para a geração de uma grande variedade de poluentes. Alguns deles, como o radical nitrato, os nitroarenos e os nitrosaminos, podem causar mutações biológicas (Arya, 1999).

Assim sendo, por conta da possibilidade de formação de *smog* e de seus efeitos na saúde humana, para esta análise de vulnerabilidade, as aglomerações humanas potencialmente afetadas pelo vazamento (população residente na porção do litoral atingida pela pluma) foram classificadas, para fins desta análise, como um fator ambiental de alta sensibilidade.

Em função das Atividades de E&P, atualmente existem 16 poços possíveis de entrar em atividade a qualquer momento na Bacia do Pará-Maranhão. Estas atividades ocorrem de maneira intermitente, de acordo com os planejamentos de exploração das empresas petrolíferas, não sendo possível, portanto, plotar a sua posição, em mapa, em nenhum momento específico.

A região costeira do Pará de do Maranhão é considerada como área de alta sensibilidade ambiental. Partindo-se do pressuposto que a probabilidade de toque da mancha de óleo varia de média a alta (de 30 a 100%) nos municípios de São Caetano de Odivelas, Curuçá, Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, São João de Pirabas, Quatipuru Tracuateua, Bragança

e Viseu, no Pará, e Carutapera, Luís Domingues e Godofredo Viana, no Maranhão, a vulnerabilidade ambiental para esses municípios é considerada como alta.

Já os municípios paraenses de Chaves, Soure, Salvaterra, Vigia e os municípios maranhenses de Cândido Mendes e Turiaçu, possuem baixa probabilidade de toque da mancha de óleo (de 0 a 30%). Sendo assim, a vulnerabilidade ambiental para essa região é considerada média.

3 - Rotas de Transporte Marítimo

Importantes regiões portuárias, para as quais convergem as principais rotas de transporte marítimo na região da Bacia do Pará-Maranhão, se encontram na região potencialmente afetada por um acidente de pior caso com derramamento de óleo. Assim, o tráfego marítimo da região está relacionado às mais variadas mercadorias, destacando-se granéis sólidos e líquidos, cargas gerais, veículos, operações de apoio às atividades de petróleo, mercadorias em *containers* refrigerados, granito, produtos siderúrgicos, motores, sal, soja, trigo, pesca artesanal e industrial, entre outros. Tais atividades envolvem a circulação de embarcações de porte e tipos diversos.

Existem diversos portos na região de estudo, sendo que destes se destacam o Porto de Belém e o Porto de Itaqui, em São Luís, com movimentação de carga geral, *containers*, produtos siderúrgicos e também turismo, com movimentação de granéis (sólidos, líquidos e gás) e carga geral.

As rotas mais vulneráveis ambientalmente seriam as que ligam a base marítima de apoio e as bases da empresa de suporte à emergência aos blocos BM-PAMA 16 e BM-PAMA 17, uma vez que cruzam as áreas de maior probabilidade de toque por óleo, localizadas nas proximidades dos blocos.

Assim, no caso da ocorrência de derramamento acidental de óleo, podem-se prever interferências diretas sobre o tráfego de embarcações na região afetada pela pluma, com o deslocamento desta podendo, eventualmente, determinar alterações nas rotas de navegação. Isto, por sua vez, pode acarretar eventuais aumentos de percurso. Desta forma, a média sensibilidade deste fator, aliada à probabilidade baixa a alta de alcance de óleo, caracteriza estas rotas como de média a alta vulnerabilidade ambiental.

Cabe destacar que a infraestrutura portuária também poderia ser afetada, em decorrência das possíveis modificações de rotas de embarcações, uma vez que estas poderiam vir a demandar outros portos que não os usualmente utilizados. Esta alteração de itinerários poderia ocasionar a sobrecarga de alguns portos.

Além disso, no caso de um acidente de grandes proporções, os portos mais próximos do local do acidente poderiam vir a sofrer uma pressão adicional sobre sua infraestrutura, em decorrência do afluxo das embarcações extras que vierem a participar das operações de contenção da pluma.

4 - Áreas de Importância Socioeconômica

No caso da ocorrência de um acidente de grandes proporções, poderá haver interferências (ou ampliações em suas intensidades) com as modalidades de pesca costeira e oceânica, artesanal e industrial já que a presença da pluma de óleo pode atuar diretamente sobre os estoques pesqueiros, e assim, interferir indiretamente na realização destas atividades, caracterizadas como de alta sensibilidade ambiental.

Neste caso, as áreas mais vulneráveis seriam aquelas com maior probabilidade de alcance da pluma. Para a modalidade de pesca costeira de recursos demersais pescados com redes de emalhar de fundo e arrastos até 200 m, os resultados da simulação conferem de média a alta vulnerabilidade a faixa marítima compreendida entre os municípios de Maracanã, no Pará, e Carutapera, no Maranhão, pois muitas frotas atuam nesta região. As áreas de pesca de recursos pelágicos utilizando vara e isca-viva e de recursos demersais utilizando espinhel de fundo, concentradas entre 100 e 1.000 m, apresentam média a alta vulnerabilidade na mesma localidade, embora um número menor de municípios possua frota que atua com uso do espinhel.

A modalidade de pesca concentrada acima dos 200 m, que utiliza espinhel e redes de emalhar de superfície para a captura de recursos demersais, mostra-se como de média a alta vulnerabilidade, ao longo de toda a área afetada pela conjugação das plumas das modelagens. A vulnerabilidade ambiental desta modalidade de pesca diminuiu em direção ao mar aberto, após a isóbata de 2.000 m.

As fisionomias das áreas costeiras da área de estudo associadas às condições físicas locais resultam em exuberantes paisagens naturais, com formações geológicas moldando distintas feições de praias e demais ambientes litorâneos, as quais, por sua vez, atraem diferentes públicos e formas de turismo e lazer para a região, com destaque para os esportes náuticos. O turismo configura-se assim como outra relevante atividade fomentadora da economia local, estando o crescimento da atratividade turística nas áreas costeiras relacionado as suas características físico-biológicas específicas.

As diversidades de biomas, ecossistemas, patrimônios históricos e culturais são grandes atrativos para o turismo doméstico e internacional. O patrimônio cultural manifestado na

religiosidade, nas músicas e danças locais e nas comidas típicas mantém íntima relação com o ambiente natural, aproveitando-o como elemento inspirador e estruturador da cultura e modo de vida da população local.

Com relação às atividades turísticas, a vulnerabilidade ambiental deste setor da economia foi caracterizada como alta, em função da alta probabilidade de toque por óleo e dos impactos previstos sobre o turismo, esportes náuticos e manifestações religiosas e culturais locais. No caso da ocorrência de um derramamento acidental de óleo desta magnitude, as áreas passíveis de serem afetadas incluem todos os municípios atingidos pela pluma de óleo, que apresentam áreas de patrimônio natural de grande potencial turístico, ainda não explorado (com ilhas, praias virgens, dunas, manguezais, inúmeras espécies de aves e peixes, entre outros) e regiões turísticas tradicionais, com atrativos histórico-culturais e arqueológicos, além dos naturais, tais como Belém (PA), Soure e Salvaterra, na Ilha do Marajó (PA), São Luís e Alcântara (MA) e uma infinidade de ilhas e praias isoladas nesta parte da costa, com crescimento exponencial do turismo internacional.

5 - Áreas Ecologicamente Sensíveis

Quando o petróleo é derramado na água do mar, vários processos físicos, químicos e biológicos podem ocorrer: (i) o espalhamento, que ocorre na interface água-ar e é caracterizado pela formação de um filme superficial; (ii) a evaporação; (iii) a solubilização; (iv) a emulsificação, caracterizada pela agregação e pelo aumento do peso e volume das partículas; (v) o fracionamento mecânico e a submersão, que consistem, respectivamente, na “quebra” e no “afundamento” das partículas, devido a seu aumento de volume; (vi) a foto-oxidação, que pode transformar os hidrocarbonetos em outras substâncias (p.e. aldeídos); e (vii) a biodegradação, que consiste na degradação do petróleo por ação bacteriana.

Os efeitos do petróleo nos ecossistemas marinhos dependem de uma série de variáveis, tais como o tipo e a quantidade do óleo lançado na água e características físico-químicas e biológicas dos locais atingidos. De um modo geral, as regiões mais abrigadas tendem a reter mais petróleo do que as áreas mais abertas, que permitem uma dispersão mais rápida.

A caracterização da sensibilidade de um ecossistema contempla a classificação da costa e os recursos biológicos e socioeconômicos do local, onde os pontos considerados são: (i) persistência natural do óleo no ambiente; (ii) granulometria do substrato; (iii) grau de dificuldade para a limpeza da área; (iv) presença de espécies de animais e plantas raros e sensíveis ao óleo; e (v) existência de áreas específicas de sensibilidade ou valor relacionadas ao seu uso.

Os ecossistemas são classificados, então, de acordo com a sua sensibilidade, em uma escala crescente, variando de ambientes menos sensíveis (1) – como costões rochosos expostos - a mais sensíveis (10) – como manguezais e estuários (NOAA, 2002).

No cenário de pior caso modelado para um acidente por derramamento de óleo, os ambientes existentes na área afetada apresentam de média a alta vulnerabilidade, considerando a sua sensibilidade intrínseca e a alta probabilidade de toque do óleo nesta porção do litoral.

Assim, considerando-se uma faixa de probabilidade de toque da pluma de 0 a 70%, costões rochosos (1), praias de areia fina a média (3), restingas (3a), campos de dunas (3b) – que apresentam baixa sensibilidade – configuram-se como ecossistemas de média vulnerabilidade; praias de areia grossa (4) e quebra-mares expostos (6), que apresentam média sensibilidade, configuram-se como de alta vulnerabilidade e planícies de maré expostas e terraços de baixa-mar (7) e lagoas, áreas alagadas, manguezais e estuários (10), que são ecossistemas de alta sensibilidade, também configuram-se como de alta vulnerabilidade. Cabe ressaltar que há uma porção do litoral dos estados do Pará e do Maranhão onde a probabilidade de toque da mancha varia entre 70% e 100%. Essa região engloba os municípios de Salinópolis, São João de Pirabas, Quatipuru, Tracuateua, Augusto Correia, Viseu, e Carutapera. Levando-se em consideração que nessa região a probabilidade de toque da mancha de óleo é alta e que há uma grande diversidade de ecossistemas existentes na região, a classificação da vulnerabilidade para essa porção do litoral é considerada de média a alta, dependendo da sensibilidade do ecossistema potencialmente atingido.

6 - Comunidades Biológicas

O derramamento de óleo no ambiente pode afetar os organismos direta (contato físico e ingestão do óleo) ou indiretamente (alteração do habitat e ingestão de alimento contaminado). Ao ser derramado na água, o óleo sofre contínuos processos de intemperização que atuam na alteração da composição química, física, biológica, vias de exposição e toxicidade do produto. Esses processos são diretamente influenciados pelas condições locais como correntes, profundidade, regime de marés, energia de ondas, temperatura, intensidade luminosa e ventos. A progressão, duração e o resultado dessas transformações dependem das propriedades e composição do óleo e da interação de mecanismos físicos, químicos e biológicos (Patin, 1999).

A combinação dos processos de intemperização, a composição química do óleo e as condições ambientais resultam na transferência deste óleo para a coluna d'água (via diluição dos compostos) e para o sedimento, quando aderido a material particulado em suspensão ou por

aplicação de produtos químicos (dispersantes, emulsificadores) como forma de combate à mancha.

Além disso, a sensibilidade das comunidades biológicas para derramamentos de óleo é extremamente variável em função dos organismos e seus estágios de vida. Em geral, organismos jovens são mais sensíveis que organismos adultos (Scholz *et al.*, 2001).

Em relação à **comunidade planctônica**, para as espécies do bacterioplâncton que degradam hidrocarbonetos, costuma ocorrer um incremento em densidade das espécies carbonoclásticas. O aumento na densidade destes organismos evidencia a ocorrência de incremento na biodegradação de hidrocarbonetos na coluna d'água (Johansson *et al.*, 1980; Scholz *et al.*, 2001)

As algas unicelulares que constituem o **fitoplâncton**, em geral, podem assimilar e metabolizar tanto hidrocarbonetos saturados quanto aromáticos (Scholz *et al.*, 2001). A sensibilidade destes organismos a hidrocarbonetos também varia entre os grupos fitoplanctônicos, sendo por exemplo os organismos do nanoplâncton (2-20 μm) mais sensíveis que diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton ($> 20 \mu\text{m}$). Como o tempo de geração destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente são efêmeros (NAS, 1985).

Segundo NAS (1985), o **zooplâncton** é sensível a hidrocarbonetos e efeitos tóxicos têm sido reportados a concentrações entre $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ e $9,40 \text{ mg.L}^{-1}$. Efeitos de curta escala incluem decréscimo na biomassa (geralmente temporário), bem como redução das taxas de reprodução e alimentação. Alguns grupos como os tintinídeos podem apresentar um incremento em densidade, em resposta ao aumento do suplemento alimentar, que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (Lee *et al.*, 1987 *apud* Scholz *et al.*, 2001).

No **ictioplâncton**, composto de ovos e larvas de peixes, os efeitos tóxicos do óleo têm sido reportados para concentrações relativamente baixas de hidrocarbonetos, entre 1 ppm e 10 ppm, sendo as larvas de peixes mais sensíveis que os ovos (Kuhnhold *et al.*, 1978).

A região da costa do Pará e do Maranhão é caracterizada por uma sucessão de reentrâncias, delineando a linha de costa com uma série de microbaías e uma infinidade de estuários. Dessa maneira, o aporte de nutrientes na área é bastante significativo, fazendo com que a região possua características estuarinas bem marcantes. Sendo assim, a região apresenta maiores concentrações de organismos planctônicos, o que sugere uma alta sensibilidade ambiental na região da área de estudo.

Já em regiões nerítico-oceânicas, a alta sensibilidade pode ser minimizada pela menor concentração de organismos e alta capacidade de recuperação, principalmente nas regiões externas à plataforma continental (Bishop, 1983).

No que diz respeito às **comunidades bentônicas**, podemos atribuir à área de estudo uma alta sensibilidade ambiental devido à proximidade do Parcel Manuel Luis, onde são encontradas todas as espécies de corais registradas em outras localidades do Nordeste brasileiro, como corais-de-fogo (*Millepora*) e octocorais como o orelha-de-elefante (*Phyllogorgia dilatata*), espécie esta também registrada no Banco do Álvaro.

No que diz respeito ao potencial pesqueiro da comunidade bentônica, muitos crustáceos (camarões, lagostas e caranguejos) e moluscos são explorados comercialmente, sendo a costa Norte do Brasil um dos mais importantes bancos camaroeiros do mundo (Rocha, 2000). Em áreas estuarinas ao longo das costas dos estados do Maranhão e do Pará, espécies de bivalves dos gêneros *Mytella* (Sururu), *Anomalocardia* (Sarnambi), *Crassostrea* (Ostra), entre outras, são de grande importância econômica na região, sendo aproveitadas como recursos pesqueiros ou para consumo direto (Rojas *et al.*, 2007). De acordo com a importância econômica das espécies citadas, podemos considerar o potencial pesqueiro das comunidades bentônicas como sendo de alta sensibilidade.

Para o bentos da plataforma continental e de águas profundas, a sensibilidade também é avaliada como alta, principalmente pelo pouco conhecimento científico sobre tais comunidades. De acordo OGX/PIR2/FUGRO (2009), cabe ressaltar a presença de algumas espécies de importância econômica, como as algas calcárias presentes na área de estudo.

Tanto para a região costeira quanto para a região oceânica, a probabilidade de toque da pluma de óleo é alta. A diferença é que, em função da profundidade da coluna d'água, a comunidade bentônica só seria afetada em função do afundamento de pelotas de óleo resultantes do processo de intemperização. Assim sendo, a comunidade bentônica como um todo apresenta alta vulnerabilidade ambiental.

Em relação aos recursos pesqueiros nectônicos explorados na área de estudo, destaca-se que a região costeira e a plataforma continental marinha dos estados de Amapá, Pará e Maranhão são uma das regiões marinhas mais ricas do continente da América do Sul, com mais de 780 espécies de peixes registradas. Entre os **peixes demersais** pode-se destacar as espécies de maior valor comercial, como: Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), Serra (*Scomberomorus brasiliensis*), Pargo (*Lutjanus purpureus*), Pescada gó (*Macrodon ancylodon*), Uritinga (*Sciades proops*), Cambeua (*Notarius grandicassis*), Gurijuba (*Aspistor parkeri*), Bagre ou bagre guribu (*Sciades herzbergii*), Bandeirado (*Bagre bagre*), Cangatá (*Aspistor quadriscutis*) e Arraia bicuda (*Dasyatis guttata*). Dentre essas, algumas apresentam características de sobre-exploração ou taxas de produção muito próximas à captura máxima sustentável, como o pargo e a pescada amarela.

Considerando que a probabilidade de toque da mancha nos recursos listados é alta e, considerando também a alta sensibilidade destes recursos, este fator apresenta alta vulnerabilidade ambiental.

No que diz respeito às espécies de **quelônios**, o litoral dos estados do Pará e do Maranhão não se encontra listado entre as áreas preferenciais de desova pelo MMA (2008), que indica ainda a utilização de todo litoral brasileiro, ao menos, para alimentação, migração e repouso, pelas cinco espécies: *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Dermochelys coriacea* e *Lepidochelys olivacea*.

O MMA (2008) apresenta ainda o *status* de ameaça por espécie em cada estado, porém não inclui diversos estados, como Pará e Maranhão, o que corrobora com a classificação do MMA (2002a), que considera a faixa costeira do Amapá até a Paraíba como de importância biológica insuficientemente conhecida para quelônios.

Assim, em função da lacuna de conhecimento sobre quelônios na área de estudo, podemos considerar a sensibilidade ambiental para esses indivíduos como de média a alta. Dessa forma, a vulnerabilidade ambiental para quelônios na área de estudo pode também ser considerada de média a alta.

Com relação aos **mamíferos marinhos**, a costa dos estados do Pará e do Maranhão foi classificada como “insuficientemente conhecida” no que diz respeito a sua importância biológica. Porém, áreas específicas do litoral do Pará e do Maranhão – Foz do Rio Amazonas / Ilha de Marajó (PA), Reentrâncias Maranhenses (MA e PA) e Golfão Maranhense – foram classificadas como de importância biológica “extrema” (MMA, 2002a). Segundo MMA (2007), o litoral do Pará e do Maranhão possui dez áreas prioritárias para conservação, onde há a ocorrência de botos (*Sotalia guianensis* e *S. fluviatilis*), com prioridade variando de alta a extremamente alta.

Ainda no que se refere aos mamíferos marinhos, a área de estudo apresenta registros das duas espécies de sirênios que ocorrem no litoral brasileiro (*Trichechus manatus manatus* – peixe-boi marinho e *Trichechus inunguis* - peixe-boi amazônico) (Arraut *et al.*, 2005). O peixe-boi amazônico consta na lista de espécies ameaçadas do Estado do Pará, e sua categoria foi definida como “em perigo”. O MMA (2007) destaca 16 áreas prioritárias para o litoral do Pará e Maranhão onde há ocorrência de sirênios, com prioridade variando de alta a extremamente alta, o que confere a essas espécies uma alta sensibilidade. Levando-se em consideração que a área onde há ocorrência de sirênios na costa do Pará e do Maranhão possui probabilidade de toque da mancha nas 3 classes de probabilidade aqui abordadas (de 0-30%, de 30-70% e de 70-100%), pode-se considerar a vulnerabilidade ambiental para sirênios como de média a alta.

Os efeitos decorrentes do contato físico direto de **aves marinhas** com o óleo incluem a ingestão de óleo e recobrimento, o que acarreta perda da impermeabilidade das penas (Levinton, 1995). A ingestão de compostos do petróleo ocorre principalmente durante a tentativa de se limpar, sendo os efeitos do contato externo por óleo associados aos da ingestão. A contaminação também pode se dar indiretamente através da ingestão de outros organismos (FEMAR, 2000). Já os efeitos relacionados à inalação de compostos voláteis tóxicos como hexano e benzeno se restringem às aves que entram em contato com a mancha de óleo nas primeiras horas após o derrame (Leighton, 2000). No entanto, estudos referentes a derramamentos envolvendo danos às aves marinhas durante os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário concluem que pequenos volumes de óleo podem ocasionar, em alguns casos, a morte destes animais (Leighton, 2000; Hampton *et al.*, 2003).

O litoral do Pará e do Maranhão apresenta o registro de um total de 61 espécies de aves aquáticas, incluindo representantes migratórias, distribuídas em 8 ordens e 19 famílias. Grandes concentrações de aves são encontradas na baía do Tubarão (foz do rio Parnaíba - MA), na baía de Cumã (município de Guimarães - MA), na região do Golfão Maranhense e a baía de Turiaçu (MA) (Morrison & Ross, 1989). Outros pontos de alta concentração de aves são encontrados em Cururupu (MA), Viseu e Maracanã (PA), onde há registros de mais de 10.000 indivíduos que utilizam estas regiões como pontos de alimentação e descanso, tornando-os de alta prioridade para a conservação.

Dentre as espécies de aves encontradas na área de estudo, duas são citadas em listas oficiais de espécies ameaçadas: o guará (*Eudocimus ruber*) aparece como “ameaçada” na lista da Portaria do IBAMA n° 1522/89. Esta ave é ameaçada pela caça e pela coleta de ovos, ambos com objetivo de alimentação humana. Outra ave encontrada na região e caçada para alimentação é o maçaricão (*Numenius phaeopus*), capturado principalmente antes do início da migração para a América do Norte, pois nesta fase esta ave está no auge do acúmulo de gordura para a migração.

No geral, as aves marinhas apresentam alta sensibilidade ambiental e, no caso das aves localizadas nos sítios de reprodução, a alta probabilidade de toque por óleo caracteriza a alta vulnerabilidade ambiental deste grupo.

7 - Presença de Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Sítios Arqueológicos e Comunidades Tradicionais

Dentro da área passível de ser atingida por derramamento de óleo decorrente desta atividade, foram registradas 20 Unidades de Conservação (UCs), sendo 8 federais, 8 estaduais e

4 municipais, a maioria delas não implementadas. Em São Luís também foram identificadas 3 Áreas Legalmente Protegidas, porém não consideradas UCs pela Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). De acordo com o manejo, foram registradas 4 UCs de Proteção Integral e 16 UCs de Uso Sustentável, sendo 8 destas federais. O único que tem plano de manejo elaborado é o Parque Estadual do Bacanga. Os municípios que apresentaram maior número de UCs foram São Luís e Cururupu (MA), com 6 e 3 UCs, respectivamente. Há, na área em questão, ações para a criação de novas Unidades de Conservação, com destaque para as Reservas Extrativistas Marinhas.

É importante destacar que os blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17 estão localizados a cerca de 18 km da zona de entorno do Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luis, que contém o maior banco de corais da América do Sul. O Parque integra a Lista de Ramsar, que reúne importantes zonas úmidas em todo o mundo, as quais revelam-se armazéns naturais de diversidade biológica. Para todas estas áreas, o grau de vulnerabilidade foi considerado alto, uma vez que a probabilidade de toque de óleo é alta.

A rica biodiversidade encontrada na região costeira da área de Estudo, responsável pela criação uma gama de Unidades de Conservação, favorece também a prática da pesca industrial, artesanal e de subsistência, se constituindo como uma atividade de singular relevância para a geração de renda, sustentação dos modos de vida e garantia da segurança alimentar da população local.

A pesca se manifesta como uma importante atividade extrativista na região, intrinsecamente associada às populações tradicionais cujas práticas são exercidas com um cuidado para com a continuidade do recurso explorado. Para estas populações, o extrativismo deve ser sinônimo de sustentabilidade, de um modelo de desenvolvimento que considera os aspectos sociais, ambientais, econômicos e culturais de sua coletividade. Deste modo, atribui-se a expressão “população extrativista” a toda coletividade cuja prática do extrativismo representa importância tanto produtiva, quanto reprodutiva, uma vez que atribui elementos à identidade do grupo social que a pratica. Para a população local que utiliza a pesca como fonte de subsistência e os coletivos que utilizam seus recursos em manejos extrativistas o grau de vulnerabilidade é considerado alto, com previsão de impactos sobre a segurança alimentar, geração de renda e identidade social destas coletividades.

Além das populações extrativistas cujo elemento base de sua atividade é de origem animal, com destaque para a pesca e coleta de mariscos e crustáceos, existe extrativismo de origem mineral (areia) e vegetal e silvícola (buriti, pupunha, açaí, castanha de caju, cocos, madeiras e

outros), que junto com o extrativismo animal se revelam as mais fortes expressões extrativistas na região estudada.

Dentre as populações tradicionais (extrativistas, pescadores, ribeirinhos e outras) identificadas na área de estudo encontram-se os não étnicos (quilombolas), que após décadas utilizando-se do silêncio como forma de resguardarem-se de perseguições, estereótipos e preconceitos diversos, assumem a afirmação de sua identidade quilombola como nova forma de resistência.

Na área de estudo foram identificadas inúmeras comunidades quilombolas oficialmente reconhecidas. Cabe ressaltar que, mesmo sob sujeição de uma condição de “caboclos”, “descendentes”, os quilombolas mantiveram elementos próprios a sua cultura, destacando-os da sociedade envolvente. Neste sentido o processo de etnogênese destes grupos não está encerrado na região, ao contrário disso, está em pleno movimento devendo haver nos próximos anos considerável elevação do número de comunidades quilombolas, fato este reiterado por informações das municipalidades sobre a ampliação do reconhecimento oficial de grupos indígenas e quilombolas em suas jurisdições. Pelos impactos previstos sobre a segurança alimentar, geração de renda (no caso das extrativistas e pescadores étnicos), modos de vida e identidade social destes povos, pressupõem-se alta vulnerabilidade ambiental. Cabe ressaltar que na área estudada não foram observados povos indígenas reconhecidos pela FUNAI ou que se definam como tal, o que não impede ocorrer futuramente a oficialização de grupos indígenas na área.

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2009) registra a presença de 81 sítios arqueológicos e 24 tombamentos federais em municípios litorâneos paraenses, além de 3 sítios arqueológicos e 18 tombamentos federais em municípios litorâneos maranhenses, que potencialmente podem ser afetados por um derramamento de pior caso. Apesar da proximidade com o litoral, com exceção de alguns sambaquis e vestígios históricos, geralmente estes sítios não se situam a beira mar. Em função de atualizações em desenvolvimento no site do IPHAN, não é possível, ainda, obter a localização exata dos sítios arqueológicos cadastrados. Este fator, de média sensibilidade ambiental, apresenta baixa probabilidade de ser afetado por toque de óleo, apresentando, portanto, média vulnerabilidade ambiental.

8 – Áreas e Fatores Prioritários para Ações de Resposta

A partir da avaliação da vulnerabilidade ambiental dos fatores avaliados, é possível apresentar aqueles prioritários no caso de acidentes de derramamento de óleo com 8 m³, 200 m³ e pior caso (9.900 m³). Nas plumas dos dois menores volumes, as áreas potencialmente atingidas conferem um grau de vulnerabilidade alto à atividade pesqueira. As ações de contenção destes casos devem se ater a restringir ao máximo seu espalhamento e resgatar o maior volume possível de óleo do ambiente.

Para a pluma gerada pelo cenário de pior caso (9.900 m³), ações prioritárias de contenção e resposta devem ser tomadas nas áreas que apresentam maior probabilidade de presença de óleo, atingidas por maiores volumes de óleo e/ou com menor intervalo de tempo de chegada do óleo.

Na região costeira dos Estados do Pará e do Maranhão, em caso de acidente de pior caso ocorrido durante o verão, deve ser priorizada a proteção à região litorânea dos municípios de Salinópolis, São João de Pirabas, Quatipuru, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa e Viseu, que apresentam maior probabilidade de toque (entre 70 e 100%).

Em caso de acidente de pior caso durante o inverno, deve ser priorizada a proteção à região costeira dos municípios de São Caetano de Odivelas, Curuçá, Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, São João de Pirabas, Quatipuru, Tracuateua e Bragança, que apresentam maior probabilidade de toque por óleo (acima de 70%).

Avaliando-se os fatores vulneráveis no caso do derramamento de pior caso, as áreas costeiras prioritárias nas ações de resposta e contenção da pluma são os ecossistemas mais sensíveis, como manguezais, estuários, lagoas e áreas alagadas, seguidos de restingas, praias de areia grossa, média e fina, planícies de maré, quebra-mares e falésias, além de áreas de nidificação e alimentação de aves localizados nos municípios onde há toque da pluma (Anexo 2 do Plano de Emergência Individual).

Ainda na região costeira, as unidades de conservação, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais potencialmente atingidas pela pluma se configuram como áreas prioritárias para ações de resposta, assim como locais de aglomeração humana e de importância turística.

Na região oceânica potencialmente atingida, especial atenção deve ser dada aos poços de petróleo e gás existentes na área de expansão da pluma, onde deverão ser providenciados equipamentos de contenção.

Prioridade também deverá ser dada para a proteção dos bancos biogênicos e das formações coralíneas existentes no Parque Manuel Luis, assim como evitar ao máximo a proximidade da mesma com banco do Álvaro e banco do Tarol.

A colocação de barreiras também deverá as áreas oceânicas onde são desenvolvidas atividades pesqueiras; de rotas migratórias de mamíferos marinhos e alimentação de aves pelágicas oceânicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No caso dos Blocos de BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, a prioridade deverá ser a colocação de barreiras, abrangendo as áreas oceânicas onde são desenvolvidas atividades pesqueiras; de rotas migratórias de mamíferos marinhos e alimentação de aves pelágicas oceânicas.

Prioridade também deverá ser dada para a proteção dos bancos biogênicos e das formações coralíneas existentes no Parque Estadual do Parcel Manuel Luis, assim como evitar ao máximo a proximidade da mesma com banco do Álvaro, onde as modelagens probabilísticas realizadas indicaram 90-100% de chance de presença de óleo tanto no cenário de verão quanto no de inverno. Ressalta-se que a estrutura do Banco do Álvaro não aflora em superfície.

Ressalta-se que, como cuidado ambiental adotado para estabelecimento de estratégias de proteção do Parque Estadual do Parcel Manuel Luís, a OGX realizou Monitoramento da Deriva, Corrente Superficial e Temperatura da Superfície do Mar no Bloco BM-PAMA-17. Através da Prooceano, foi implementado o Projeto MONDONorte, de monitoramento da deriva superficial da região através de derivadores oceânicos, lançados ao mar de dois vértices deste bloco em seis campanhas durante o mês de dezembro de 2008 (ver em Anexo a este documento).

De acordo com o Relatório apresentado em Anexo (Anexo A), as trajetórias dos derivadores apresentaram sentido leste-oeste, passando entre o Banco do Álvaro e as demais estruturas biogênicas do Parque (Banco do Tarol e Parcel Manuel Luís), distando em média cerca de 15,6 km do Banco do Álvaro e 22,2 km do Parcel Manuel Luís.

Com base nestes resultados, foi calibrado o modelo hidrodinâmico disponível para a região e foram obtidos resultados mais conclusivos para a modelagem determinística apresentada no Relatório de Modelagem (Anexo 3 deste PEI). Verificou-se que num cenário de verão, o toque no Banco do Álvaro ocorreria em cerca de 60 horas (2,5 dias), devendo ser estabelecidas ações de contenção compatíveis com esta estimativa, de modo a evitar o toque do óleo nesta área sensível.

No cenário de inverno o modelo determinístico aponta um resultado crítico, uma vez que o toque ocorreria em 36 horas (1,5 dia). Considerando-se que a perfuração ocorrerá no período de

verão, esta situação deve ser descartada, devendo ser evitada a perfuração no período de inverno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRAUT, E. M. et al. **Modelagem da distribuição espacial do Peixe-Boi Amazônico *Trichechus inunguis* no lago grande de Curuaí, PA, no período da cheia, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2827-2834.

ARYA S. P. Air Pollution Meteorology and Dispersion. **Oxford University Press**, New York, USA. 1999.

BISHOP, P.L. **Marine Pollution and its Control.** McGraw-Hill, Inc., New York, NY. 357p, 1983.

FEMAR. Estudo das respostas de comunidades marinhas bentônicas de entremarés e submarés ao derramamento de óleo do *Braer*. In: **O impacto de um derramamento de óleo em águas turbulentas: O Braer.** Rio de Janeiro. 235 pp. Relação de trabalhos de um Simpósio levado a efeito na Royal Society of Edinburgh, 7-8 de setembro de 1995, 2000.

HAMPTON, S., et. al. Tank vessel operations, seabirds, and chronic oil pollution in California. **Marine Ornithology** 31: 29-34, 2003.

IBAMA / MMA. Portaria nº 1.522/89, de 19 de Dezembro de 1989. [Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.](#)

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Banco de dados do patrimônio arqueológico.** Disponível em:
www.iphan.gov.br/bancodados/arqueologico/pesquisasitiosarqueologicos.asp. Acesso em: 25 de setembro de 2009.

JOHANSSON, S., et. al. The Tseis oil spill impact on the pelagic ecosystem. **Mar Pollut. Bull.** 11:284-293, 1980.

KALY, U., et. al. Environmental Vulnerability Index (EVI) to Summarise National Environmental Vulnerability Profiles. (Rep. No. SOPAC Technical Report 275). New Zealand: South Pacific Applied Geoscience Commission. 1999.

KUHNHOLD, W. W. Impact of the 'Argo Merchant' oil spill on macrobenthic and pelagic organisms. InProc. of the Conference on Assessment of Ecological Impacts of Oil Spills, Keystone, Colorado, 14–17 June 1978, **American Institute of Biological Sciences**, p. 152–179, 1978

LEIGHTON, F. A. **CCWHC Wildlife Health Topics – Petroleum Oils and Wildlife**. <http://wildlife.usask.ca/>. 2000.

LEVINTON, J. S. Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology. **Oxford University Press**, New York, Oxford, 420 p. 1995.

MORRISON, R. I. G; ROSS, R. K. **Atlas of Nearctic Shorebirds on the Coast of South America**. Vol. 2. Canadian Wildlife Service, Ottawa. 1989.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biodiversidade Brasileira – **Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Brasília – DF. 404 p. 2002a.

MMA.- Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira**. 2007.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. 2v. (1420p). 2008.

NAS – National Academies Press. **Oil in the sea: Inputs, fates and effects**. 602 p, 1985.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administrations. **Environmental sensitivity index guidelines**. Version 3.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11. 89pp. 2002.

OGX/PIR2/Fugro. **Caracterização Ambiental (Baseline) dos Blocos PAMA-M-591 e PAMA-M-624**, Bacia do Pará-Maranhão. Relatório Técnico. 166p. 2009.

PATIN, S. Factors of the offshore oil and gas industry's impact on the marine environment and fishing. p. 53-117. In: **Waste Discharges During the Offshore Oil and Gas Activity**, S. Patin (ed.). EcoMonitor Publishing, New York. 1999.

PROOCEANO. **Modelagem de dispersão de óleo do Bloco BM-PAMA-17**. Relatório Técnico, 101p. 2009.

ROCHA, C.A.M. **Caracterização molecular de camarões do estuário do rio Caeté e litoral do município de Bragança, Pará, Brasil. Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Pará, 71p. 2000.

ROJAS, M.O.A.I. *et al.* Teores de zinco e cobre em ostra (*Crassostrea rhizophorae*) e sururu (*Mytella falcata*) do estuário do rio Bacanga em São Luís (MA). Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. v. 20: 1-8. 2007.

SCHOLZ, D. *et. al.*. The Selection Guide for Oil Spill Applied Technologies — A Guidance Document for Addressing oil spills in Coastal Marine Waters, inland on land, and inland waters. In: **Proceedings for 2001 Coastal Zone Conference**, Cleveland, OH, 2001.

WARK, K. *et. al.* **Air Pollution: Its Origin and Control**. Addison-Wesley, 295-297. 1998.