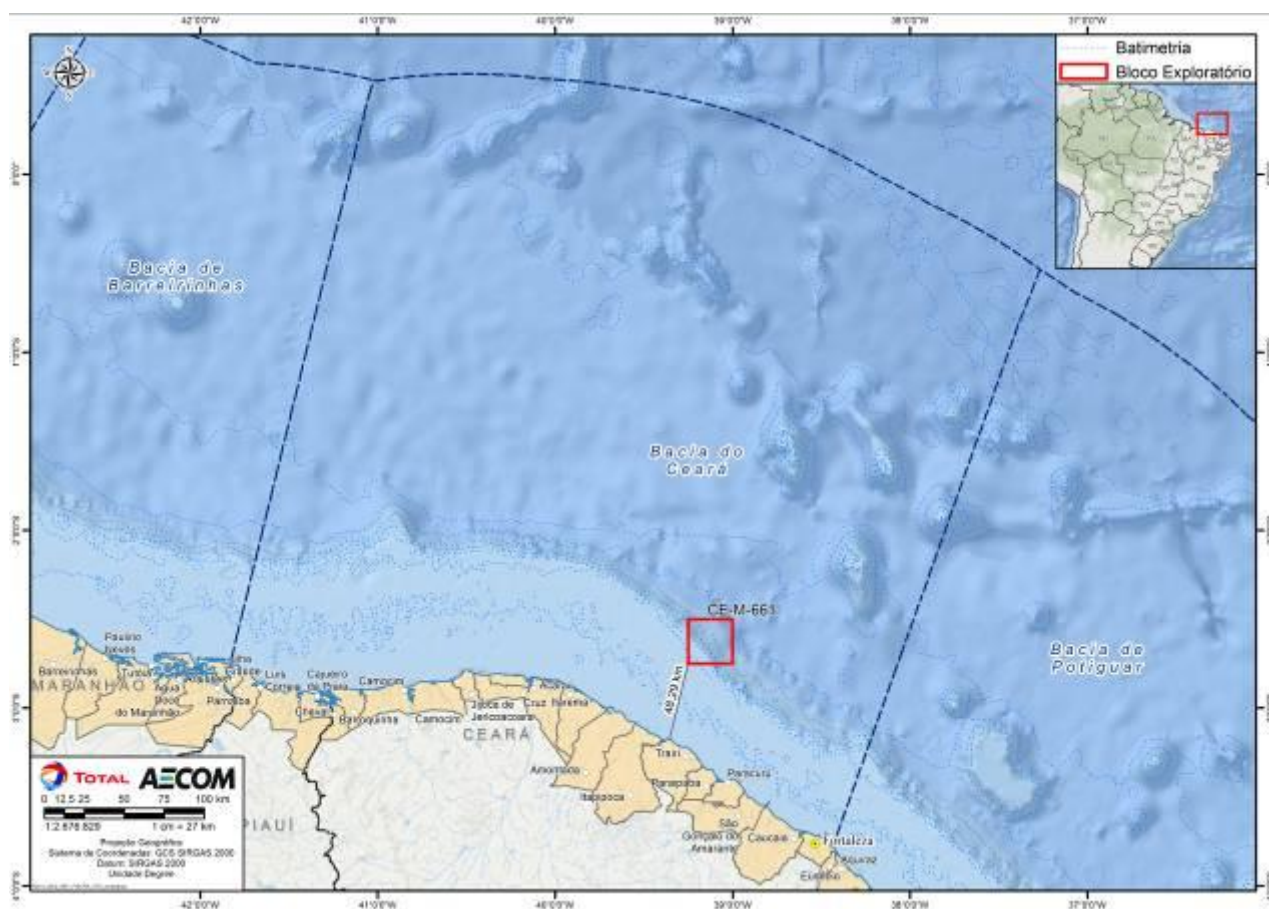


## II.9. ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO

### A) INTRODUÇÃO

A presente Análise de Riscos Ambientais (ARA) foi elaborada visando ao cumprimento do Termo de Referência Nº 13/14, de julho de 2014 emitido pela CGPEG/DILIC/IBAMA no âmbito do Processo de Licenciamento Ambiental para a Atividade de Perfuração Marítima no Bloco CE-M-661, localizado na Bacia do Ceará (Figura II.9.1).



**FIGURA II.9.1 – Localização do Bloco CE-M-661 – Bacia do Ceará.**

De acordo com a Análise de Vulnerabilidade e o Diagnóstico Ambiental desenvolvidos para essa atividade, a região com possibilidade de ser atingida por óleo é composta de organismos marinhos com hábitos costeiros e oceânicos.

A região costeira que pode vir a ser afetada caso haja acidente com vazamento de grandes volumes de óleo possui diversidade físico-biológica, destacando-se a presença de ecossistemas como os manguezais. Estas características asseguram à região expressiva atividade turística e o uso de recursos dos ecossistemas como fonte de renda.

A área passível de ser atingida pelo óleo em caso de vazamentos de grandes volumes também é área de presença de cetáceos, sirênios, tartarugas-marinhas, diversas espécies de aves aquáticas provenientes tanto do hemisfério norte como do hemisfério sul, além de espécies de interesse comercial (recursos pesqueiros).

Assim, considerando-se a sensibilidade dessa região, esta Análise de Risco Ambiental (ARA) foi elaborada a partir de uma metodologia desenvolvida pelas empresas AECOM e PROOCEANO, visando ao atendimento ao Termo de Referência N° 13/14, de julho de 2014, bem como às orientações e diretrizes da CGPEG/DILIC/IBAMA para a determinação dos Riscos Ambientais associados às atividades de perfuração marítima. Tal metodologia será apresentada em detalhes a seguir e, sequencialmente, serão apresentados os resultados encontrados para essa atividade, assim como as conclusões estabelecidas.

## B) METODOLOGIA

Para a análise e gerenciamento dos riscos ambientais do empreendimento são considerados tanto os aspectos da operação quanto os do meio ambiente no qual a atividade está inserida. Tal abordagem permite que esta seja uma análise abrangente, apesar da complexidade inerente ao processo. Dessa forma, enquanto o risco da operação está focado na falha do funcionamento dos equipamentos e procedimentos implementados, o risco relativo ao ambiente atenta-se para os recursos naturais existentes na região e no entorno de onde a atividade será desenvolvida e que conseqüentemente poderão ser impactados, assim como para seu tempo de recuperação.

De acordo com a metodologia proposta, o Risco Ambiental é expresso em termos da probabilidade de cada Componente de Valor Ambiental (CVA) ser atingido por determinadas faixas de volume de óleo. Para tanto, são necessários o cálculo do Risco Operacional, os resultados das modelagens de Dispersão de Óleo no Mar e a identificação dos Componentes Ambientais e dos seus Tempos de Recuperação. Com a junção desses componentes é possível se calcular um valor de Risco Ambiental para cada faixa de volume e cenário sazonal (**Figura II.9.2**).

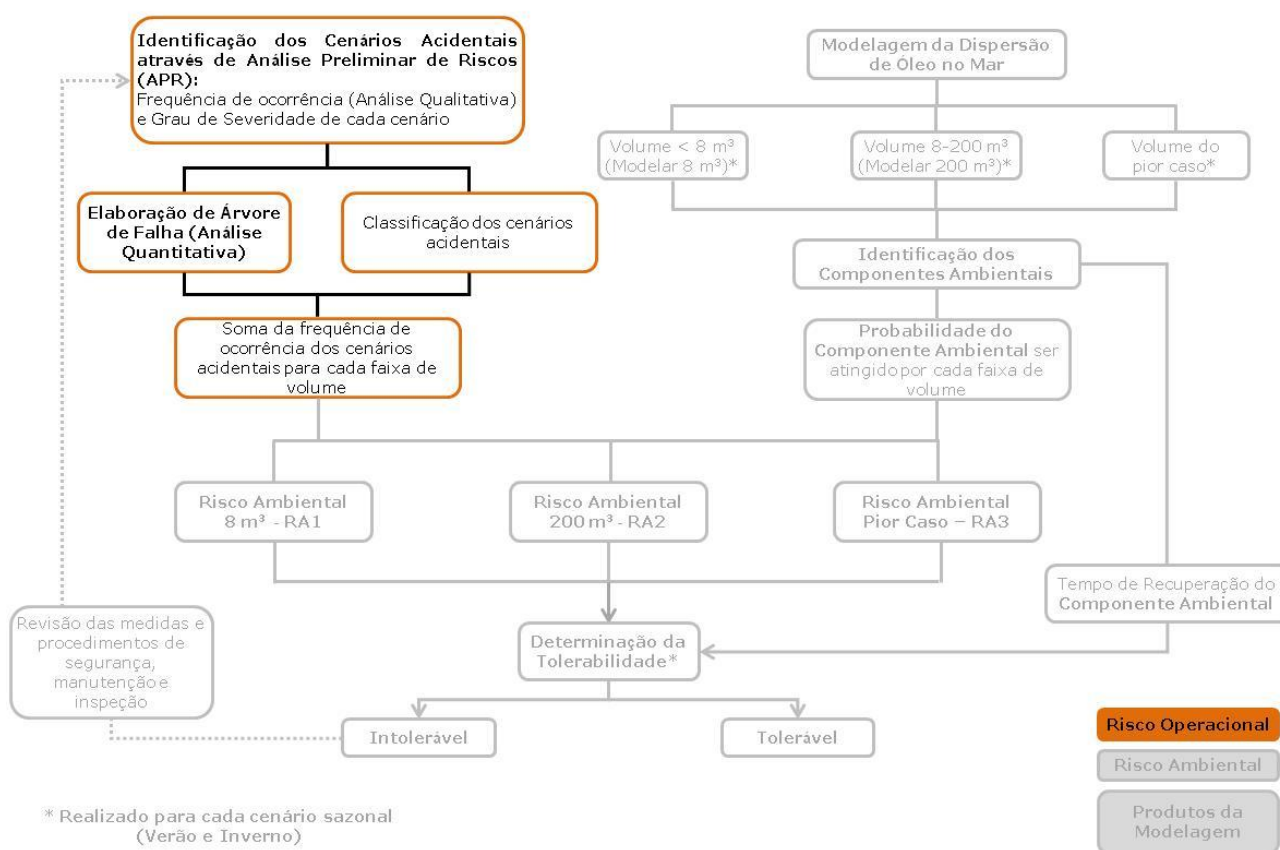


**FIGURA II.9.2 – Componentes necessários para o Cálculo do Risco Ambiental.**

Cada uma das etapas necessárias para a obtenção dos valores de Risco Ambiental será apresentada em detalhes a seguir. A **Figura II.9.7**, ao final deste item, resume o apresentado.

• **RISCO OPERACIONAL**

Para se estabelecer o Risco Operacional é preciso identificar os Cenários e Tipologias Acidentais através da Análise Preliminar de Riscos (APR). Com isso, é possível, quando necessário, elaborar Árvores de Falhas e classificar os cenários acidentais identificados dentro das categorias de volume de óleo vazado. A partir desta informação são obtidas as frequências de ocorrências dos cenários analisados para cada faixa de volume, as quais, conforme a proposta metodológica, corresponderão às frequências dos eventos iniciadores das Árvores de Eventos. A elaboração das Árvores de Eventos viabiliza a determinação das frequências de ocorrência de cada uma das Tipologias Acidentais possíveis de ocorrer a partir dos eventos iniciadores analisados por faixa de volume, sendo este um dos componentes do cálculo do Risco Ambiental (**Figura II.9.3**).



**FIGURA II.9.3 – Etapas para o cálculo do Risco Operacional.**

Os cenários e tipologias acidentais avaliados neste estudo foram formulados a partir da análise dos sistemas de perfuração, bem como dos sistemas auxiliares da Unidade de Perfuração a ser empregada na atividade, SEADRILL WEST POLARIS, além das unidades de apoio envolvidas na operação, que pudessem gerar danos ao meio ambiente. Para esses sistemas e operações de apoio, foram identificados os perigos que

pudessem resultar em liberação de hidrocarbonetos e/ou outros produtos químicos, ficando estas liberações contidas nas unidades ou não, segundo as seguintes causas, conforme recomendações de normas internacionais:

- Falhas de processo (dispositivos de controle e segurança dos processos envolvidos na operação de perfuração);
- Falhas mecânicas (erosão ou corrosão de equipamentos, linhas e demais componentes);
- Falhas externas ao processo (falha operacional, falha humana, colisão, fatores naturais, etc.).

A metodologia empregada para identificar os cenários acidentais avaliados foi a Análise Preliminar de Riscos – APR, que corresponde a uma técnica estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos indesejáveis, que tenham como consequência danos à integridade física de pessoas, propriedades ou meio ambiente.

Na APR, busca-se identificar as causas de cada um dos eventos perigosos e suas respectivas consequências. Além disso, é realizada uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência dos diferentes cenários acidentais, da severidade (determinada com base no volume de óleo e/ou produto químico liberado associado a cada cenário analisado) e do risco associado.

É importante mencionar que todos os cenários acidentais identificados neste estudo foram classificados, com base na Resolução CONAMA 398/08, em três faixas de volume (pequeno, médio e grande vazamentos), de acordo com o seguinte critério:

- **Pequeno Vazamento (Faixa 1):** volume vazado<sup>1</sup> ≤ 8 m<sup>3</sup>
- **Médio Vazamento (Faixa 2):** 8 m<sup>3</sup> < volume vazado<sup>1</sup> ≤ 200 m<sup>3</sup>
- **Grande Vazamento (Faixa 3):** volume vazado<sup>1</sup> > 200 m<sup>3</sup>

Uma vez identificados os cenários/eventos acidentais por meio da APR, determinou-se as suas respectivas frequências de ocorrência para que, conjuntamente com a severidade em termos das faixas de volumes vazados de cada cenário pudesse ser determinado o risco operacional associado a cada sistema analisado.

Para a classificação quantitativa das frequências de ocorrência dos cenários acidentais foram analisados, através dos P&ID's (*Process and Instrument Diagrams*) das Unidades de Perfuração, os equipamentos envolvidos em cada um dos sistemas. Suas respectivas taxas de falhas foram obtidas de bancos de dados, tais como HSE<sup>2</sup> e TNO<sup>3</sup>, assim como a partir de uma análise histórica de acidentes. Os valores de frequência de ocorrência de alguns eventos acidentais foram calculados considerando a contribuição de todos os componentes do trecho em análise, para diferentes faixas de vazão de vazamento.

Para a análise dos sistemas, foi considerado que a falha em cada um dos equipamentos avaliados isoladamente resultaria na ocorrência de vazamento de óleo e/ou produtos químicos. Dessa forma, as

<sup>1</sup> O volume vazado corresponde ao volume total vazado de todos os sistemas da unidade de perfuração.

<sup>2</sup> HSE – Offshore Release Statistics, 2002.

<sup>3</sup> Guidelines for Quantitative Risk Assessment “Purple Book” – Committee for the Prevention of Disasters – CPR 18E, 1st Edition, 1999 e Methods for Determining and Processing Probabilities “Red Book” – Committee for the Prevention of Disasters – CPR, 2<sup>nd</sup> Edition, Sdu Uitgevers, Netherlands, 1997.



frequências dos eventos iniciadores foram obtidas através da soma das taxas de falha de cada um dos equipamentos constituintes do sistema em análise. Estas frequências, obtidas para cada evento iniciador, foram consideradas como sendo a frequência de cada um dos cenários para efeitos de classificação das respectivas categorias, e conseqüente determinação, em conjunto com as severidades, do risco operacional associado aos cenários analisados nas planilhas de APR.

Por fim, árvores de eventos foram construídas, partindo-se dos eventos iniciadores e considerando-se o desdobramento do perigo referente a cada cenário da APR, em diferentes tipologias acidentais. Para o presente estudo, as tipologias acidentais consideradas foram incêndio em poça, incêndio/explosão, *flash* e contaminação ambiental.

A construção de árvores de eventos possibilitou o cálculo das frequências de ocorrência de contaminação ambiental por óleo associadas a cada um dos cenários acidentais identificados e analisados nas planilhas de APR. É importante mencionar que para a construção das árvores de eventos, foram considerados apenas os cenários/eventos acidentais envolvendo derramamento de óleo no mar, por ser o efeito da contaminação ambiental o foco do presente estudo (conforme orientação da CGPEG/DILIC/IBAMA nos Termos de Referência para elaboração de estudos de Análise de Risco Ambiental).

Após a determinação, em cada um dos cenários analisados, das frequências associadas à contaminação ambiental, estas frequências foram somadas, para cada faixa de volume, conforme equação a seguir:

$$F_{\text{total- } y} = \sum_{i=1}^n f_i \quad (1)$$

$F_{\text{total}}$  = Frequência de ocorrência dos cenários acidentais na faixa de volume  $y$ .

$y$  - Faixa de volume.

$f$  – Frequência de ocorrência de um cenário acidental.

$n$  – Número de cenários acidentais de mesma faixa de volume.

## • PRODUTOS DA MODELAGEM DE ÓLEO

Conforme mencionado anteriormente, além das frequências de ocorrência dos cenários acidentais, os resultados da modelagem da dispersão de óleo no mar também são necessários para a obtenção do Risco Ambiental.

A partir da identificação e mapeamento dos componentes de valor ambiental e dos resultados da modelagem de dispersão de óleo no mar, é possível calcular a probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por óleo. O processo de identificação dos Componentes de Valor Ambiental, assim como o cálculo da probabilidade de cada componente ser atingido será apresentado no próximo item.

Os resultados da modelagem contemplam dois cenários sazonais, verão e inverno, e três faixas de volume. O relatório técnico de Modelagem de Transporte de Óleo é apresentado, na íntegra, em anexo à seção II.7 (Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais) do presente Estudo Ambiental de Perfuração (EAP).

Portanto, para o cálculo do Risco Ambiental foram considerados seis cenários simulados, os quais encontram-se representados a seguir.

	volumes	Cenários sazonais
Cenários simulados	8 m <sup>3</sup>	verão
		inverno
	200 m <sup>3</sup>	verão
		inverno
	13.307 m <sup>3</sup>	verão
		inverno

Ressalta-se que nos cenários de pior caso (13.307 m<sup>3</sup>), por tratar-se de um vazamento a partir do fundo, foi realizada uma integração dos resultados em superfície e na coluna d'água para os cálculos da probabilidade em cada CVA/SVA.

#### • COMPONENTES DE VALOR AMBIENTAL (CVA)

A identificação dos Componentes de Valor Ambiental (CVA) se deu a partir das informações contidas no Estudo Ambiental de Perfuração elaborado para essa atividade, principalmente aquelas constantes nos itens Análise de Vulnerabilidade e Diagnóstico Ambiental.

Como condições para o estabelecimento dos CVAs considerou-se que esses componentes deveriam ter presença significativa na área afetada, ser vulneráveis à poluição por óleo e deveriam atender aos seguintes critérios:

- Ser importante (e não apenas financeiramente) para a população local, ou
- Ter interesse nacional ou internacional, ou
- Ter importância ecológica.

Além disso, a CGPEG/DILIC/IBAMA orienta que estes componentes sejam comunidades biológicas (Ex: aves marinhas, mamíferos aquáticos, tartarugas marinhas, etc.) ou ecossistemas (ex: manguezais, recifes de corais, etc.). Por fim, em adição aos critérios citados acima, deverá ser considerada a presença de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.

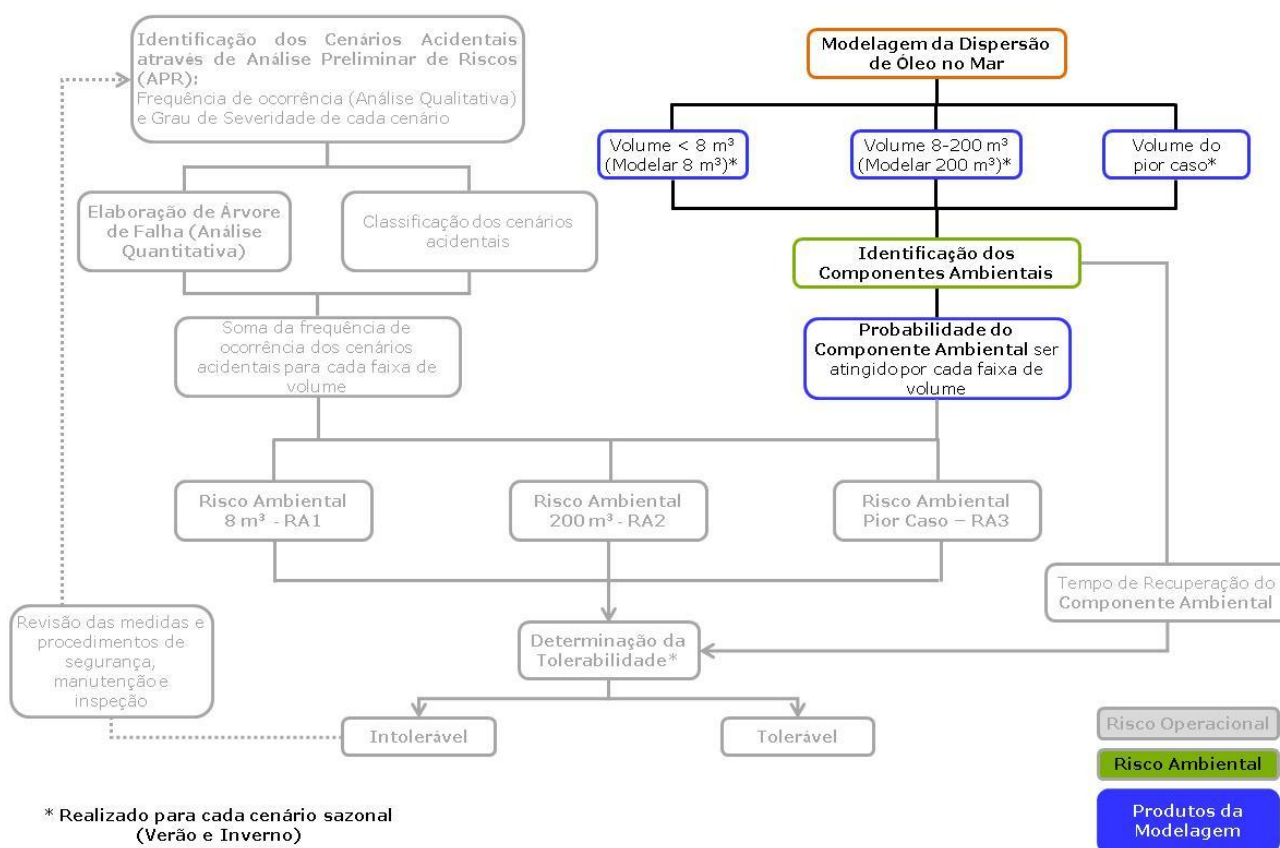
Vale ressaltar que uma comunidade biológica pode ser definida por populações de diferentes espécies vivendo e interagindo em uma área e ecossistema como a interação de uma comunidade com seu meio físico e energia (PRIMACK & RODRIGUES, 2001; MILLER JR., 2007).

De acordo com o apresentado acima, foram selecionados como CVAs, ecossistemas para a região litorânea dos municípios que apresentam probabilidade de toque de óleo além do ecossistema recife de coral, que fica em ambiente marinho. Além dos ecossistemas foram também consideradas as comunidades em ambiente marinho, uma vez que o ecossistema marinho é muito amplo e os tempos de recuperação dessas

comunidades variáveis. Dessa forma, todos os animais e plantas que possuem valor ambiental foram incluídos.

Uma vez que os CVAs foram identificados, realizou-se o mapeamento dos mesmos em termos de área de abrangência, utilizando-se informações disponíveis na literatura, entidades e órgãos ambientais, como também no próprio estudo ambiental desenvolvido. A bibliografia específica utilizada para o mapeamento de cada componente será fornecida nos resultados.

Os resultados desse mapeamento foram sobrepostos aos resultados das modelagens de deriva de óleo para o cálculo das probabilidades de toque de óleo nos componentes de valor ambiental, em cada um dos cenários identificados (**Figura II.9.4**).



**FIGURA II.9.4 – Etapas para o cálculo da probabilidade de um CVA ser atingido por óleo, em cada faixa de volume.**

A probabilidade de presença de óleo foi calculada para cada CVA nas seis situações de derrame de óleo simuladas através da modelagem. Os componentes e subcomponentes foram divididos entre fixos e aqueles com distribuição dispersa. Sendo que, conforme orientado pela CGPEG/IBAMA, os CVAs de distribuição dispersa são aqueles para os quais não é possível se definir limites claros associados às suas áreas de concentração.

O cálculo da probabilidade de presença de óleo para cada CVA com distribuição dispersa constitui uma média ponderada da probabilidade pela área de interseção dos elementos de grade atingidos pelo óleo em cada CVA, por faixa de volume e por cenário sazonal, como se segue na Equação 2 e exemplificado na **Figura II.9.5**:

$$Prob(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2)$$

*Prob(x)* – Probabilidade de o óleo atingir o CVA/SVA *x*;

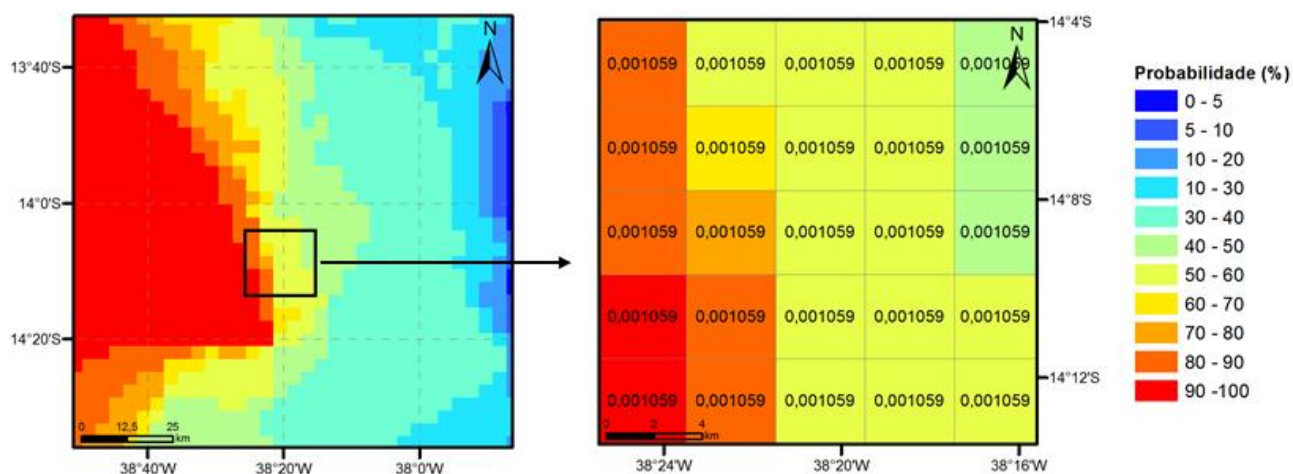
*x* – CVA/SVA;

*n* – número de elementos de grade com probabilidade de presença de óleo dentro do CVA/SVA *x*;

*P* – Probabilidade de presença de óleo no elemento de grade *n*;

*A* – Área do elemento de grade *n*.

Cada elemento de grade tem um valor de probabilidade de presença de óleo e uma área correspondente, como exemplificado na **Figura II.9.5**.



**FIGURA II.9.5- Representação esquemática de um cenário probabilístico, detalhando a direita os valores de área em cada elemento de grade com suas respectivas cores representando a probabilidade.**

Ressalta-se que, de forma conservadora, as regiões de baías/estuarinas em que a resolução da modelagem não é capaz de representar a chegada de óleo, como nas reentrâncias dos lençóis maranhenses, tiveram os valores de probabilidade na entrada extrapolados para seu interior.

• **RISCO AMBIENTAL**

Uma vez aferidas as frequências de ocorrência dos cenários acidentais e as probabilidades de cada CVA/SVA ser atingido por óleo, calcula-se o risco ambiental para cada componente, em cada faixa de volume e cenário sazonal (**Figura II.9.6**) pela fórmula abaixo:

$$RA(x) = F_{total-y} \times Prob(x) \tag{3}$$

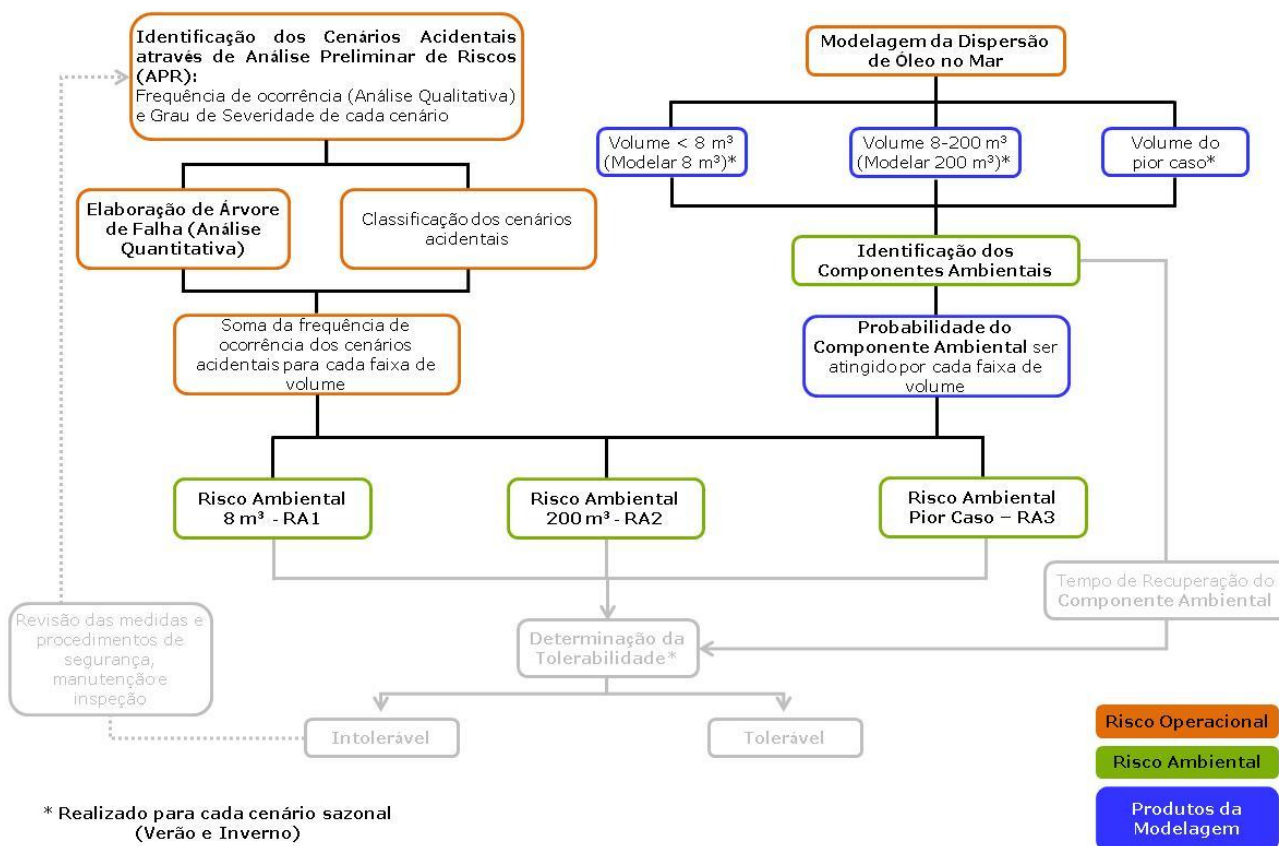
RA - Risco Ambiental do CVA/SVA *x*.

*x* – CVA em determinado vazamento (faixa de volume) e cenário sazonal.

*F<sub>total-y</sub>* - Frequência de ocorrência dos cenários acidentais na faixa de volume *y*.

*y* - Faixa de volume.

Prob - Probabilidade de o óleo atingir o CVA/SVA *x*.



\* Realizado para cada cenário sazonal (Verão e Inverno)

**FIGURA II.9.6 – Fluxograma com as etapas para o cálculo do Risco Ambiental.**

A Tabela a seguir exemplifica o resultado encontrado para cada componente em cada faixa de volume para um cenário sazonal.



**TABELA II.9.1 – Exemplo de resultado encontrado após o cálculo do Risco Ambiental (RA) para cada componente.**

CVA/SVA	8 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>	>200 m <sup>3</sup>
X	RA <sub>x, 8</sub>	RA <sub>x, 200</sub>	RA <sub>x, &gt;200</sub>
Y	RA <sub>y, 8</sub>	RA <sub>y, 200</sub>	RA <sub>y, &gt;200</sub>
Z	RA <sub>z, 8</sub>	RA <sub>z, 200</sub>	RA <sub>z, &gt;200</sub>
n	...	...	...

Conforme orientado no Termo de Referência N° 13/14, após o cálculo dos Riscos Ambientais, por faixa de volume, estes deverão ser somados, a fim de exprimir o risco total de cada CVA/SVA ser atingido.

Após o cálculo do valor de risco total é necessário, agora, determinar se o valor encontrado é considerado tolerável, ou seja, se o tempo de recuperação do CVA/SVA é insignificante em comparação com o tempo de recorrência do dano.

#### • TEMPO DE RECUPERAÇÃO

O tempo de recuperação de cada CVA, essencial para o cálculo da tolerabilidade, foi obtido com base nas informações disponíveis em bibliografias especializadas, tanto nacionais quanto internacionais.

É digno de nota que diversos autores trabalharam definições para o que se entende como tempo de recuperação, podendo-se citar JOHN & ROBILIARD (1997), KINGSTON (2002) e PARKER & MAKI (2003), entre outros. Além disso, os Termos de Referência emitidos pela CGPEG/DILIC/IBAMA estabelecem, como definição, que tempo de recuperação é “o tempo que o componente, após ser atingido, levaria para se recompor aos níveis anteriores à exposição por óleo”.

A despeito das definições com relação à recuperação, algumas considerações relativas a tempos de recuperação são necessárias, tais como:

- Muitos dos recursos afetados pelos vazamentos possuem uma limitação de informações quanto ao seu *status* anteriormente aos acidentes. Adicionalmente, alguns dos dados pertinentes são resultados de uma amostragem limitada, que consequentemente produz grandes intervalos de confiança ao redor das estimativas populacionais (EVOSEC, 2010).
- A distribuição dos animais é um desafio para se conseguir uma contagem acurada (especialmente para os mais móveis, como peixes, aves e mamíferos marinhos), com a maior parte das estimativas populacionais tendo uma ampla gama de variabilidade associada aos dados.
- É extremamente difícil separar o que é um efeito prolongado de um acidente do que são mudanças naturais ou causadas por fatores não relacionados ao vazamento de óleo.

- É impossível afirmar o quanto uma comunidade que tenha se recuperado de um vazamento de óleo é a mesma, ou diferente, da que teria persistido na ausência do óleo (KINGSTON, 2002).
- A escala geográfica de estudos conduzidos ao longo dos anos tem variado entre os recursos e esta disparidade deve ser considerada quando os dados são interpretados, e aplicados os resultados para o *status* de recuperação. Alguns estudos foram realizados em uma grande escala espacial (e. g. BARTH, 2002; DICKS, 1998, HEUBECK *et al.*, 2003, entre outros), para responder às preocupações de populações e ecossistemas, enquanto outros estudos foram focados em exposição localizada e efeitos do óleo (e g. BOERTMANN & AASTRUP, 2002; CARLS *et al.*, 2001; EPA, 1999; entre outros).
- O tempo de recuperação estabelecido para cada CVA não é necessariamente fixo, ou seja, o ambiente e as características da atividade que será realizada irão contribuir para o estabelecimento mais apropriado do tempo de recuperação para cada componente, que pode variar de estudo para estudo. Não se pode considerar um valor de tempo de recuperação igual para vazamentos que se originam perto da costa e para aqueles que se originam longe da costa, uma vez que, no segundo caso, o óleo sofre um processo de intemperização antes de atingir o litoral, chegando menos tóxico a esse ambiente (KINGSTON, 2002).
- Se uma área é suprimida de sua fauna, esta pode se recuperar através do recrutamento de populações próximas (KINGSTON, 2002).
- A existência de algumas espécies ameaçadas dentro da comunidade (valor não significativo), por si só, não aumenta o tempo de recuperação da comunidade como um todo, até porque o tempo de recuperação estabelecido nesse estudo é uma estimativa entre o pior e o melhor caso.

Detalhes dos valores encontrados e da bibliografia consultada estão descritos no item de resultados.

#### • TEMPO DE RECORRÊNCIA

O Tempo de Recorrência, o qual corresponde a outro fator essencial para o cálculo da tolerabilidade, pode ser definido como o espaço de tempo, em anos, entre a ocorrência de eventos de vazamento de óleo no mar, em cada faixa de volume e cenário sazonal, que, potencialmente, causariam danos a um determinado CVA/SVA. Desta forma, o tempo de recorrência está relacionado com a frequência de ocorrência dos cenários acidentais em cada faixa de volume e com a probabilidade de o óleo atingir cada CVA/SVA, podendo, portanto, ser definido como o inverso do Risco Ambiental, conforme a equação abaixo:

$$\text{Tempo de Recorrência}_{(x)} = \frac{1}{F_{\text{total-y}} \times \text{Prob}_{(x)}} = \frac{1}{\text{RA}_{(x)}} \quad (4)$$

x – CVA/SVA em determinado vazamento (faixa de volume) e cenário sazonal.

F<sub>total-y</sub> - Frequência de ocorrência dos cenários acidentais na faixa de volume y.

y - Faixa de volume.

Prob - Probabilidade de o óleo atingir o CVA/SVA x.

RA - Risco Ambiental do CVA/SVA x.

Simplificadamente, o tempo de recorrência pode ser considerado como o tempo total que um dado CVA/SVA teria para se recuperar dos potenciais danos causados por um dado vazamento de óleo, até que um outro viesse a ocorrer.

- **TOLERABILIDADE**

Uma vez estabelecido o tempo de recuperação e os valores de Risco Ambiental para cada CVA/SVA, pode-se calcular a Tolerabilidade. A NORSOK Standard (1998, p. 82) afirma que:

*“A recuperação seguida de um dano ambiental para os recursos mais vulneráveis deve ser insignificante em relação ao período esperado entre a ocorrência destes danos”.*

Dessa forma, considera-se que o tempo de recuperação de um componente ambiental deve ter uma duração insignificante quando comparada ao período esperado de recorrência destes danos. Partindo-se desse princípio, a tolerabilidade dos riscos é calculada levando-se em consideração a relação entre o Tempo de Recuperação definido para cada CVA/SVA e o tempo de recorrência do dano, conforme a equação abaixo.

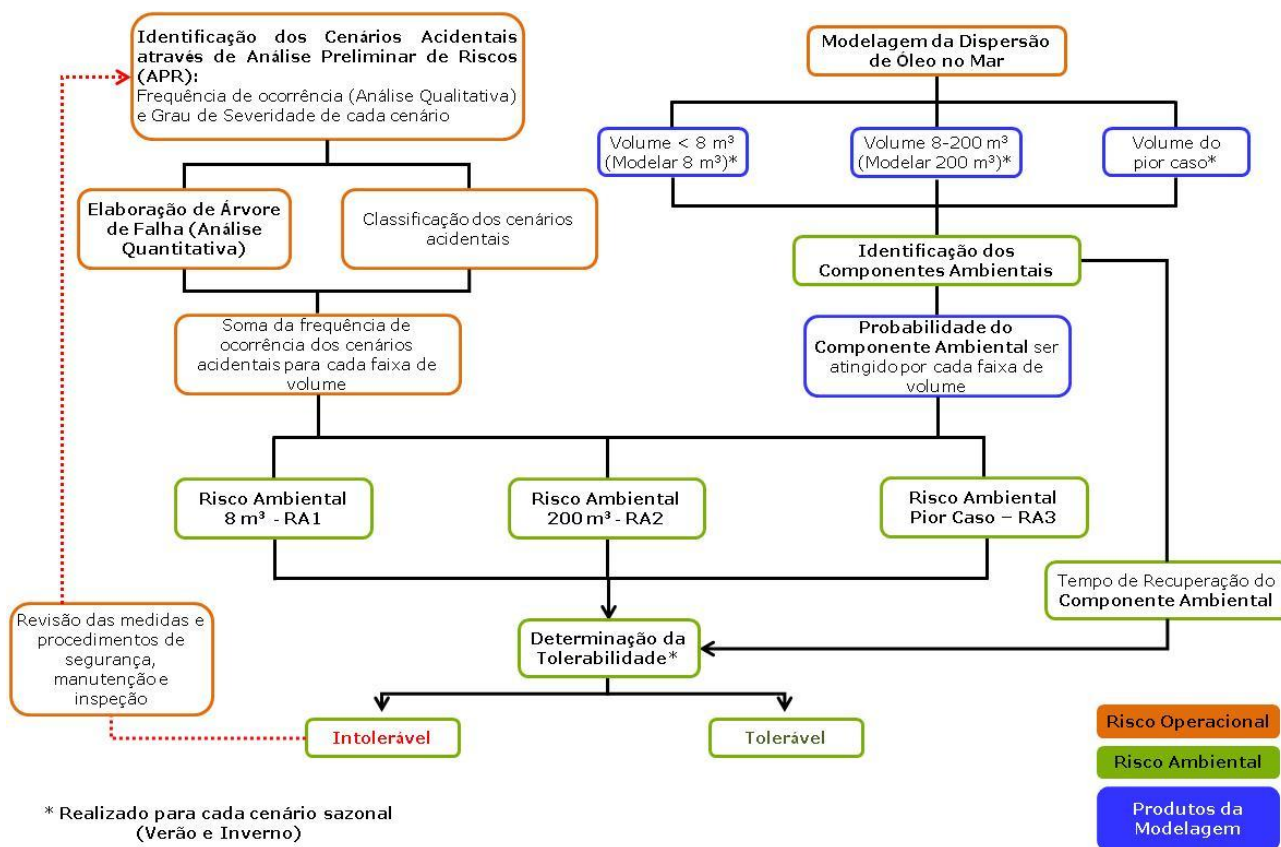
$$\text{Tolerabilidade (\%)} = \frac{\text{Tempo de recuperação}}{\text{Tempo de recorrência}} \times 100$$

Portanto, a tolerabilidade foi calculada para cada CVA/SVA, considerando as modelagens de dispersão de óleo elaboradas, totalizando um resultado para cada CVA/SVA.

A Tolerabilidade ao risco pode ser entendida como um limite no qual os riscos são aceitáveis e a relação estabelecida deve variar de componente para componente. Conforme determinação da CGPEG/DILIC/IBAMA, em caso de ocorrência de risco intolerável, os procedimentos e instalações que originaram o quadro de riscos e cenários acidentais devem ser revistos e novos cálculos realizados, até que o risco ambiental seja considerado tolerável.

Vale ressaltar que para todos os cálculos realizados nessa Análise de Risco Ambiental não são consideradas as medidas preventivas e de contingência a derrames de óleo no mar previstas no Plano de Emergência Individual (PEI).

A **Figura II.9.7** apresenta o fluxograma explicativo da metodologia adotada, sendo seguida pelos resultados para a atividade de perfuração marítima a ser desenvolvida no Bloco CE-M-661, Bacia do Ceará.



**FIGURA II.9.7 – Fluxograma com as etapas para o cálculo do Risco Ambiental e Tolerabilidade.**

## C) RESULTADOS

### II.9.1. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A descrição da Unidade de Perfuração do tipo navio-sonda SEADRILL WEST POLARIS a ser empregada na Atividade de Perfuração Marítima na Bacia no Bloco CE-M-661 está sendo apresentada no Cadastro de Unidades Marítimas de Perfuração – CADUMP da referida sonda, documento protocolado nesta CGPEG/DILIC/IBAMA em 31/03/2015, sob o número de Protocolo 02022.003431/2015-90, em conformidade com a Nota Técnica N° 04/2012.

Ressalta-se que no *Anexo I – Descrição da Unidade Marítima (DUM)* do CADUMP supramencionado são apresentados os principais sistemas e subsistemas da unidade de perfuração SEADRILL WEST POLARIS, incluindo os seus equipamentos de segurança mais relevantes. Como exemplos podem ser citados os equipamentos de controle do poço (BOP), os sistemas de detecção de gases e os equipamentos de combate a incêndio.

No que diz respeito aos critérios de segurança adotados na fase de planejamento, incluindo as medidas preventivas, pode-se dizer que estes corresponderam a medidas adotadas para minimizar os riscos de perda de controle do poço, as quais se encontram listadas a seguir.

#### ➤ **Medidas para Minimizar os Riscos de Perda de Controle do Poço**

A equipe de perfuração da Total E&P do Brasil segue um plano de ação para o gerenciamento do risco de perda de controle do poço que é aplicável a todas as operações de construção de poços da Total no mundo. O Plano estabelece as barreiras preventivas que devem ser colocadas em prática pela equipe antes e durante a perfuração de cada poço. Entre essas barreiras estão o programa de poço, a seleção de equipamentos e serviços, a seleção da unidade de perfuração, a manutenção do balanço hidrostático do poço, a capacidade de resposta a fluxo superficial, o sistema de contenção de pressão do poço, a capacidade de resposta ao descontrole de poço (*kick*), a operação do sistema de BOP, a garantia de manutenção do posicionamento da unidade de perfuração e barcos de apoio, e a capacidade de reação a condições meteorológicas críticas.

O navio-sonda SEADRILL WEST POLARIS, unidade de perfuração selecionadas pela Total para a atividade objeto deste EAP, é uma sonda de sexta geração, possuindo redundância em todos os equipamentos de perfuração e do sistema de posicionamento dinâmico, incluindo propulsores. Esta unidade já foi utilizada no Brasil, sem incidentes relevantes.

O BOP do navio-sonda SEADRILL WEST POLARIS é composto por 6 gavetas (2 gavetas cegas cisalhantes e 4 gavetas de 5”) e 2 anulares e foi dimensionado para suportar pressões de até 10.000 psi e 15.000 psi, para os preventores anulares e de gavetas, respectivamente, o que garante segurança operacional para realização da atividade. Além das manutenções e testes dirigidos ao BOP, as condições do seu sistema são monitoradas remotamente, durante toda a operação, com alarmes automáticos no caso de qualquer perda de funcionalidade do equipamento.



A fim de assegurar o controle rigoroso durante a perfuração, uma série de procedimentos preventivos será colocada em prática, a saber:

- Realizar testes de absorção (*leak off test*) e/ou integridade da formação e revestimento após o fim das operações de descida e cimentação de revestimento;
- Monitorar a pressão de poro e fratura durante a perfuração das diversas fases ou seções do poço. Podendo ser realizado por meio do próprio monitoramento da sonda de perfuração, da perfilagem durante a perfuração (LWD), das unidades de *mud logging* e também através de monitoramento dos volumes nos tanques e fluxo de fluido de perfuração;
- Usar BOP apropriado para conter e controlar qualquer influxo indesejável, circulando para fora do poço e, depois, ajustando a densidade do fluido de perfuração para suportar a nova pressão de formação.
- Testar o BOP antes de sua descida na superfície, quando da primeira descida e conexão com a cabeça de poço, após a descida e cimentação de um novo revestimento, e frequentemente a cada 14 dias (podendo ser estendido até 21 dias em casos excepcionais), incluindo *manifolds* e válvulas de segurança;
- Injetar glicol regularmente no BOP (*stack*) por meio do ROV da unidade de perfuração, com o objetivo de prevenir a formação espontânea de hidratos na cabeça do poço, e possuir estoque de metanol para uso caso seja necessário dissolver hidratos já formados na cabeça do poço;
- Monitorar permanentemente o nível do fluido de perfuração nos tanques através de sensores de fluxo durante a perfuração e do tanque de manobra (*trip tank*) durante as retiradas e descidas da coluna de perfuração;
- Sempre que for retirada a coluna ou durante paradas de perfuração e conexões, verificar se o nível do fluido de perfuração está estável no anular, observando se não há perda excessiva, nem influxo de fluido;
- Efetuar periodicamente o treinamento de detecção e controle de “*kick*” com o objetivo de assegurar que as equipes envolvidas na perfuração estejam capacitadas para o controle do poço e testar seus poderes de reação em situações inesperadas;
- Manter material de contingência estocado na sonda para uso caso seja necessário combater uma perda excessiva de fluido de perfuração para a formação;
- Trabalhar com um volume adequado de fluido de perfuração, mantendo permanentemente uma reserva de segurança;
- Em caso de detecção de influxo indesejável no poço (*kick*), o procedimento imediato é parar a perfuração e fechar o Preventor de Erupção – BOP. Este preventor isola o poço, prevenindo um influxo maior. As leituras das pressões no tubo bengala e no revestimento são utilizadas para se planejar e dar início à circulação do poço para retirada do fluido invasor (água, óleo ou gás) pelo método do Sondador ou do Engenheiro. Qualquer que seja o método adotado para circular o *kick*, após a expulsão controlada do fluido invasor do poço, aumentanta-se a densidade do fluido de perfuração para exercer uma pressão hidrostática maior do que a da formação.

Além disso, no que diz respeito a possíveis falhas na cimentação dos poços, a TOTAL afirma que realizará todas as atividades levando em consideração as melhores práticas da indústria, minimizando a possibilidade de problemas durante esta etapa da atividade. Como medidas preventivas, seguem os seguintes procedimentos:

- Efetuação de testes de pasta no laboratório;
- Verificação dos equipamentos de superfície;
- Verificação dos cálculos de deslocamento e de pasta de cimentação;
- Uso de simuladores de hidráulica, a fim de determinar vazões e pressões esperadas;
- Uso de simuladores centralização;
- Instalação de centralizadores nos revestimentos;
- QA/QC na batelada de cimento a ser usada nas operações;
- QA/QC nos equipamentos do poço [sapata / *float collar*];
- Limpeza, circulação e resfriamento do poço antes do início da cimentação;
- Uso de aditivos prevenindo, por exemplo, perdas de circulação, pega primária e outros problemas;
- Reunião operacional antes da execução do trabalho;
- Monitoramento de parâmetros durante a operação [vazão, densidade];
- Efetuar corridas de cáliper com MWD ou *Wireline* a fim de estimar precisamente o volume do poço aberto.

Entretanto, caso problemas na cimentação sejam identificados, as seguintes medidas poderão ser tomadas:

- Efetuar corrida de perfis com ferramentas de *wireline*, a fim de avaliar a qualidade da cimentação.
- Efetuar cimentação corretiva “*squeeze*” nas zonas a serem isoladas.
- Descer e instalar revestimentos / *liners* de contingência.
- Instalação de plugues mecânicos para o abandono definitivo do poço.

Reforço da sapata bombeando produtos químicos caso FIT/LOT apresente valores abaixo do esperado na sapata.

## II.9.2. ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES AMBIENTAIS

### II.9.2.1. Introdução

A análise histórica de acidentes ambientais foi baseada no banco de dados *Worldwide Offshore Accident Databank* (WOAD), base de dados elaborada e administrada pela *Det Norske Veritas* (DNV) que reúne informações sobre acidentes ocorridos em unidades marítimas a partir de 1970.

A versão digital deste banco de dados, a qual é atualizada periodicamente pela DNV, é acessada através de um *login* e uma senha disponibilizada por aquela empresa. O WOAD confere, segundo a DNV, informações de mais de seis mil acidentes e incidentes desde 1970 até os tempos atuais; informações técnicas sobre cerca de 3.700 unidades *offshore*, incluindo localização da unidade marítima/instalação e modo de operação; dados sobre uma série de parâmetros, tais como nome, tipo e modo de operação da unidade envolvida no acidente, a data, a localização geográfica, a cadeia de eventos, causas e consequências, e detalhes de evacuação.

Com relação aos acidentes/incidentes analisados, o WOAD utiliza as seguintes definições:

- **Falha de ancoragem:** Problemas com as âncoras e cabos de ancoragem, dispositivos de amarração e guinchos.
- **Emborcamento:** Perda de estabilidade transversal, resultando em virada de borco da unidade.
- **Colisão:** Contato acidental entre unidade *offshore* e embarcação marinha que está passando, quando pelo menos uma delas é propelida ou está sendo rebocada. Exemplos: navio tanque, cargueiro, barco de pesca. Também estão incluídas colisões com pontes, cais, etc., e embarcações engajadas na atividade de óleo e gás em outras plataformas que não a plataforma afetada, e entre duas instalações *offshore*.
- **Acidente com guindaste:** Qualquer evento causado por ou envolvendo guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga.
- **Explosão:** sobrepessão.
- **Queda de carga:** Queda de carga/objetos de guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga. Queda acidental de bote salva-vidas e homem ao mar, também estão incluídos nessa categoria.
- **Incêndio:** radiação térmica.
- **Afundamento:** Perda de flutuabilidade ou afundamento da unidade.
- **Encalhe:** Instalação flutuante em contato com o fundo do mar.
- **Acidente de helicóptero:** Acidente com helicóptero, tanto no heliponto quanto em contato com a instalação.
- **Inundação:** Entrada de água na unidade ou enchimento de poço ou outros compartimentos causando potencial perda de flutuabilidade ou problemas de estabilidade.
- **Adernamento:** Inclinação descontrolada da unidade para um dos bordos.
- **Falha de máquinas:** Falha de motores ou propulsores, incluindo sistemas de controle.
- **Perda de posição:** Unidade não intencionalmente fora de sua posição esperada ou deriva fora de controle.
- **Dano estrutural:** Quebra ou falha por fadiga de elementos estruturais.
- **Acidente de reboque:** Rompimento do cabo de reboque.

- **Problemas no poço:** Problema acidental, tal como perda da carga hidrostática ou outros no interior do poço.
- **Derramamento/vazamento:** Liberação de óleo ou gás para o entorno, a partir do próprio equipamento da unidade/embarcações ou tanques, causando potencial poluição e/ou risco de explosão e/ou incêndio.
- **Blowout:** Fluxo descontrolado de óleo, gás ou outros fluidos do reservatório, ou seja, perda da carga hidrostática ou do BOP ou da válvula de emergência do fundo do poço.
- **Outros:** Eventos outros que não os especificados acima.

As tabelas seguintes foram obtidas da versão digital do WOAD, em pesquisa realizada em março/2013. Destaca-se na **Tabela II.9.2.1** o número total de unidades daquele banco de dados.

**TABELA II.9.2.1 – Número total de unidades marítimas por tipo de unidade/instalação (móvel, fixa ou outras) – 1970 – 2013 (WOAD on line)**

<b>Tipo de Unidade</b>	<b>Unidades Fixas</b>	<b>Unidades Móveis</b>	<b>Outras</b>	<b>Total</b>
Ilha Artificial	2	0	0	<b>2</b>
Barcaça (sem perfuração)	0	0	63	<b>63</b>
Estrutura de concreto	31	0	0	<b>31</b>
Barcaça de perfuração	0	141	0	<b>141</b>
Navio-sonda	0	110	0	<b>110</b>
<i>Drilling tender</i>	0	0	16	<b>16</b>
<i>Flare</i>	10	0	0	<b>10</b>
FPSO/FSU	0	24	0	<b>24</b>
Helicóptero - atividade <i>offshore</i>	0	0	275	<b>275</b>
Jaqueta	1303	0	0	<b>1303</b>
<i>Jackup</i>	0	728	0	<b>728</b>
<i>Lay barge</i>	0	0	23	<b>23</b>
Boia de carga (Loading buoy)	0	0	30	<b>30</b>
Unidades móveis (sem perfuração)	0	0	18	<b>18</b>
Outros	0	0	8	<b>8</b>
Outras / Estruturas fixas não conhecidas	0	0	7	<b>7</b>
Oleoduto	1	0	0	<b>1</b>
Plataforma de perfuração	0	0	247	<b>247</b>
Semissubmersível	0	328	0	<b>328</b>
Navios (outros)	0	0	26	<b>26</b>
Submersível	0	43	0	<b>43</b>
Instalações subsea	0	0	22	<b>22</b>
Plataforma <i>Tension leg</i>	13	0	0	<b>13</b>
Estruturas de suporte de poços	230	0	0	<b>230</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1590</b>	<b>1374</b>	<b>735</b>	<b>3699</b>

Fonte: WOAD - DNV, 2013, (<http://woad.dnv.com/woad>)

A **Tabela II.9.2.1** demonstra que o quantitativo de unidades fixas supera o quantitativo de unidades móveis pesquisadas. Para navio-sonda, como o caso da sonda SEADRILL WEST POLARIS, foram 110 navios-sonda pesquisados.

A **Tabela II.9.2.2**, abaixo, foi gerada através do cruzamento dos tipos de unidades/instalações relacionadas



ao quantitativo de acidentes.

**TABELA II.9.2.2 – Número de ocorrências de acidentes por tipo de unidade/installação em todo o mundo – 1970 – 2013 (WOAD on line).**

Tipo de Unidade	Quantidade de Acidentes
Ilha Artificial	1
Barcaça (sem perfuração)	41
Estrutura de concreto	81
Barcaça de perfuração	65
Navio-sonda	91
<i>Drilling tender</i>	10
<i>Flare</i>	1
FPSO/FSU	10
Helicóptero - atividade <i>offshore</i>	238
Jaqueta	716
<i>Jackup</i>	552
<i>Lay barge</i>	21
Boia de carga (Loading buoy)	13
Unidades móveis (sem perfuração)	18
Outras / Estruturas fixas não conhecidas	3
Oleoduto	139
Semissubmersível	277
Navios (outros)	6
Submersível	19
Instalações subsea	4
Plataforma <i>Tension leg</i>	13
Estruturas de suporte de poços	122
<b>Total</b>	<b>2431</b>

Fonte: WOAD - DNV, 2013, (<http://woad.dnv.com/woad>)

Segundo o banco de dados WOAD (DNV, 2013), para navios-sonda há registro de 91 acidentes dentre um total de 110 navios-sonda pesquisados.

Vale ressaltar que um acidente pode compreender uma cadeia de acontecimentos consecutivos (resultados de acidentes ou ocorrências), por exemplo, uma explosão, resultando em incêndio, explosão e vazamento de

óleo. Isto significa que um único acidente ou incidente pode dar origem a várias ocorrências. O número total de ocorrências será, assim, muito mais elevado do que o número total de acidentes registrados. Porém, a **Tabela II.9.2.2**, anteriormente apresentada, é específica para registros de acidentes em navios-sonda durante o período de 1970-2013. Segundo o WOAD, ainda há 65 ocorrências de incidentes (situações de perigo), três ocorrências para quase acidentes e quatro ocorrências para eventos considerados insignificantes em navios-sonda registrados neste banco de dados. Portanto, quando é apresentado na **Tabela II.9.2.2** o valor de 91 acidentes em navios-sonda, este número corresponde as ocorrências registradas e categorizadas como acidente, dentro do total de 163 ocorrências registradas para navios-sonda.

### II.9.2.2. Ocorrência de acidentes por tipologia accidental

Neste item serão apresentados os resultados encontrados no banco de dados WOAD (1970-2013 - versão digital) das ocorrências dos acidentes por tipologia accidental.

A **Tabela II.9.2.3**, a seguir, apresenta o número de acidentes em navios-sondas distribuídos por regiões.

**TABELA II.9.2.3 – Número de ocorrências de acidentes em navio-sondas por tipo de acidentes e por região – 1970 – 2013 (WOAD on line).**

Tipo de Acidentes	Região			Total
	Mar do Norte	Outros	Golfo do México	
<i>Blowout</i>	0	6	3	<b>9</b>
Quebra ou Fadiga	1	6	1	<b>8</b>
Emborcamento	0	5	0	<b>5</b>
Colisão (embarcações não <i>offshore</i> )	0	5	3	<b>8</b>
Colisão (embarcações <i>offshore</i> )	0	21	2	<b>23</b>
Explosão	2	6	0	<b>8</b>
Queda de carga	0	8	4	<b>12</b>
Incêndio	0	7	0	<b>7</b>
Encalhe	0	1	1	<b>2</b>
Derramamento / Vazamento	0	3	2	<b>5</b>
Falha de Máquinas	1	1	0	<b>2</b>
Outros	0	0	1	<b>1</b>
Problemas no poço (sem <i>blowout</i> )	0	0	1	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>69</b>	<b>18</b>	<b>91</b>

Fonte: WOAD - DNV, 2013, (<http://woad.dnv.com/woad>)

Dentre os eventos acidentais envolvendo navios-sonda, a colisão com embarcações da atividade *offshore* foram os mais frequentes. No que se refere ao grau do dano o WOAD fornece as seguintes informações para

navios-sonda, conforme a **Tabela II.9.2.4** a seguir.

**TABELA II.9.2.4 – Número de ocorrências em navio-sondas por tipo de acidentes e pelo grau de intensidade do dano – 1970 – 2013 (WOAD on line).**

NAVIO-SONDA						
Tipo de Acidentes	Grau do Dano					Total
	Insignificante / Sem danos	Menor dano	Dano severo	Dano significativo	Perda total	
<i>Blowout</i>	7	0	1	1	0	9
Quebra ou Fadiga	0	2	2	4	0	8
Emborcamento	0	0	1	0	4	5
Colisão (embarcações não <i>offshore</i> )	2	2	2	2	0	8
Colisão (embarcações <i>offshore</i> )	0	6	0	17	0	23
Explosão	3	2	0	3	0	8
Queda de carga	0	2	2	8	0	12
Incêndio	0	5	0	2	0	7
Encalhe	0	0	1	1	0	2
Derramamento / Vazamento	0	0	0	5	0	5
Falha de Máquinas	0	1	0	1	0	2
Outros	0	0	0	1	0	1
Problemas no poço (sem <i>blowout</i> )	0	0	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>91</b>

Fonte: WOAD - DNV, 2013, (<http://woad.dnv.com/woad>)

A ocorrência em maior número está relacionada à colisão envolvendo embarcações *offshore* com dano significativo, sendo este tipo de dano o mais frequente segundo os dados apresentados.

Com relação a liberações acidentais com potencial direto de dano ao meio ambiente – óleo cru, óleo diesel ou outras substâncias químicas –, a **Tabela II.9.2.5** apresenta o número de liberações ocorridas em navios-sonda em todo o mundo, em função da severidade do derrame.

**TABELA II.9.2.5 – Número de liberações acidentais de óleo cru, óleo diesel ou outras substâncias químicas ocorridas em navios-sonda em todo o mundo.**

Tipo de acidente	Intensidade do Vazamento					Total
	Pequeno	Moderado	Significante	Grande	Muito Grande	
<i>Blowout</i>	6	0	0	3	0	9
Quebra ou Fadiga	8	0	0	0	0	8
Emborcamento	4	0	0	0	1	5
Colisão (embarcações não <i>offshore</i> )	8	0	0	0	0	8
Colisão (embarcações <i>offshore</i> )	21	0	0	1	1	23
Explosão	8	0	0	0	0	8
Queda de carga	12	0	0	0	0	12
Incêndio	6	0	0	0	1	7
Encalhe	2	0	0	0	0	2
Derramamento / Vazamento	5	0	0	0	0	5
Falha de Máquinas	2	0	0	0	0	2
Outros	1	0	0	0	0	1
Problemas no poço (sem <i>blowout</i> )	1	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>91</b>

Fonte: WOAD - DNV, 2013, (<http://woad.dnv.com/woad>)

Ainda com relação a derramamentos de óleo, a **Tabela II.9.2.6** apresenta dados provenientes do *International Oil Spill Database (IOSD)* relativos a derramamentos acidentais em atividades marítimas de E&P no período 1978-1997. Essa base de dados computa mais de 8.600 registros individuais de derramamentos de mais do que 10.000 galões americanos (aproximadamente 34 toneladas), valor este considerado o limite abaixo do qual os dados não são precisos. Para estimativa de derramamentos menores que 34 toneladas, a IOSD utiliza fatores de correção, aplicáveis ao número de derramamentos e à quantidade derramada. Esses fatores foram calculados pela IOSD com base nos registros da *US Coast Guard* no período de 1968 a 1997, considerando o valor limite de 50 galões americanos (aproximadamente 0,17 toneladas), que é o valor a partir do qual, em muitos estados americanos, se faz necessária a notificação do incidente.

**TABELA II.9.2.6 – Derramamentos acidentais de óleo em atividades marítimas de E&P no período 1978-1997**

Ano	Número de derramamentos maiores que 34 t	Número de derramamentos maiores que 0,17 t	Quantidade total (t) derramada em derramamentos maiores que 34 t	Quantidade total (t) derramada em derramamentos maiores que 0,17 t
1978	4	125	3.507	4.155
1979	9	281	478.487	566.874
1980	14	438	43.881	51.987
1981	1	31	340	403
1982	4	125	3.007	3.526
1983	12	375	279.299	330.892
1984	4	125	1.707	2.023
1985	5	156	670	794
1986	5	156	35.371	41.904
1987	6	188	8.969	10.626
1988	6	188	2.020	2.394
1989	6	188	381	451
1990	6	188	7.128	8.623
1991	3	94	180	214
1992	5	156	2.663	3.155
1993	2	63	61	73
1994	2	63	129	153
1995	1	31	500	592
1996	0	-	0	-
1997	4	125	762	903

Fonte: IOSD, 1999

Como se pode observar, os anos de 1979 e 1983 registraram as maiores quantidades de óleo derramadas. Do total derramado em 1979, 476.190 toneladas são atribuídas à erupção do poço exploratório Ixtoc I, que vazou durante 295 dias, na baía da Campeche, na costa do Golfo do México. O outro grande vazamento ocorreu em 1983, devido à erupção de um poço no Campo de Nowruz, no Irã, que despejou 272.109 toneladas de óleo no Golfo Pérsico/Arábico, ao longo de 196 dias. O poço de Nowruz liberou óleo a uma taxa de 571 a 1.429 toneladas diárias, até ser fechado seis meses e meio mais tarde (IOSD, 1999).

Em 1988, o acidente com a plataforma *Piper Alpha* no Mar do Norte, na costa de Aberdeen, Escócia, provocou o derramamento de 750 t de óleo. Nesse mesmo ano, uma plataforma de produção flutuante derramou 1.500 t de óleo no Campo de Fulmar, no Mar do Norte, na costa do Reino Unido. Em 1990, um poço no Campo de Troll, na costa da Noruega, no Mar do Norte, vazou 361 t durante um teste de formação. Em 1992, um erro de operação causou um derramamento de 827 t no Campo de Statfjord, também na costa da Noruega. Ainda em 1992, ocorreu um derramamento de 1.643 t de óleo, devido à erupção de um poço de produção, na costa da Baía de Timbalier, Louisiana, no Golfo do México. Outra plataforma do Mar do Norte,



em 1995, derramou 500 t na costa da Alemanha, como resultado de danos estruturais. Em 1997, a plataforma flutuante de armazenamento *Captain Field* derramou 680 t de óleo no Mar do Norte, a 145 km da costa da Escócia (IOSD, 1999).

Ademais dos acidentes supramencionados vale mencionar que no mês de abril de 2010, houve um acidente no Golfo do México com a plataforma da Transocean *Deepwater Horizon* contratada pela BP, o qual resultou no vazamento de milhares de barris de petróleo na região. Ressalta-se, no entanto, que ainda não estão disponíveis dados oficiais sobre a magnitude do dano causado.

Particularmente com relação a liberações de óleo decorrentes de *blowouts*, estudo da *Royal Society of Canada* (2004) relata algumas estimativas sobre a frequência de ocorrência destes eventos. A **Tabela II.9.2.7** apresenta os valores calculados por LGL (2000, 2003) e Husky (2000) *apud* RSC (2004), com base em dados históricos, para a frequência de derramamentos de óleo decorrentes de *blowouts* em poços exploratórios e de desenvolvimento, respectivamente.

**TABELA II.9.2.7 – Frequência de derramamentos de óleo decorrentes de *blowouts* (por poço perfurado)**

Tipos de poço	Quantidade derramada	
	> 10.000 bbl (1.600 m <sup>3</sup> )	> 150.000 bbl (24.000 m <sup>3</sup> )
Exploração (LGL, 2000)	$1,5 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-5}$
Desenvolvimento ( <i>Husky</i> , 2000)	$7,8 \times 10^{-5}$	$3,9 \times 10^{-5}$

Fonte: RSC, 2004

Para fins de cálculo da frequência de *blowout* utilizou-se o banco de dados históricos *SINTEF Offshore Blowout Database*<sup>20</sup>, publicado em junho de 2006. Segundo o SINTEF, para perfurações em poços exploratórios profundos (poços normais) a frequência é de  $3,1 \times 10^{-4}$  por poço perfurado.

### II.9.2.3. Frequências associadas às tipologias acidentais

Neste item estão apresentados os dados estatísticos gerados através dos bancos de dados WOAD (1980-1997) elaborado pela DNV e HSE (1990-2007), além de outros bancos de dados que apresentam taxas de falhas de equipamentos utilizados em sistemas e subsistemas das unidades marítimas da indústria a de óleo e gás.

A **Tabela II.9.2.8**, apresentada a seguir, explicita o espaço amostral trabalho pelo banco de dados WOAD (1999). Percebe-se que no período de 1980-1997 um total de 10.063 unidades móveis de perfuração formou a base amostral da pesquisa e, mais especificamente, 600 navios-sonda compuseram o universo amostral objeto deste estudo.

**TABELA II.9.2.8– Número de unidades móveis de perfuração (UM) e navios-sonda (NS) em operação por área geográfica e por período (unidades-ano)**

Área Geográfica	Período					
	1970-1979		1980-1997		1970-1997	
	UM	NS	UM	NS	UM	NS
Golfo do México (EUA)	965	121	2.868	76	3.833	197
Mar do Norte	393	12	1.601	4	1.994	16
Outras Áreas	1.734	418	5.594	520	7.328	938
Total	3.092	551	10.063	600	13.155	1.151

Fonte: DNV, 1999, p. 3.5

Com relação à frequência dos eventos acidentais, a **Tabela II.9.2.9** apresenta a frequência média de ocorrência de diferentes tipos de acidente em unidades móveis de perfuração e em navios-sonda, em todo o mundo, por tipo de acidente, para o período 1980-1997.

Cabe observar que os dados apresentados nesta tabela podem ser considerados conservadores, pois incluem apenas unidades em operação no período de 1980 a 1997 (WOAD,1999). Em função da preocupação internacional da indústria com segurança, meio ambiente e avanços tecnológicos, tem sido implementados dispositivos de segurança adicionais nas unidades de perfuração mais modernas e práticas de trabalho mais seguras, fato que poderia resultar na redução da ocorrência de tipologias acidentais associadas à sonda.

**TABELA II.9.2.9 – Frequência média de ocorrência de acidentes em unidades móveis de perfuração (UMP) e navios-sonda (NS) em todo o mundo no período 1980-1997 (ocorrências / 1.000 unidades-ano)**

Tipo de Acidente	Número de ocorrências		Frequência (10 <sup>-3</sup> )	
	UMP	NS	UMP	NS
Falha de Ancoragem	84	4	8,35	6,67
<i>Blowout</i>	108	6	10,73	10,00
Emborcamento	66	5	6,56	8,33
Colisão	28	2	2,78	3,33
Contato	116	10	11,53	16,67
Acidente com Guindaste	41	2	4,07	3,33
Explosão	28	1	2,78	1,67
Queda de Carga	81	4	8,05	6,67
Incêndio	131	8	13,02	13,33
Afundamento	53	3	5,27	5,00
Encalhe	32	1	3,18	1,67
Acidente de Helicóptero	6	-	0,60	-
Inundação	33	2	3,28	3,33
Adernamento	59	4	5,86	6,67
Falha de Máquinas	14	7	1,39	11,67
Perda de Posição	116	5	11,53	8,33
Derramamento	95	2	9,44	3,33
Dano Estrutural	172	12	17,09	20,00
Acidente de reboque	59	1	5,86	1,67
Problema no Poço	141	7	14,01	11,67
Outros	25	1	2,48	1,67

Fonte: DNV, 1999, p. 2.8

Da observação dos dados apresentados na **Tabela II.9.2.9**, conclui-se que, com relação à frequência média de ocorrência dos diferentes tipos de acidente em navios-sonda, a tipologia acidental mais frequente está relacionada ao dano estrutural, seguida por contato, incêndio, problema no poço, falha de máquinas e *blowout*.

Outro banco de dados utilizado é o *Healthy & Safety Executive* (HSE) do Reino Unido, o qual realizou uma pesquisa com o objetivo de obter as estatísticas dos acidentes no ambiente *offshore* para unidades fixas e flutuantes em operação na Plataforma Continental do Reino Unido (UKCS), gerando o relatório *Accident Statistics for Offshore Units on the UKCS 1990-2007* publicado pela *Oil & Gas UK* em abril de 2009.

O objetivo principal desta publicação foi a obtenção de estatísticas completas para os acidentes e incidentes ocorridos na atividade de exploração de petróleo e gás *offshore* através de unidades fixas e flutuantes na

UKCS durante o período de 1990-2007, incluindo o número de acidentes e incidentes com frequências correspondentes por tipo de instalação / equipamento.

As frequências de ocorrência de acidentes para unidades flutuantes nos UKCS no período 1990-2007 são estimadas com base na combinação dos bancos de dados ORION (RIDDDOR 95), MAIB (*Marine Accident Investigation Branch*), WOAD e BLOWOUT (SINTEF<sup>20</sup>). A **Tabela II.9.2.10**, a seguir, apresenta o número de acidentes com suas respectivas frequências, por tipo de unidade, abrangendo o período de 1990 - 2007. Na tabela “N” denota número de ocorrências e “F” denota a frequência anual média por unidade, ou seja, número de ocorrências por unidade ano.

Como resultados deste banco de dados para unidades móveis de perfuração, o HSE apresenta as seguintes taxas de frequência:

**TABELA II.9.2.10 – Número de ocorrências de acidentes e respectivas frequências (por unidade ano) por tipo de unidade móvel de perfuração (UMP). UKCS, 1990-2007.**

TIPO DE UMP	PERÍODO					
	1990 - 1999		2000 - 2007		1990 - 2007	
	N	F	N	F	N	F
Jack up	493	2,002	254	1,367	747	1,729
Semisub	1070	2,666	494	1,852	1564	2,341
Navio-sonda	27	6,585	11	6,471	38	6,552
Total UMP	1590	2,440	759	1,671	2349	2,124

Fonte: HSE - OIL & GAS UK, 2009

No período de 1990 a 2007, 38 acidentes com navio-sonda foram registrados na Plataforma Continental do Reino Unido (UKCS). Considerando o total de unidades móveis de perfuração, 2.349 acidentes foram computados. Sendo assim, a contribuição de acidentes com navios-sonda pode ser considerada baixa, sendo os acidentes com unidades semissubmersíveis de maior peso para as estatísticas de acidentes com unidade móveis de perfuração.

O banco de dados fornece, ainda, o número de ocorrência de acidentes e as suas respectivas frequências relacionadas ao tipo de acidente, como pode ser verificado na **Tabela II.9.2.11**, a seguir:

**TABELA II.9.2.11 – Unidades Móveis de Perfuração - UMP (Mobile Offshore Drilling Units - MODUs) - Número de ocorrências de acidentes e respectivas frequências (por unidade ano). UKCS, 1990-2007.**

TIPO DE EVENTO	PERÍODO					
	1990 - 1999		2000 - 2007		1990 - 2007	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	133	0,204	14	0,031	147	0,133
Blowout	13	0,020	3	6,6E-03	16	0,014
Embarcamento	1	1,5E-03	-	-	1	9,0E-04
Colisão	14	0,021	1	2,2E-03	15	0,014
Contato	108	0,166	25	0,055	133	0,120
Guindastes	697	1,070	410	0,902	1107	1,001
Explosão	10	0,015	-	-	10	9,0E-03
Queda de objetos	851	1,306	547	1,204	1398	1,264
Incêndio	100	0,153	46	0,101	146	0,132
Naufrágio	1	1,5E-03	-	-	1	9,0E-04
Encalhamento	1	1,5E-03	-	-	1	9,0E-04
Helicóptero	3	4,6E-03	-	-	3	2,7E-03
Vazamento	15	0,023	3	6,6E-03	18	0,016
Inclinação	9	0,014	2	4,4E-03	11	0,010
Falha no Maquinário	1	1,5E-03	3	6,6E-03	4	3,6E-03
Perda de Posição	25	0,035	1	2,2E-03	24	0,022
Liberação	160	0,246	78	0,172	238	0,215
Falha estrutural	29	0,045	4	8,8E-03	33	0,030
Reboque	13	0,020	1	2,2E-03	14	0,013
Problemas no poço	136	0,209	186	0,409	322	0,291
Outros	30	0,046	5	0,011	35	0,032

Fonte: HSE - OIL & GAS UK, 2009

De acordo com os dados apresentados na **Tabela II.9.2.11** pode-se observar que as tipologias acidentais mais frequentes no período compreendido entre 1990 e 2007 para unidades móveis de perfuração foram, em ordem decrescente, queda de objetos, acidentes com guindastes e problemas no poço. Ainda de acordo com

os dados da tabela supramencionada, pode-se observar que houve uma redução na ocorrência das duas tipologias acidentais mais frequentes (período de 1990-2007), ao se comparar os eventos registrados nos períodos 1990-1999 e 2000-2007. Para queda de objetos nota-se que houve uma redução de 851 eventos – frequência de 1,306 unidade ano - (1990-1999) para 547 eventos – frequência de 1,204 unidade ano - (2000-2007), representando uma redução de aproximadamente 36% ao se considerar o número de ocorrências de tal tipologia acidental em ambos os períodos citados. Para acidentes com guindastes, por sua vez, a redução no número de acidentes registrados foi de 697 – frequência de 1,070 unidade ano - para 410 - frequência de 0,902 unidade ano - (aproximadamente 41%). Já com relação a problemas no poço, ao se comparar o número de eventos registrados nos períodos 1990-1999 e 2000-2007 observa-se que, ao contrário do ocorrido para os dois eventos mais frequentes, queda de objetos e acidentes com guindastes, houve um aumento no número de registros para tal tipologia acidental de 136 – frequência de 0,209 unidade ano - (1990-1999) para 186 – frequência de 0,409 unidade ano - (200-2007) representando um aumento de aproximadamente 37% no número de eventos registrados.

#### **II.9.2.4 - Magnitude dos Danos Ambientais em Relação a Eventuais Efeitos Tóxicos, Espécies Afetadas e à sua Importância para o Ecossistema em Análise.**

Para a análise histórica dos acidentes ambientais no que diz respeito aos seus efeitos tóxicos, espécies e ecossistemas afetados, foi feito um levantamento bibliográfico dos eventos ocorridos em atividades *offshore* nos quais houve vazamento de óleo no mar. Apesar da abundância de informações associadas a causas e consequências, tal como quantidade de produto derramado, ainda há poucos estudos quanto aos impactos crônicos sobre espécies ou ecossistemas (ITOPF, 2009; CEDRE, 2009). Mesmo quando esses estudos estão disponíveis, não se apresentam muitos dados quantitativos acerca desses impactos. Sendo assim, a **Tabela II.9.2.12** apresenta as informações sobre acidentes para os quais foi reportado algum tipo de impacto ambiental sobre comunidades adjacentes. Dentre os impactos levantados, destacam-se aqueles resultantes dos acidentes com o navio-tanque Exxon-Valdez (1989), que ocorreu em uma área de alta importância biológica, com seus impactos podendo ser observados até os dias de hoje, e com o navio-tanque Jessica, devido à sensibilidade da área atingida (Ilhas Galápagos).

Vale mencionar que em novembro de 2011 ocorreu no Campo de Frade, localizado na Bacia de Campos e operado pela empresa Chevron, um acidente envolvendo vazamento de óleo (cerca de 3.700 bbls)<sup>4</sup>. De acordo com informações apresentadas no *site* da Chevron, o fechamento e abandono do poço, trabalho de contenção e demais respostas ao incidente contribuíram para evitar impactos sobre o meio ambiente. Com relação aos afloramentos de petróleo no Campo Frade, o *site* da empresa informa que estes foram reduzidos a gotículas residuais, que ainda estão sendo capturadas por equipamentos de contenção instalados no fundo do mar. Ainda segundo informações contidas no *site* da empresa, formas de vida marinha não foram afetadas, nenhum óleo atingiu a costa brasileira, não houve feridos e não existe qualquer indicação de ter havido risco à saúde humana<sup>5</sup>. Desta forma, com base nas informações anteriores, este acidente não será reportado na **Tabela II.9.2.12**.

<sup>4</sup> Informação disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=62011&m=chevron&t1=&t2=chevron&t3=&t4=&ar=0&ps=1&cachebust=1418229853689>  
Acesso em dezembro de 2014.

<sup>5</sup> Informação disponível em: <https://www.chevron.com.br/noticias/atuacao-campo-frade.aspx>. Acesso em dezembro de 2014.



Em abril de 2010 ocorreu um vazamento de gás seguido de explosão na plataforma Deepwater Horizon, a qual se encontrava trabalhando para a *BP Exploration & Production Inc.* no poço exploratório Macondo, no Golfo do México. Os processos judiciais associados ao acidente da Deepwater Horizon e ao vazamento de óleo continuam. Na primeira fase de julgamento, o juiz concluiu que houve grave negligência e conduta dolosa por parte da empresa. A BP discordou veementemente dessa sentença e apelou. Na segunda fase, o tribunal não encontrou grave negligência nos esforços de controle da fonte, e concluiu que 3,19 milhões de barris de petróleo teriam sido derramados no Golfo do México. A BP também apelou desta decisão. A fase de penalidades do julgamento se encerrou em fevereiro de 2015, com a decisão sendo aguardada para uma data posterior.

Cientistas da BP, das agências governamentais, de universidades e de outras organizações estão estudando uma variedade de espécies e habitats para entender como a fauna e o meio ambiente podem ter sido afetados pelo derramamento de óleo. Desde maio de 2010, mais de 240 planos de trabalho foram desenvolvidos pelas administrações estaduais e federais e pela BP para estudar recursos e habitats. Os dados do estudo irão permitir uma avaliação dos danos aos recursos naturais no Golfo do México e subsidiar o desenvolvimento de um plano de reabilitação. O plano abordará os danos identificados, incluindo o uso recreativo desses recursos, bem como o custo estimado de implementá-lo. Até o final de 2014, a BP havia gasto cerca de US\$ 1,3 bilhão para apoiar o processo de avaliação - *Vide [gulfsciencedata.bp.com](http://gulfsciencedata.bp.com)* para acesso aos dados ambientais recolhidos através do processo de avaliação de danos aos recursos naturais.

Enquanto a avaliação dos danos ainda está sendo julgada, o trabalho de restauração já começou. Em abril de 2011, a BP comprometeu-se a fornecer até US \$ 1 bilhão a um fundo de restauração destinado a agilizar a recuperação dos recursos naturais afetados em razão do incidente Deepwater Horizon. A BP e as autoridades, em dezembro de 2014, chegaram a um acordo sobre um total de 54 projetos de restauração que devem custar aproximadamente US \$ 700 milhões, dos quais US\$ 629 milhões dólares foram financiados até o final de 2014. A BP está fornecendo o financiamento de projetos em troca de créditos a serem compensados contra o cálculo final das autoridades quanto às obrigações de compensação financeira da BP em razão de danos aos recursos naturais. Ressalta-se que, em função de os danos aos recursos naturais causados por estes acidente ainda não estarem definidos, este não será reportado na **Tabela II.9.2.12**.

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Navio-tanque SS Witwater	Costa do Caribe no Panamá, a aproximadamente 3,7 km a nordeste das ilhas Galeta	1968	588.000 gal (~1911 ton)	Diesel e Bunker C Oil	Ruptura por causa dos mares revoltos no Caribe	-	Atingiu praias arenosas, costões rochosos e manguezais das ilhas Galeta. Os ventos fortes causaram um spray de óleo misturado com água do mar que atingiu árvores e arbustos acima da zona de supralitoral (até cerca de 2m acima da média do nível da maré alta). Árvores de mangue-vermelho e mangue-preto foram severamente atingidas e houve a morte de muitas sementes de mangue-vermelho, da comunidade algal e de invertebrados. Os pesquisadores também observaram tartarugas marinhas mortas nas praias dos manguezais da região após o vazamento, entretanto a real causa dessas mortalidades não foi determinada. Um estudo de acompanhamento realizado 2 meses após o derramamento descobriu que os recifes de coral foram os menos afetados de todas as comunidades estudadas. Uma vez que os recifes encontram-se na zona de infralitoral, eles não tiveram contato direto com o óleo e a maré alta além do normal causada pelos ventos fortes ajudou a evitar a contaminação.	[7] e [11]
Navio-tanque Arco Merchant	Nantucket Shoals (banco de areia), Massachusetts (EUA)	1976	28.000 ton	Óleo combustível	Encalhe	-	Contaminação do sedimento se restringiu à área ao redor do encalhe. Foram encontradas aves com óleo, entretanto o total de mortes é difícil de avaliar. Concluiu-se que o vazamento provavelmente teve pouco efeito sobre as populações de aves costeiras e marinhas fora da costa da Nova Inglaterra.	[1] e [2]

<sup>6</sup> As referências bibliográficas utilizadas estão apresentadas ao final deste item.

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
VLCC (Very Large Crude Carrier) Atlantic Express	10 milhas de Tobago, oeste das Índias	1979	276.000 ton	Óleo cru	Colisão com a embarcação VLCC Aegean Captain durante uma tempestade tropical	-	Não foram feitos estudos de impactos, pouca quantidade de poluição na costa foi reportada nas ilhas próximas.	[1], [2] e [3]
Poço Intox I	80 km da Ciudad del Carmen	1979	Milhares de barris de óleo antes do poço ser controlado somente em 1980	Óleo cru	<i>Blowout</i> (descontrole do poço)	Baía de Campeche e impactou parte da costa do México e Texas (257 km de costa)	O vazamento atingiu praias de importância comercial e com ecossistemas sensíveis na região do Texas e México. Foram encontradas algumas espécies de tartarugas sujas com óleo e alguns indivíduos mortos.	[7]
Poço Nowruz	Golfo Pérsico, Irã	1983	42 milhões de galões de óleo (~136.500 ton)	Óleo cru	Guerra Irã-Iraque	-	Foram impactados os ecossistemas praias arenosas, costões rochosos e ilhas costeiras. Muitos animais morreram e foram encontrados ao longo da costa do Golfo Pérsico, incluindo cerca de 56 tartarugas-verde e de pente que foram mortas nas ilhas de Jan e Karan. Estima-se que cerca de 500 indivíduos das duas espécies tenham morrido, representando a aniquilação de toda a população da tartaruga-de-pente a maior parte da população de tartaruga-verde. Os impactos diretos e indiretos do óleo sobre as tartarugas marinhas, seus ninhos e seu habitat ainda permanecem desconhecidos, mas conclui-se que os impactos foram severos.	[7]

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Navio-tanque Vista Bella	Nevis Island, Caribe	1991	2.000 ton	Óleo combustível pesado	Danos no navio	Atingiu 5 jurisdições: Saint Kitts e Nevis, ilhas Sabba e Saint Martin, Saint Bartholomew, as Ilhas Virgens Britânicas e Ilhas Virgens Americanas e Porto Rico.	Praias que são locais de desova de tartarugas marinhas foram atingidas.	[2] e [7]
Navio de carga combinada (óleo e minério Aegean Sea	Espanha, próximo ao porto de La Coruna na costa da Galícia	1992	67.000 (ton)	Óleo cru	Encalhe	Ocorreu em águas rasas a cerca de 50 metros da costa atingindo cerca de 300km da linha da costa.	O óleo impactou costões rochosos, pequenas praias arenosas e áreas planas de marisma. Várias espécies de importância comercial foram afetadas, como mexilhões e houve restrição à pesca o que acabou impactando a indústria pesqueira.	[1], [2] e [3]
Barcaça Bouchard B155	Tampa Bay, Florida	1993	336.000 gal (~1092 ton)	Óleo combustível pesado	Colisão com outras embarcações	O óleo cobriu aproximadamente 23km de costa.	Foram atingidas praias arenosas, diversos manguezais, ilhas e diques. Também foram impactadas áreas de desova e forrageamento de tartarugas marinhas.	[7] e [9]

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Navio-tanque Jessica	Ilhas Galápagos, Equador	2001	600 ton de óleo combustível leve + 200 ton de óleo combustível intermediário.	Óleo combustível leve e intermediário	Encalhe (condições meteorológicas e falha humana)	12 ilhas (450km)	Cerca de 370 animais foram atingidos pelo combustível como aves, mamíferos e répteis. 79 leões marinhos foram afetados pelo vazamento e 15.000 iguanas marinhas da ilha de Santa Fé foram mortas. Dezenas de milhares de peixes e invertebrados também foram afetados. Devido ao comportamento de muitos animais e a alta toxicidade do óleo, muitos animais podem ter morrido e afundado, não sendo reportados nas estatísticas. A pesca foi afetada em uma pequena escala.	[1], [2] e [10]
Navio-tanque monocasco Prestige	Espanha	2002	64.000 ton	Óleo combustível pesado	Danos do casco devido aos fortes mares no norte da Espanha	1.900 km de costa	O óleo se espalhou por longas distâncias com os ventos e correntes, atingindo, principalmente as costas da Espanha e França. No total, 6 países foram atingidos. Os ecossistemas mais impactados foram os costões rochosos. A pesca foi proibida em 90% da costa. Na França e Espanha também houve impacto no turismo no ano de 2003.	[1], [2]
Navio-tanque Amoco Cadiz	Bretanha, França	1978	223.000 ton	223.000 (ton) petróleo leve e óleo cru + 4.000 (ton) de diesel	Problemas mecânicos	320 km da costa da Bretanha até as Ilhas Channel.	Vários ecossistemas costeiros de importância ecológica foram atingidos, principalmente marismas e estuários. Cerca de 10.000 toneladas foram biorremediadas.	[1], [2] e [3]

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Navio-tanque Castillo de Bellver	70 milhas ao norte de Cape Town, Baía de Saldanha, África do Sul	1983	~ 50-60.000 ton	Óleo cru	O navio pegou fogo e depois quebrou em dois.	-	Os efeitos ambientais foram mínimos apesar da quantidade considerável de óleo que vazou. Não foi exigida muita limpeza (foram utilizados alguns sprays de dispersantes). O único dano visível foi a contaminação por óleo de 1.500 gansos-patola, a maioria dos quais foi coletada numa ilha perto da costa onde eles se reuniam para o início do período reprodutivo. Também foi observada uma série de focas próxima à superfície onde foram pulverizados os dispersantes, mas os animais parecem não ter sofrido nenhum efeito adverso.	[1], [2] e [3]
Navio-tanque Exxon-Valdez	Prince William Sound, Alaska, EUA	1989	38.500 (ton)	Óleo cru	Encalhe	30.000 km <sup>2</sup> de costa. Foi o maior vazamento em águas norte-americanas, sendo, consequentemente, a resposta a vazamento de óleo mais cara da história (mais de US\$ 2 bilhões).	Vários ecossistemas costeiros foram atingidos, principalmente costões rochosos e praias. Cerca de 1.000 lontras marinhas e 400.000 aves morreram e foram observados danos a longo prazo para a população de peixes. A população residente de baleia Orca sofreu danos diretos e indiretos, resultando na diminuição da sua população.	[1], [2], [3], [5] e [6]



**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Poços	Golfo Pérsico	1991	entre 700.000 e 900.000 ton	Óleo cru	Guerra do Golfo	1.554 km <sup>2</sup>	Matou milhares de animais, principalmente peixes, moluscos e corais. A alta mortalidade de peixes beneficiou a população de zôoplancton que se reproduziu rapidamente e se tornou muito abundante devido à falta de predadores. Os corais apresentaram sintomas de forte estresse, causando mortalidade e branqueamento. Milhares de quilômetros quadrados de bancos de algas foram inundados por óleo. Estima-se, também, que 30.000 aves marinhas foram mortas pela exposição direta ao óleo. Em relação às tartarugas marinhas não se sabe a extensão dos danos, mas sabe-se que foram severos, estima-se uma gama de centenas de indivíduos, mas isso não é bem documentado. Muitos fatores ambientais levaram mais tempo que o esperado para se recuperar	[1], [2], [3] e [7]
Navio-tanque Braer	Ilhas Shetland, Reino Unido	1993	84.500 ton	84.700 (ton) de óleo cru pesado + 1.500 (ton) de heavy bunker oil	Condições de tempo severas, ventos fortes e tempestades causaram problemas mecânicos causando encalhe	-	Como o vazamento foi pequeno, a linha de costa atingida foi limpa com a ajuda de uma pequena força-tarefa. No entanto, uma grande quantidade de peixes e moluscos foi contaminado por óleo, resultando na exclusão de áreas de pesca.	[1], [2] e [3]

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Navio-tanque Sea Empress	Milford Haven, Reino Unido	1996	73.000 (ton), somente 3.700-5.300 (ton) de óleo atingiram a costa	Óleo cru	Encalhe	200 km de costa	<p>Vários segmentos foram impactados direta e indiretamente como:</p> <p><b>Turismo</b> → devido à rapidez na limpeza associado ao fato dos turistas da região serem "fiéis" ao local, o impacto no turismo foi considerado modesto.</p> <p><b>Pesca comercial</b> → houve proibição da pesca comercial e de recreação, assim como a de coleta de algas. Também foi proibida a captura de salmão e truta nos rios dentro da zona impactada. Essas proibições diziam respeito a uma área de 2.100 km<sup>2</sup>. Não foram relatadas mortalidades de peixes, crustáceos ou moluscos que pudessem ser atribuídos ao vazamento do óleo. Entretanto, não há evidência de que a desova dessas espécies não tenha sofrido danos em 1996 ou nos anos subsequentes.</p> <p><b>Impactos costeiros</b> → costões rochosos, morte de gastrópodes em sua maioria em áreas de contaminação por óleo fresco (próximas ao vazamento).</p> <p><b>Aves</b> → cerca de 7.000 aves contaminadas foram coletadas na área costeira e um número desconhecido morreu no mar.</p>	[1], [2], [3] e [8]

**TABELA II.9.2.12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados**

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas <sup>6</sup>
Oleoduto	Baía de Guanabara	2000	300.000 galões (~975 ton)	Óleo	Ruptura de um duto devido a altas temperaturas	-	Uma das espécies mais impactadas foi a ave biquá ( <i>Phalacrocorax brasilianus</i> ) por causa do seu comportamento de mergulho. Entretanto é impossível determinar o grau de impacto na população local devido à falta de informações prévias sobre a abundância e distribuição da espécie. Após o acidente a população residente de boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> ) foi vista saindo da baía para a linha de costa, evitando assim o contato com o óleo. Após a limpeza da área, a população voltou para a Baía e mostrou comportamento normal de alimentação e reprodução.	[1] e [4]
Navio tanque: Solar 1	Filipinas	2006	2000 ton	Óleo combustível intermediário	Naufrágio	125km de costa	O acidente causou impacto em diferentes nas ilhotas da região, causando impactos severos a 500 hectares de manguezais. Impactou também a atividade pesqueira da região.	[2] e [12]

- **Referências Bibliográficas**

- [1] SILVA, F.Q.M. 2004. **Produção de biossurfactante por bactérias isoladas de sedimento de mangue (Apa de Guapimirim, RJ)**. Monografia. Bacharelado em Ciências Biológicas – Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense.
- [2] [www.itopf.com](http://www.itopf.com). Acessado em dezembro de 2014.
- [3] [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr). Acessado em dezembro de 2014.
- [4] BARCELLOS, L. & SILVA F. O, R. P. 2003. Petrobras wildlife rehabilitation response at Guanabara bay oil spill. *In: International Oil Spill Conference*. 4p.
- [5] MATKIN, C. & SAULITIS, E. 1997. **Killer Whales**. Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council. Restoration Notebook.
- [6] [www.evostc.state.ak.us](http://www.evostc.state.ak.us). Acessado em dezembro de 2014.
- [7] YENDER, R.A. & MEARNNS, A. J. 2003. Case Studies of spills that threaten sea turtles. *In: Oil and Sea Turtles*. NOAA. 116pp.
- [8] EDWARDS, R. & WHITE, I. 2009. The sea empress oil spill: Environmental Impact and Recovery. Disponível em: <http://www.martrans.org/eu-mop/library/CASE%20STUDIES/ITOPF/3.pdf>. Acessado em Dezembro de 2014.
- [9] <http://rpitt.eng.ua.edu>. Acessado em dezembro de 2014.
- [10] <http://www.galapagos.to/TEXTS/Jessica.HTM>. Acessado em dezembro de 2014.
- [11] NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2001. **Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations**. 80pp.
- [12] YENDER, R.; LLOYD, A. (2008). **Impacts and response challenges of the tanker SOLAR 1 oil spill, Guimaras, Philippines: Observations of international advisors**. Paper presented at: 20th Triennial International Oil Spill Conference, Savannah, Georgia, May 4-8, 2008.

## II.9.3. IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

### II.9.3.1. INTRODUÇÃO

No contexto de uma Análise de Riscos, um cenário de acidente (também denominado hipótese acidental ou simplesmente acidente) é definido como uma sequência de eventos específicos, não propositalmente, que tenham consequências indesejáveis. O primeiro evento da sequência é o evento iniciador. Normalmente há um ou mais eventos entre o evento iniciador e a consequência, onde estes eventos intermediários podem ser decorrentes de variações de respostas do sistema e de seus operadores ao evento iniciador. Diferentes respostas ao mesmo evento iniciador podem determinar consequências distintas do acidente e, portanto, diferentes cenários acidentais. Mesmo quando as consequências são semelhantes quanto ao efeito físico, elas podem diferir em magnitude.

É importante encarar o cenário de acidente como uma sequência de eventos porque, teoricamente, cada evento representa uma oportunidade de redução da frequência e/ou da consequência do acidente.

Em Análise de Riscos, as palavras perigo e risco possuem significados particulares e que não coincidem com seus significados usuais.

Um perigo é definido como uma característica do sistema que representa a causa em potencial de um acidente de consequência indesejável, por exemplo, liberação de líquido inflamável num trecho da planta ou unidade.

Por outro lado, o risco é um conceito definido como combinação de dois outros – a frequência de ocorrência do cenário acidental e a severidade expressa através da sua consequência. De fato, o risco é definido como o produto da frequência do cenário acidental pela respectiva consequência, em símbolos:

$$\text{Risco} = f \times C$$

Observa-se, portanto que:

- 1 Ainda que as consequências de um dado cenário possam ser grandes, o risco pode ser pequeno desde que seja pequena sua frequência de ocorrência, e vice-versa;
- 2 Um perigo não identificado é um risco não avaliado.

### II.9.3.2. METODOLOGIA EMPREGADA

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos eventos perigosos ao meio ambiente relacionados à Atividade de Perfuração Marítima no Bloco CE-M-661 foi a Análise Preliminar de Riscos (APR). A APR é uma técnica estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos indesejáveis, que tenham como consequência danos à integridade física de pessoas, propriedades ou meio ambiente.

Na APR, busca-se identificar as causas de cada um dos eventos perigosos e suas respectivas consequências. Além disso, é realizada uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência dos diferentes cenários


acidentais (a partir da Análise Histórica de Acidentes, item II.9.2 deste estudo), da gravidade das suas consequências e do risco associado.

Todos os cenários identificados foram classificados, com base na Resolução CONAMA 398/08, em pequeno, médio e grande, de acordo com o seguinte critério:

- **Pequeno vazamento:** volume vazado  $\leq 8 \text{ m}^3$
- **Médio vazamento:**  $8 \text{ m}^3 < \text{volume vazado} \leq 200 \text{ m}^3$
- **Grande vazamento:** volume vazado  $> 200 \text{ m}^3$

As frequências foram estimadas com base nos elementos que compõem cada sistema analisado, assim como possíveis causas para os cenários identificados, tendo sido utilizadas, sempre que disponíveis nos bancos de dados consultados, frequências de falha diferentes para cada magnitude considerada. Por sua vez, os graus de severidade foram estimados de acordo com o inventário derramado.

Um modelo da planilha utilizada na realização da APR é apresentado, a seguir, na **Figura II.9.3.1**.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA:		Unidade de Perfuração:			FOLHA:					
DEPARTAMENTO:				REVISÃO:						
SISTEMA:		SUBSISTEMA:			DATA:					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		

**FIGURA II.9.3.1 – Modelo de APR**



Para o preenchimento de cada uma das colunas da planilha de APR foram empregadas as seguintes definições:

**1ª coluna: Perigo**

São as fontes de risco identificadas no sistema sob análise, com potencial de dano às instalações, aos operadores, ao público ou ao meio ambiente. Tais fontes se encontram associadas à presença de substâncias perigosas capazes de causar danos caso venham a ser liberadas para o mar em consequência de eventos acidentais.

**2ª coluna: Causas**

São eventos simples ou combinados que levam à consumação dos perigos previamente identificados, tais como ruptura de tubulações, falhas de instrumentos, erros humanos, falhas de sistemas de proteção, etc.

**3ª coluna: Modo de detecção**

São as formas pelas quais é possível perceber a ocorrência de um determinado evento acidental, seja através da própria percepção humana ou por meio de instrumentos indicados para tal finalidade.

**4ª coluna: Efeitos**

São as consequências danosas ao meio ambiente e às instalações, advindas da consumação dos perigos identificados. São incluídas a fauna, flora e instalações (ecossistemas/meio ambiente).

**5ª coluna: Categoria de frequência**

Corresponde à indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário acidental identificado. As categorias de frequência utilizadas neste trabalho estão apresentadas na **Tabela II.9.3.1**.

**TABELA II.9.3.1 – Categorias de frequência dos cenários acidentais**

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Característica</b>	<b>Frequência (ocorrência/ano)</b>
A	Remota	Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação e/ou para o qual não há registro anterior de ocorrência para as condições operacionais de análise.	$F < 10^{-3}$
B	Improvável	Improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.	$10^{-3} \leq F < 10^{-2}$
C	Provável	Provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.	$10^{-2} \leq F < 10^{-1}$
D	Frequente	Esperado de ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.	$F \geq 10^{-1}$

**6ª coluna: Categoria de severidade**

É a indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário acidental identificado. De maneira geral, a categoria de severidade foi estimada com base na quantidade e na toxicidade das substâncias liberadas para o ambiente. As categorias de severidade utilizadas neste trabalho estão apresentadas na **Tabela II.9.3.2**.

**TABELA II.9.3.2 – Categorias de severidade para danos ao meio ambiente**

Categoria	Denominação	Característica	Volume Liberado (m <sup>3</sup> )
1	Leve	Dano ambiental leve, imediatamente recuperável sem intervenção.	$0 < V \leq 1$
2	Menor	Danos ao meio ambiente de pequena magnitude, sem efeitos duradouros.	$1 < V \leq 8$
3	Moderada	Danos ao meio ambiente de efeito prolongado, requerendo medidas de recuperação.	$8 < V \leq 200$
4	Crítica	Danos importantes ao meio ambiente, requerendo diversas medidas para recuperação.	$200 < V \leq 11.200$
5	Catastrófica	Danos importantes e duradouros ao meio ambiente, atingindo áreas extensas.	$V > 11.200$

**7ª coluna: Classificação de risco**

É a indicação qualitativa do nível de risco residual de cada cenário acidental identificado, a partir das indicações anteriores das categorias de frequência e severidade. A matriz utilizada para classificação de risco dos cenários acidentais está apresentada na **Tabela II.9.3.3**.

**TABELA II.9.3.3 – Matriz para classificação de risco dos cenários acidentais**

MATRIZ DE RISCO				
Severidade	Frequência			
	A – Remota	B – Improvável	C – Provável	D – Frequente
1 – Leve	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco médio
2 – Menor	Risco baixo	Risco baixo	Risco médio	Risco médio
3 – Moderada	Risco baixo	Risco médio	Risco médio	Risco alto
4 – Crítica	Risco médio	Risco médio	Risco alto	Risco alto
5 – Catastrófica	Risco médio	Risco alto	Risco alto	Risco alto

**8ª coluna: Recomendações**

Esta coluna contém recomendações de medidas de redução do risco associado aos perigos identificados.

### **9ª coluna: Cenário**

Esta coluna contém a identificação numérica do cenário/evento acidental analisado, para referência posterior.

### **II.9.3.3. SISTEMAS E SUBSISTEMAS ANALISADOS**

A identificação dos eventos perigosos na atividade de perfuração foi obtida a partir da investigação e análise dos processos, equipamentos, sistemas e subsistemas que compõem o navio-sonda SEADRILL West Polaris e das embarcações de apoio a serem empregadas na atividade. A análise buscou diagnosticar as falhas capazes de provocar vazamentos de óleo, derivados e produtos químicos para o ambiente.

Os resultados obtidos na identificação dos eventos acidentais estão baseados na análise histórica de acidentes e na análise de desvios que provocam falhas, considerando as características dos processos e dos equipamentos.

A análise foi efetuada contemplando os sistemas envolvidos nas operações de perfuração e de apoio onde existe possibilidade de ocorrência de eventos acidentais capazes de afetar o meio ambiente ou instalações de terceiros. Os seguintes sistemas e respectivos subsistemas foram analisados:

- **Perfuração**
  - Preparação, tratamento, armazenamento e circulação do fluido de perfuração
  - Controle do poço
  
- **Óleo Combustível**
  - Armazenamento e circulação
  - Embarcações de apoio
  - Transferência da embarcação de apoio para a unidade de perfuração
  
- **Drenagem e Tratamento de Efluentes**
  - Drenagem controlada de efluentes oleosos
  
- **Óleo Lubrificante**
  - Armazenamento e circulação
  
- **Querosene de Aviação (QAV)**
  - Armazenamento, circulação e transferência
  
- **Barita/Bentonita**
  - Armazenamento e circulação de Barita/Bentonita
  
- **Cimento**
  - Armazenamento e circulação de Cimento

- **Estabilidade**

- Unidade de Perfuração
- Embarcações de apoio

Destes sistemas e subsistemas analisados resultaram os cenários apresentados na **Tabela II.9.3.4**. Os vazamentos ocorridos foram divididos em até três categorias de vazamento de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 398/08, conforme abaixo:

- **Pequeno vazamento:**  $0 < \text{Volume} \leq 8 \text{ m}^3$ ;
- **Médio vazamento:**  $8 < \text{Volume} \leq 200 \text{ m}^3$ ;
- **Grande vazamento:**  $\text{Volume} > 200 \text{ m}^3$ .

Apresenta-se a seguir, na **Tabela II.9.3.4**, as hipóteses acidentais resultantes dos sistemas considerados para elaboração das planilhas de Análise Preliminar de Riscos (APR).

**TABELA II.9.3.4 – Cenários acidentais analisados**

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
01	Perfuração	Preparação, Tratamento, Armazenamento e Circulação do Fluido de Perfuração	Pequeno vazamento de fluido de perfuração devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.
02			Médio vazamento de fluido de perfuração devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.
03			Grande vazamento de fluido de perfuração devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.
04		Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar ( <i>Blowout</i> ).
05			Médio vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar ( <i>Blowout</i> ).
06			Grande vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar ( <i>Blowout</i> ).

**TABELA II.9.3.4 – Cenários acidentais analisados**

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
07	Óleo Combustível	Armazenamento e Circulação	Pequeno vazamento de óleo combustível devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.
08			Médio vazamento de óleo combustível devido furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.
09			Grande vazamento de óleo combustível devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.
10		Embarcações de Apoio	Pequeno vazamento de óleo combustível devido a trincas e furos no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame de óleo para o mar.
11			Médio vazamento de óleo combustível devido a trincas e furos no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame para o mar.
12			Transferência da Embarcação de Apoio para a Unidade de Perfuração
13	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.
14			Médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.
15	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Circulação	Pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios a partir do ponto de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.

**TABELA II.9.3.4 – Cenários acidentais analisados**

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
16	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Circulação	Médio vazamento de óleo lubrificante devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.
17	Querosene de Aviação	Armazenamento, Circulação e Transferência	Pequeno vazamento de querosene de aviação devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os tanques de consumo na aeronave resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.
18	Barita/Bentonita	Armazenamento e Circulação de Barita/Bentonita	Pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação, em silos, linhas e /ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.
19			Médio vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação, em silos, linhas e /ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.
20	Cimento	Armazenamento e Circulação de Cimento	Pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.
21			Médio vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.
22	Estabilidade	Unidade de perfuração	Grande vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido à perda de estabilidade da unidade de perfuração resultando em seu afundamento.
23		Embarcações de apoio	Grande vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio resultando em seu afundamento.



A **Tabela II.9.3.5**, a seguir, correlaciona as faixas de vazamentos da Resolução CONAMA nº 398/08 com as Categorias de Severidade (**Tabela II.9.3.2**).

**TABELA II.9.3.5 – Classificação de Severidade conforme CONAM 398/08**

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Característica</b>	<b>Volume Liberado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Correlação CONAMA 398/08</b>
1	Leve	Dano ambiental leve, imediatamente recuperável sem intervenção.	$0 < V \leq 1$	Pequeno Vazamento
2	Menor	Danos ao meio ambiente de pequena magnitude, sem efeitos duradouros.	$1 < V \leq 8$	
3	Moderada	Danos ao meio ambiente de efeito prolongado, requerendo medidas de recuperação.	$8 < V \leq 200$	Médio Vazamento
4	Crítica	Danos importantes ao meio ambiente, requerendo diversas medidas para recuperação.	$200 < V \leq 11.200$	Grande Vazamento
5	Catastrófica	Danos importantes e duradouros ao meio ambiente, atingindo áreas extensas.	$V > 11.200$	

#### II.9.3.4 - VOLUMES LIBERADOS DE ÓLEO

Na **Tabela II.9.3.8** são apresentados os volumes liberados de óleo (óleo cru, óleo diesel/óleo combustível, óleo lubrificante, fluido de perfuração (óleo base) e água oleosa/efluente oleoso), para cada um dos cenários analisados envolvendo vazamentos de óleo. É importante mencionar que para fins de cálculo do Risco Ambiental associado à atividade de perfuração marítima, foram selecionados apenas os cenários capazes de resultar em contaminação ambiental, ou seja, os cenários envolvendo vazamentos de hidrocarbonetos para o mar (cenários listados na **Tabela II.9.3.6**).

Para a realização dos cálculos dos volumes liberados de óleo, as seguintes considerações foram feitas:

- Para a determinação da severidade dos sistemas envolvendo armazenamento de óleo foi considerado o inventário total do maior tanque de cada um dos produtos dos sistemas analisados;
- Todos os vazamentos de óleo identificados na Análise Preliminar de Riscos (APR) ocorridos em áreas cobertas pelo sistema de drenagem do navio-sonda Seadrill West Polaris não foram considerados como capazes de causar contaminação ambiental em função de o volume de óleo liberado, na ocorrência de um vazamento, ficar contido no sistema de drenagem, não acarretando, portanto, em vazamento de óleo para o mar e conseqüente contaminação ambiental;
- A determinação das áreas assistidas pelo sistema de drenagem do navio-sonda Seadrill West Polaris, quando da ocorrência de um vazamento de óleo, bem como as suas respectivas capacidades de contenção de óleo foram fornecidas pela Seadrill Management (S) Pte Ltd (empresa proprietária da unidade Seadrill West Polaris) através de desenhos técnicos, P&IDs e informações técnicas. O

**Anexo A** apresenta os desenhos técnicos e P&IDs dos sistemas e subsistemas analisados desta unidade. No **Anexo B**, por sua vez, é apresentado o arranjo geral da sonda.

- Complementarmente, de forma conservativa foi considerado que, caso a capacidade de contenção do sistema de drenagem fosse inferior ao volume de óleo liberado em cada sistema analisado, o sistema seria considerado como sendo 100% não contido, ou seja, que todo o volume de óleo liberado atingiria o mar, resultando, portanto, em contaminação ambiental;
- Ainda de forma conservativa, para os cenários envolvendo vazamentos de fluido de perfuração de base sintética, conservativamente considerou-se a ocorrência de vazamentos de óleo base. Tal consideração deve-se ao fato de o óleo base ser composto por 100% de óleo enquanto fluidos de base sintética apresentam em média cerca de 60% de óleo em suas composições. Desta forma, um vazamento de óleo base apresenta uma maior severidade para o meio ambiente que o vazamento do fluido de base sintética, o qual será circulado no poço;
- Para a determinação do volume máximo de óleo cru devido à ocorrência de *blowout* foi considerada a liberação de óleo durante trinta dias a uma vazão de aproximadamente 443,6 m<sup>3</sup>/dia;
- A vazão de transferência de óleo diesel/combustível para o navio-sonda, dependente do barco de apoio, foi estimada como sendo de 150 m<sup>3</sup>/h para efeitos de cálculos (limite operacional pelas condições de transferência em alto mar);
- O tempo máximo de detecção e interrupção do bombeio foi estimado como sendo de no máximo três (03) minutos;
- Ainda com relação aos barcos de apoio, o volume máximo de óleo liberado a partir dos tanques destas unidades foi considerado como sendo de 161,3 m<sup>3</sup>, correspondendo à capacidade total de armazenamento do maior tanque de óleo dentre as embarcações de apoio tipo previstas para a atividade;
- No que diz respeito ao afundamento das embarcações de apoio, para a determinação da severidade deste sistema considerou-se como volume máximo de óleo combustível capaz de ser liberado o volume de 1.000 m<sup>3</sup>, correspondente à maior capacidade total de armazenamento de óleo combustível dentre as embarcações de apoio tipo previstas para serem empregadas durante a atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-661 (embora as embarcações de apoio previstas para a atividade tenham capacidade de armazenamento de óleo entre 700 e 1.000 m<sup>3</sup>, é esperado que a carga média de óleo nestas embarcações seja de 250 a 500 m<sup>3</sup>);
- Para a determinação da severidade do cenário relacionado ao vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido à perda de estabilidade da Unidade de Perfuração resultando em seu afundamento foi calculada a soma dos tanques de óleo diesel/combustível, óleo lubrificante, querosene de aviação, *bilge tank*, recuperação de óleo, óleo base, barita/bentonita e cimento presentes no navio-sonda. Assim sendo, o volume total obtido foi de aproximadamente 8.748,1 m<sup>3</sup>. É importante mencionar que, na unidade de perfuração, do volume total apresentado, 7.844,1 m<sup>3</sup> correspondem

especificamente ao armazenamento de óleo (óleo combustível, óleo diesel, óleo lubrificante, óleo base, querosene de aviação e tanque de drenagem oleosa). Vale ressaltar que, embora o querosene de aviação tenha sido considerado para a determinação do volume total de óleo liberado devido ao afundamento da unidade de perfuração, durante a atividade de perfuração marítima não está prevista a ocorrência de abastecimento de aeronaves;

- Nas liberações de água oleosa/efluente oleoso, conservativamente considerou-se que o inventário do tanque de drenagem oleosa (utilizado para determinar o volume máximo deste sistema) seria composto 100% por óleo;
- Na análise dos sistemas foram considerados isolamentos/contenções;
- Considerou-se que em caso de furo/ruptura do casco duplo o volume total do óleo vazado atingirá o mar.

De acordo com as premissas supracitadas dentre todos os sistemas e subsistemas analisadas foram identificados os cenários listados abaixo como sendo capazes de causar liberação de óleo que atinja o mar:

**TABELA II.9.3.6 – Cenários envolvendo vazamento de óleo para o mar**

Cenário da APR	Sistema	Subsistema
04, 05 e 06	Perfuração	Controle do Poço
10 e 11	Óleo Combustível	Embarcações de Apoio
12		Transferência da Embarcação de Apoio para a Unidade de Perfuração
13 e 14	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos
22	Estabilidade	Unidade de Perfuração
23		Embarcações de Apoio

É importante observar, conforme mencionado anteriormente, que alguns cenários envolvendo vazamentos de óleo identificados na APR não foram considerados para efeitos do cálculo do Risco Ambiental em função de estes vazamentos ficarem contidos no sistema de drenagem da unidade de perfuração não resultando, portanto, em contaminação ambiental. Estes cenários com os seus respectivos inventários de óleo liberados e capacidades de contenção existentes segundo informação disponibilizada pela Seadrill são apresentados, a seguir, na **Tabela II.9.3.7**.

**TABELA II.9.3.7 – Cenários envolvendo vazamentos de óleo não contabilizados para o cálculo do Risco Ambiental**

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Volume liberado de óleo [m <sup>3</sup> ]	Contenção existente [m <sup>3</sup> ]
01	Perfuração	Preparação, Tratamento, Armazenamento e Circulação do Fluido de Perfuração	8,0	960
02			200	960
03			498	960
07	Óleo Combustível	Armazenamento e Circulação	8,0	5818
08			200	5818
09			2.926,1	5818
15	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Circulação	8,0	183,6
16		Armazenamento e Circulação	52,5	183,6
17	Querosene de Aviação	Armazenamento, Circulação e Transferência	2,9	5,37

Vale ressaltar que os cenários acidentais apresentados acima (**Tabela II.9.3.7**), apesar de não terem como consequência a contaminação ambiental (vazamento para o mar), pois os volumes liberados permanecem contidos na sonda através dos sistemas de drenagem/contenção evidenciados nos desenhos técnicos e P&IDs (**Anexo A**), tiveram seus riscos devidamente levantados e registrados, conforme estabelecido na metodologia da APR.

**TABELA II.9.3.8 – Cálculo dos volumes liberados de óleo**

Cenário da APR	Produto	Volume armazenado em tanques e linhas [m <sup>3</sup> ]	Vazão de bombeio / fluxo	Tempo de interrupção	Volume de óleo liberado na transferência [m <sup>3</sup> ]	Ocorrência de contaminação ambiental	Volume de óleo liberado <sup>7</sup> [m <sup>3</sup> ]
01	Fluido de Perfuração (Óleo Base)	498,0	-	-	-	Não	-
02	Fluido de Perfuração (Óleo Base)	498,0	-	-	-	Não	-
03	Fluido de Perfuração (Óleo Base)	498,0	-	-	-	Não	-
04	Óleo Cru	-	443,6 m <sup>3</sup> /d	30 dias	8,0	Sim	8,0
05	Óleo Cru	-			200,0	Sim	200,0
06	Óleo Cru	-			13.307,0	Sim	13.307,0
07	Óleo Combustível	2.926,1	-	-	-	Não	-
08	Óleo Combustível	2.926,1	-	-	-	Não	-
09	Óleo Combustível	2.926,1	-	-	-	Não	-
10	Óleo Combustível	161,3	-	-	-	Sim	8,0
11	Óleo Combustível	161,3	-	-	-	Sim	161,3
12	Óleo Combustível	-	150 m <sup>3</sup> /h	3 min	7,5	Sim	7,5
13	Efluentes Oleosos	95,9	-	-	-	Sim	8,0
14	Efluentes Oleosos	95,9	-	-	-	Sim	95,9
15	Óleo Lubrificante	52,5	-	-	-	Não	-
16	Óleo Lubrificante	52,5	-	-	-	Não	-
17	Querosene de Aviação	2,9	-	-	-	Não	-
22	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Base <sup>8</sup>	7.844,1	-	-	-	Sim	7.844,1
23	Óleo Combustível	1.000,0	-	-	-	Sim	1.000,0

<sup>7</sup> Não considerando a contenção secundária devido ao casco duplo.

<sup>8</sup> Inclui os tanques de água oleosa e de óleo recuperado.

### II.9.3.5. AVALIAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

Apresenta-se neste item a Análise Quantitativa de Riscos realizada para a determinação das frequências de ocorrência dos cenários ambientais analisados que envolvem derramamento de óleo para o mar, causando contaminação ambiental. Esta análise foi subsidiada pelos P&IDs (*Piping and Instrumentation Diagrams*) dos principais sistemas da Unidade, os quais estão apresentados no **Anexo A**, e por bancos de dados como TNO e HSE dos quais foram extraídas as taxas de falha dos equipamentos envolvidos em cada um dos sistemas analisados.

Com as taxas de falha dos equipamentos foi possível determinar a frequência de ocorrência dos eventos iniciadores das hipóteses acidentais identificadas nas planilhas de APR. Considerou-se que cada um dos equipamentos dos sistemas analisados pode, individualmente, causar um vazamento. Dessa forma, o cálculo da frequência consiste em somar as taxas de falha de cada um dos equipamentos que constitui os sistemas/subsistemas analisados.

A premissa de que os médios e grandes volumes de vazamentos (volumes superiores a 200 m<sup>3</sup>) estão associados a elementos / equipamentos de maior importância (tanques; chaves de níveis; bombas; tubulação; etc.) foi adotada neste estudo, sendo considerado para os outros elementos de menor porte (válvulas; transmissores; indicadores; etc.) apenas os cenários de vazamento de pequenos volumes (volumes de até 8 m<sup>3</sup>).

É importante mencionar as frequências apresentadas neste item relativas à unidade de perfuração SEADRILL WEST POLARIS estão de acordo com aquelas apresentadas no *Anexo III – Identificação dos Cenários Acidentais da UMP* do Cadastro de Unidades Marítimas de Perfuração (CADUMP) da sonda em questão, documento protocolado nesta CGPEG/DILIC/IBAMA em 31/03/2015, sob o número de Protocolo 02022.003431/2015-90, em conformidade com a Nota Técnica N<sup>o</sup> 04/2012.

- **Cenários 01, 02 e 03**

Para o cálculo do volume de fluido de perfuração liberado durante a preparação e o seu tratamento, considerou-se o inventário do tanque de óleo base da Unidade (100% óleo), o qual possui um volume de 498 m<sup>3</sup>. Desta forma, as severidades obtidas para as hipóteses acidentais envolvendo o sistema de fluido de perfuração foram:

- **Cenário 01** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade menor (2)
- **Cenário 02** – Médio vazamento (até 200 m<sup>3</sup>): severidade moderada (3)
- **Cenário 03** – Grande vazamento (até 498 m<sup>3</sup>): severidade crítica (4)

Para a determinação da frequência das hipóteses acidentais supracitadas referentes ao pequeno, médio e grande vazamentos, foram analisadas as taxas de falhas dos componentes apresentados na **Tabela II.9.3.9**. Estes correspondem aos componentes envolvidos na preparação e no tratamento do fluido de perfuração, de acordo com os fluxogramas da Unidade (**Anexo A** desta seção). A tabela a seguir, apresenta as taxas de falhas mencionadas, para pequeno, médio e grande vazamentos, de acordo com a magnitude das hipóteses acidentais, onde aplicável.

**TABELA II.9.3.9 – Frequências dos cenários 01, 02 e 03**

SISTEMA	Perfuração							
SUBSISTEMA	Armazenamento e Circulação do Fluido de Perfuração							
HIPÓTESES ACIDENTAIS	01, 02 e 03	Vazamento de fluido de perfuração devido a furos, trincas/ruptura e falhas de vedação na tubulação de transferência com espalhamento de fluido por áreas adjacentes.						
Descrição dos componentes referentes às hipóteses acidentais 01, 02 e 03	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )			Frequência (ano <sup>-1</sup> )			Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Tanque com Agitação	6	1,04E-04	5,00E-06	5,00E-06	6,24E-04	3,00E-05	3,00E-05	[2]
Válvula Borboleta	96	1,40E-05	-	-	1,34E-03	-	-	[3]
Válvula Gaveta	44	1,40E-05	-	-	6,16E-04	-	-	[3]
Válvula Bola	15	1,40E-05	-	-	2,10E-04	-	-	[3]
Válvula Globo	2	5,90E-06	-	-	1,18E-05	-	-	[4]
Bomba ("Mono pump")	4	7,85E-04	1,00E-04	1,00E-04	3,14E-03	3,14E-03	4,00E-04	[3]
Bomba Centrífuga	3	7,85E-04	7,85E-04	7,85E-04	2,36E-03	2,36E-03	2,36E-03	[3]
Indicador de Pressão	10	6,30E-07	-	-	6,30E-06	-	-	[3]
Transmissor de Nível	7	8,90E-07	-	-	6,23E-06	-	-	[3]
Indicador de Nível	2	6,90E-07	-	-	1,38E-06	-	-	[3]
Degaseificador	1	1,00E-05	5,00E-06	5,00E-06	1,00E-05	5,00E-06	5,00E-06	[2]
Desareador	1	1,04E-04	5,00E-06	5,00E-06	1,04E-04	5,00E-06	5,00E-06	[2]
Desilter	1	1,04E-04	5,00E-06	5,00E-06	1,04E-04	5,00E-06	5,00E-06	[2]
Tubulação 8"	40	5,00E-07	5,00E-07	1,00E-07	2,00E-05	2,00E-05	4,00E-06	[2]
<b>TOTAL</b>					<b>8,55E-03</b>	<b>5,56E-03</b>	<b>2,80E-03</b>	



- **Cenários 04, 05 e 06**

Para o cálculo do volume de óleo cru e gás liberado em função da perda de controle do poço (*blowout*), considerou-se uma liberação máxima durante 30 dias a uma taxa de aproximadamente 443,6 m<sup>3</sup>/dia, resultando, portanto, em um volume total de 13.307 m<sup>3</sup> de óleo cru e gás. Desta forma, têm-se os seguintes cenários de liberação possíveis:

- **Cenário 04** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade menor (2).
- **Cenário 05** – Médio vazamento (até 200 m<sup>3</sup>): severidade moderada (3).
- **Cenário 06** – Grande vazamento (até 13.307 m<sup>3</sup>): severidade catastrófica (5).

Com relação à frequência de ocorrência de *blowout* não foi possível determinar distinção entre diferentes magnitudes, com base nos dados disponíveis em bancos de dados. Para esta análise realizada, o banco de dados adotado para a obtenção taxa de frequência para ocorrência de *blowout* foi o *Scandpower*<sup>[2]</sup>, o qual fornece o valor de 3,10E-04, classificando o cenário como sendo de ocorrência remota (categoria A).

- **Cenários 07, 08 e 09**

O máximo volume de óleo combustível liberado decorrente da ruptura da linha desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo foi de 2.926,1 m<sup>3</sup>, correspondendo ao volume do maior tanque de estocagem de óleo combustível do navio-sonda, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 07** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade menor (2).
- **Cenário 08** – Médio vazamento (até 200 m<sup>3</sup>): severidade moderada (3).
- **Cenário 09** – Grande vazamento (até 2.926,1 m<sup>3</sup>): severidade crítica (4).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência de acordo com os fluxogramas do navio-sonda (apresentados no **Anexo A** desta seção) estão indicados na **Tabela II.9.3.10**. As taxas de falha de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um dos cenários analisados também são apresentadas na **Tabela II.9.3.10**.

**TABELA II.9.3.10 – Frequências dos cenários 07, 08 e 09**

SISTEMA		Óleo Combustível						
SUBSISTEMA		Armazenamento e Circulação						
CENÁRIOS		07, 08 e 09	Vazamento de óleo combustível devido a furos, trincas/ruptura ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo para áreas adjacentes.					
Descrição dos componentes referentes aos cenários 07, 08 e 09	Comprimento (m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )			Frequência (ano <sup>-1</sup> )			Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Válvula Globo	34	5,90E-06	-	-	2,01E-04	-	-	[3]
Bomba	6	7,85E-04	7,85E-04	7,85E-04	4,71E-03	4,71E-03	6,00E-04	[3]
Trocador de Calor	4	1,11E-03	-	-	4,44E-03	-	-	[2]
Válvula PSV	2	2,00E-04	-	-	4,00E-04	-	-	[4]
Válvula Diafragma	4	5,41E-05	-	-	2,16E-04	-	-	[3]
Válvula Gaveta	3	1,40E-05	-	-	4,20E-05	-	-	[3]
Transmissor de Pressão	4	7,30E-07	-	-	2,92E-06	-	-	[3]
Transmissor de Temperatura	4	5,30E-07	-	-	2,12E-06	-	-	[3]
Indicador de Pressão	8	6,30E-07	-	-	5,04E-06	-	-	[3]
Indicador de Temperatura	5	2,60E-06	-	-	1,30E-05	-	-	[3]
Tubulação 4"	40	5,00E-07	5,00E-07	1,00E-07	2,00E-05	2,00E-05	4,00E-06	[2]
Tanques Atmosféricos	3	1,00E-06	1,00E-08	1,00E-08	3,00E-06	3,00E-08	3,00E-08	[2]
<b>TOTAL</b>					<b>1,01E-02</b>	<b>4,73E-03</b>	<b>4,71E-03</b>	

- **Cenários 10 e 11**

Os cenários correspondentes ao vazamento de óleo combustível devido à ruptura do tanque de estocagem da embarcação de apoio têm como volume máximo possível de ser liberado 161,3 m<sup>3</sup>, correspondente ao volume do maior tanque de estocagem de óleo combustível dentre as embarcações de apoio recentemente empregadas pela empresa (o maior tanque de óleo dentre as embarcações de apoio tipo previstas para a atividade).

Com base no exposto anteriormente, tem-se os seguintes possíveis cenários acidentais decorrentes do vazamento de óleo diesel marítimo devido à ruptura do tanque de estocagem da embarcação de apoio:

- **Cenário 10**– Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade menor (2)
- **Cenário 11**– Médio vazamento (até 161,3 m<sup>3</sup>): severidade moderada (3)

Já com relação à frequência de ocorrência deste cenário acidental, a análise do evento iniciador resultou em frequências de ocorrência de 1,00E-06 (pequeno vazamento) e 1,00E-08 (médio vazamento)<sup>[2]</sup>, as quais correspondem às taxas de falha para furo (vazamento instantâneo e contínuo) e ruptura de tanques atmosféricos, respectivamente, independente do volume vazado correspondente. De acordo com a **Tabela II.9.3.1**, ambas as frequências são enquadradas na categoria A (remota).

- **Cenário 12**

Para o cálculo do máximo volume liberado de óleo durante a transferência do barco de apoio para a unidade de perfuração considerou-se um vazamento durante 3 minutos, tempo considerado suficiente para a detecção e interrupção do vazamento uma vez que a operação é assistida, ou seja, durante a operação de abastecimento da unidade de perfuração há um técnico de prontidão em cada uma das unidades. Com relação à taxa de liberação de óleo, considerou-se a vazão de 150,0 m<sup>3</sup>/h, a qual corresponde a maior vazão de transferência de óleo dentre todas as embarcações de apoio a serem utilizadas na atividade (conforme reportado pela empresa operadora). Desta forma o volume total liberado é de 7,5 m<sup>3</sup>, determinando os seguintes possíveis cenários acidentais:

- **Cenário 12** – Pequeno vazamento (até 7,5 m<sup>3</sup>): severidade menor (2)

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, utilizados no cálculo desta frequência foram válvulas borboleta e de segurança, bomba centrífuga e mangote, os quais correspondem aos componentes normalmente envolvidos neste sistema. Ressalta-se que especificamente para este sistema, na falta do fluxograma de abastecimento foi feita uma estimativa dos componentes envolvidos baseada na prática industrial. As taxas de falhas dos componentes envolvidos bem como as frequências resultantes para os cenários acidentais são apresentadas na **Tabela II.9.3.11**.

**TABELA II.9.3.11 – Frequências do cenário 12**

SISTEMA	Óleo Combustível			
SUBSISTEMA	Transferência da Embarcação de Apoio para a Unidade de Perfuração			
CENÁRIO	12	Vazamento de óleo combustível devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.		
Descrição dos componentes referentes ao cenário 12	Comprimento (m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )	Frequência (ano <sup>-1</sup> )	Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Pequeno Vazamento	
Válvula Borboleta	2	1,40E-05	2,81E-05	[3]
Válvula de Segurança	1	2,00E-04	2,00E-04	[4]
Bomba centrífuga	2	1,40E-05	2,81E-05	[3] ou [4]
Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	[3]
<b>TOTAL</b>			<b>3,60E-04</b>	

- **Cenários 13 e 14**

O volume de óleo liberado durante a drenagem e tratamento de efluentes oleosos / água oleosa, o qual foi considerado para determinar a severidade do cenário, foi de 95,9 m<sup>3</sup>, correspondente à capacidade de estocagem do tanque de drenagem, considerando-se que 100% do volume contido neste tanque corresponde a óleo.

É importante ressaltar que, para fins de cálculos de frequência, assumiu-se que 100% dos vazamentos oriundos do sistema de drenagem são diretamente direcionados para o mar, não ficando retidos no casco duplo da unidade.

Com base no exposto acima, evidencia-se que a adoção do volume total do tanque de drenagem oleosa como sendo o volume total liberado no sistema de drenagem controlada de efluentes oleosos / água oleoso, é uma abordagem bastante conservativa, a qual resulta nos seguintes cenários acidentais:

- **Cenário 13** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade menor (2)
- **Cenário 14** – Médio vazamento (até 95,9 m<sup>3</sup>): severidade moderada (3)

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência estão apresentados na **Tabela II.9.3.12** a seguir.

TABELA II.9.3.12 – Frequência dos cenários 13 e 14

SISTEMA	Drenagem e Tratamento de Efluentes					
SUBSISTEMA	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos					
CENÁRIOS	13 e 14	Vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furo/ruptura ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 13 e 14	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )		Frequência (ano <sup>-1</sup> )		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Válvula Gaveta	1	1,40E-05	-	1,40E-05	-	[3]
Válvula Globo	20	5,90E-06	-	1,18E-04	-	[4]
Válvula <i>Check</i>	5	5,41E-05	-	2,71E-04	-	[3]
Tanque Atmosférico	4	1,00E-06	1,00E-08	4,00E-06	4,00E-08	[2]
Indicador de Pressão	6	6,30E-07	-	3,78E-06	-	[3]
Válvula <i>on-off</i> operada a motor	3	6,85E-06	-	2,06E-05	-	[4]
Válvula de Alívio	4	2,08E-04	-	8,32E-04	-	[4]
Válvula Bola	4	1,40E-05	-	5,62E-05	-	[3]
Válvula Diafragma	1	1,28E-04	-	1,28E-04	-	[3]
Tubulação 4"	50	5,00E-07	5,00E-07	2,50E-05	2,50E-05	[2]
<b>TOTAL</b>				<b>1,47E-03</b>	<b>2,50E-05</b>	

- **Cenários 15 e 16**

Para a determinação da severidade do sistema envolvendo a estocagem e a circulação de óleo lubrificante, considerou-se o maior tanque de estocagem deste tipo de óleo presente na Unidade (52,5 m<sup>3</sup>), como sendo o máximo volume de óleo lubrificante possível de ser liberado, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 15** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade menor (2).
- **Cenário 16** – Médio vazamento (até 52,5 m<sup>3</sup>): severidade moderada (3).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência são aqueles apresentados na **Tabela II.9.3.13**, os quais, de acordo com os fluxogramas da unidade apresentados no **Anexo A** deste documento são os componentes envolvidos no sistema analisado. As frequências de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um dos cenários analisados são também apresentadas na **Tabela II.9.3.13**.



**TABELA II.9.3.13 – Frequências dos cenários 15 e 16**

SISTEMA	Óleo Lubrificante					
SUBSISTEMA	Armazenamento e Circulação					
CENÁRIOS	15 e 16	Vazamento de óleo lubrificante durante a sua estocagem e circulação devido a vazamento na tubulação de transferência ou no tanque de estocagem, resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 15 e 16	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )		Frequência (ano <sup>-1</sup> )		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Válvula Globo	29	5,90E-06	-	1,71E-04	-	[4]
Válvula <i>Check</i>	24	5,41E-05	-	1,30E-03	-	[3]
Válvula Borboleta	3	1,40E-05	-	4,20E-05	-	[3]
Válvula Diafragma	3	5,41E-05	-	1,62E-04	-	[3]
Válvula de Bloqueio	3	3,63E-05	-	1,09E-04	-	[3]
Indicador de Pressão	14	6,30E-07	-	8,82E-06	-	[3]
Transmissor de Pressão	3	7,30E-07	-	2,19E-06	-	[4]
Transmissor de Temperatura	4	5,30E-07	-	2,12E-06	-	[4]
Indicador de Temperatura	4	2,60E-06	-	1,04E-05	-	[4]
Bomba	4	7,85E-04	7,85E-04	3,14E-03	3,14E-03	[3]
Purificador	3	1,00E-04	5,00E-07	3,00E-04	1,50E-06	[3]
Tanque Atmosférico	3	1,00E-06	1,00E-08	3,00E-06	3,00E-08	[2]
Trocador de Calor	4	1,11E-03	-	4,44E-03	-	[2]
Tubulação 4"	40	5,00E-07	5,00E-07	2,00E-05	2,00E-05	[2]
<b>TOTAL</b>				<b>9,71E-03</b>	<b>3,18E-03</b>	

- **Cenário 17**

Para a determinação da severidade do sistema envolvendo a estocagem, a circulação e a transferência de querosene de aviação (QAV), considerou-se o volume de um dos tanques de estocagem deste tipo de óleo presente na Unidade ( $2,9 \text{ m}^3$ ), como sendo o máximo volume de óleo possível de ser liberado, resultando no seguinte cenário e respectiva severidade:

**Cenário 17** – Pequeno vazamento (até  $2,9 \text{ m}^3$ ): severidade menor (2).

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência são aqueles apresentados na **Tabela II.9.3.14**, os quais correspondem aos componentes normalmente envolvidos em um sistema de transferência típico. As frequências de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um dos cenários analisados são também apresentadas na **Tabela II.9.3.14**.

**TABELA II.9.3.14 – Frequência do cenário 17**

SISTEMA	Querosene de Aviação (QAV)			
SUBSISTEMA	Armazenamento , Circulação e Transferência			
CENÁRIO	17	Vazamento de querosene de aviação devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os tanques de consumo na aeronave resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.		
Descrição dos componentes referentes ao cenário 17	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )	Frequência (ano <sup>-1</sup> )	Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento		
Tanques Atmosféricos	2	1,00E-06	2,00E-06	[2]
Válvula de Controle	1	5,90E-06	5,90E-06	[4]
Bomba	1	7,85E-04	7,85E-04	[3]
Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	[3]
Válvula PSV	1	4,80E-07	4,80E-07	[4]
<b>TOTAL</b>			<b>8,97E-04</b>	

- *Cenários 18 e 19*

O máximo volume de barita/bentonita que pode ser liberado durante o seu armazenamento e circulação é de 113 m<sup>3</sup>, correspondendo ao volume de um dos silos de armazenamento de barita/bentonita presente na Unidade. É importante mencionar que, por a barita e a bentonita serem compostos químicos menos impactantes ao meio ambiente que o óleo, foram adotadas classificações de severidade um nível abaixo à severidade correspondente ao volume liberado de acordo com a **Tabela II.9.3.2**. Como resultante obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 18** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade leve (1).
- **Cenário 19** – Médio vazamento (até 113 m<sup>3</sup>): severidade menor (2).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência são apresentados na **Tabela II.9.3.15**. Estes componentes, de acordo com os fluxogramas da unidade apresentados no **Anexo A** deste documento são os componentes envolvidos no sistema analisado. As frequências de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um dos cenários analisados são também apresentadas na **Tabela II.9.3.15**.

**TABELA II.9.3.15 – Frequências dos cenários 18 e 19**

SISTEMA	Barita/Bentonita					
SUBSISTEMA	Armazenamento e Circulação					
CENÁRIOS	18 e 19	Vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas /ruptura ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo., resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 18 e 19	Comprimento (m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )		Frequência (ano <sup>-1</sup> )		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Tanque Atmosférico	6	1,00E-06	1,00E-08	6,00E-06	6,00E-08	[2]
Válvula Borboleta	9	1,40E-05	-	1,26E-04	-	[3]
Válvula Borboleta Atuada	55	2,08E-04	-	1,14E-02	-	[3]
Válvula Bola	17	1,40E-05	-	2,38E-04	-	[3]
Válvula <i>Check</i>	13	5,41E-05	-	7,03E-04	-	[3]
Indicador de Pressão	6	1,93E-04	-	1,16E-03	-	[3]
Transmissor de Pressão	6	7,30E-07	-	4,38E-06	-	[4]
Válvula PSV	8	4,80E-07	-	3,84E-06	-	[4]
Chave de Nível	8	5,90E-08	5,90E-08	4,72E-07	4,72E-07	[4]
Sensor de peso	22	1,93E-04	-	7,72E-03	-	[3]
Indicador de Peso	12	1,93E-04	-	2,32E-03	-	[3]
Tanque Coletor	2	1,00E-06	1,00E-08	2,00E-06	2,00E-08	[2]
Ciclone	2	1,00E-06	-	2,00E-06	-	[2]
Tubulação 8"	50	5,00E-07	5,00E-07	2,92E-05	2,50E-05	[2]
<b>TOTAL</b>				<b>2,36E-02</b>	<b>2,55E-05</b>	

- *Cenários 20 e 21*

O máximo volume de cimento que pode ser liberado durante o seu armazenamento e circulação é de 113 m<sup>3</sup>, correspondendo ao volume do maior silo de estocagem de cimento presentes na Unidade, conforme pode ser constatado no plano de capacidade da unidade, o qual é apresentado no **Anexo B** deste documento. É digno de nota que, a exemplo do que ocorrera para o sistema envolvendo a barita/bentonita, também para o cimento foi adotada uma classificação de severidade um nível abaixo à correspondente ao volume liberado, de acordo com a **Tabela II.9.3.2**. Desta forma, como resultante do sistema envolvendo a liberação de cimento durante a sua estocagem e circulação obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 20** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): severidade leve (1).
- **Cenário 21** – Médio vazamento (até 113 m<sup>3</sup>): severidade menor (2).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência foram aqueles indicados na **Tabela II.9.3.16**, os quais, de acordo com os fluxogramas da unidade apresentados no **Anexo A** deste documento são os componentes envolvidos no sistema analisado. As frequências de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um dos cenários analisados são apresentadas na **Tabela II.9.3.16**.

**TABELA II.9.3.16 – Frequências dos cenários 20 e 21**

SISTEMA	Cimento					
SUBSISTEMA	Armazenamento e Circulação					
CENÁRIOS	20 e 21	Vazamento de cimento devido furos, trincas/ruptura ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 20 e 21	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano <sup>-1</sup> )		Frequência (ano <sup>-1</sup> )		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Tanque Atmosférico	7	1,00E-06	1,00E-08	7,00E-06	7,00E-08	[2]
Válvula Borboleta	13	1,40E-05	-	1,83E-04	-	[3]
Válvula Borboleta Atuada	47	2,08E-04	-	9,76E-03	-	[3]
Válvula Bola	22	1,40E-05	-	3,09E-04	-	[3]
Válvula <i>Check</i>	15	5,41E-05	-	8,12E-04	-	[3]
Indicador de Pressão	7	1,93E-04	-	1,35E-03	-	[3]
Transmissor de Pressão	7	7,30E-07	-	5,11E-06	-	[4]
Válvula PSV	9	4,80E-07	-	4,32E-06	-	[4]
Chave de Nível	8	5,90E-08	5,90E-08	4,72E-07	-	[2]
Sensor de peso	22	1,93E-04	-	4,25E-03	-	[3]
Indicador de Peso	12	1,93E-04	-	2,32E-03	-	[3]
Transmissor de Nível	1	8,90E-07	-	8,90E-07	-	[3]
Tanque Coletor	2	1,00E-06	1,00E-08	2,00E-06	2,00E-08	[2]
Ciclone	2	1,00E-06	-	2,00E-06	-	[2]
Tubulação 8"	50	5,00E-07	5,00E-07	2,50E-05	2,50E-05	[2]
<b>TOTAL</b>				<b>1,90E-02</b>	<b>2,51E-05</b>	



- **Cenário 22**

Para a determinação da severidade do cenário relacionado ao vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido à perda de estabilidade da Unidade de Perfuração resultando em seu afundamento foi calculada a soma dos tanques de óleo diesel, óleo lubrificante, *bilge tank*, recuperação de óleo/óleo sujo, fluido de perfuração, óleo base, querosene de aviação, barita/bentonita e cimento presentes no navio-sonda. Assim sendo, o volume total obtido foi de aproximadamente 8.748,1 m<sup>3</sup>, resultando, de acordo com a **Tabela II.9.3.2**, em uma severidade crítica (4). É importante mencionar que, na unidade de perfuração, do volume total apresentado 7.844,1 m<sup>3</sup> correspondem especificamente ao armazenamento de óleo (óleo diesel, óleo lubrificante e óleo base, incluindo os tanques de óleo recuperado e de água oleosa).

No que diz respeito à frequência de ocorrência da perda de estabilidade da Unidade de Perfuração (do tipo navio-sonda) resultando em afundamento, para a sua determinação considerou-se a frequência de afundamento de unidades do tipo navio-sonda apresentada no WOAD, 1999 a qual possui o valor de 5,00E-03, sendo classificada, de acordo com a **Tabela II.9.3.1**, como sendo de ocorrência improvável (B).

- **Cenário 23**

Para a determinação da severidade do cenário acidental relacionado ao vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade e consequente afundamento das embarcações de apoio considerou-se a maior capacidade de estocagem deste produto, 1.000 m<sup>3</sup>, dentre as embarcações de apoio tipo previstas para a atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-661. É importante mencionar que, o volume total de óleo diesel armazenado na embarcação de apoio engloba o volume de óleo necessário para o consumo próprio da embarcação de apoio e o volume de óleo a ser empregado no abastecimento da unidade de perfuração.

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, em virtude de não ter sido encontrado em banco de dados uma frequência associada à perda total do inventário da embarcação de apoio devido ao afundamento desta, considerou-se, de forma qualitativa, que este evento tenha uma frequência associada da ordem de 1,00E-03, sendo classificado, de acordo com a **Tabela II.9.3.1**, como improvável.

## Referências Bibliográficas

- [1] Blowout and Well Release Frequencies – Based on SINTEF Offshore Blowout Database, 2005 – Scandpower, 2006.
- [2] Guidelines for Quantitative Risk Assessment “Purple Book” – Committee for the Prevention of Disasters – CPR 18E, 1<sup>st</sup> Edition, Sdu Uitgevers, Netherlands, 1999.
- [3] HSE – Offshore Release Statistics, 2002.
- [4] Methods for Determining and Processing Probabilities “Red Book” – Committee for the Prevention of Disasters – CPR 12E, 2<sup>nd</sup> Edition, Sdu Uitgevers, Netherlands, 1997
- [5] WOAD – World Offshore Accident Database, Statistical Report 1998. Det Norske Veritas, 1999.

A **Tabela II.9.3.17** apresentada a seguir contém o sumário dos resultados obtidos na determinação das frequências e das severidades dos cenários acidentais.

TABELA II.9.3.17 – Sumário dos resultados obtidos

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 01	Perfuração	Preparação, Tratamento e Armazenamento do Fluido de Perfuração	Pequeno vazamento de fluido de perfuração devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.	8,55E-03	Improvável	B	8 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 02			Médio vazamento de fluido de perfuração devido à ruptura em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.	5,56E-03	Improvável	B	200 m <sup>3</sup>	Moderada	(3)	Médio
Cenário 03			Grande vazamento de fluido de perfuração devido à ruptura em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.	2,80E-03	Improvável	B	498 m <sup>3</sup>	Crítica	(4)	Médio

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 04	Perfuração	Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar	3,10E-04	Remota	A	8 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 05			Médio vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar	3,10E-04	Remota	A	200 m <sup>3</sup>	Moderada	(3)	Baixo
Cenário 06			Grande vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar	3,10E-04	Remota	A	13.307 m <sup>3</sup>	Catastrófica	(5)	Médio
Cenário 07	Óleo Combustível	Armazenamento e Circulação	Pequeno vazamento de óleo combustível devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em vazamento em áreas adjacentes.	1,01E-02	Provável	C	8 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Médio

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 08	Óleo Combustível	Armazenamento e Circulação	Médio vazamento de óleo combustível devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.	4,73E-03	Improvável	B	200 m <sup>3</sup>	Moderada	(3)	Médio
Cenário 09			Grande vazamento de óleo combustível devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.	4,71E-03	Improvável	B	2.926,1 m <sup>3</sup>	Crítica	(4)	Médio
Cenário 10		Embarcações de Apoio	Pequeno vazamento de óleo combustível devido à trincas e furos no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame de óleo para o mar.	1,00E-06	Remota	A	8 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 11	Óleo Combustível	Embarcações de Apoio	Médio vazamento de óleo combustível devido à ruptura do tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame para o mar.	1,00E-08	Remota	A	161,3 m <sup>3</sup>	Moderada	(3)	Baixo
Cenário 12		Transferência da Embarcação de Apoio para a Unidade de Perfuração	Pequeno vazamento de óleo combustível devido a furo, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.	3,60E-04	Remota	A	7,5 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 13	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.	1,47E-03	Improvável	B	8 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 14			Médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido à ruptura total da linha, tanques e acessórios do sistema de separação de água oleosa.	2,50E-05	Remota	A	95,9 m <sup>3</sup>	Moderada	(3)	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 15	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Circulação	Pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios a partir do ponto de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de óleo em áreas adjacentes.	9,71E-03	Improvável	B	8 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 16			Médio vazamento de óleo lubrificante devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de óleo para o mar.	3,18E-03	Improvável	B	52,5 m <sup>3</sup>	Moderada	(3)	Médio
Cenário 17	Querosene de Aviação	Armazenamento, Circulação e Transferência	Pequeno vazamento de querosene de aviação devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os tanques de consumo na aeronave resultando em liberação de óleo em áreas adjacentes.	8,97E-04	Remota	A	2,9 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 18	Barita/ Bentonita	Armazenamento e Circulação	Pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.	2,36E-02	Provável	C	8 m <sup>3</sup>	Leve	(1)	Baixo
Cenário 19			Médio vazamento de barita/bentonita devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.	2,55E-05	Remota	A	113 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 20	Cimento	Armazenamento e Circulação	Pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.	1,90E-02	Provável	C	8 m <sup>3</sup>	Leve	(1)	Baixo



CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor	Denominação	Categoria	Volume Máximo	Denominação	Categoria	
Cenário 21	Cimento	Armazenamento e Circulação	Médio vazamento de cimento devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.	2,51E-05	Remota	A	113 m <sup>3</sup>	Menor	(2)	Baixo
Cenário 22	Estabilidade	Unidade de Perfuração	Grande vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido ao afundamento da unidade de perfuração.	5,00E-03	Improvável	B	8.748,1m <sup>3</sup> <sup>9</sup>	Crítica	(4)	Médio
Cenário 23		Embarcações de Apoio	Grande vazamento de óleo diesel devido ao afundamento da embarcação de apoio.	1,00E-03	Improvável	B	1.000m <sup>3</sup>	Crítica	(4)	Médio


<sup>9</sup> Deste total, 7.844,1 m<sup>3</sup> correspondem ao armazenamento de óleo.

## Resultados

Uma vez determinadas as frequências de ocorrência e as severidades dos cenários acidentais levantados na avaliação da atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-661, são apresentadas a seguir as planilhas de Análise Preliminar de Riscos (APR) para cada um dos cenários acidentais.


A **Figura II.9.3.2** apresenta a distribuição dos cenários levantados na APR realizada na matriz de classificação de risco.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL			Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/03		
DEPARTAMENTO: HSE						REVISÃO: 00		
SISTEMA: Perfuração			SUBSISTEMA: Preparação, Tratamento, Armazenamento e Circulação do Fluido de Perfuração			DATA: Maio de 2015		
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de fluido de perfuração durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.  (0 < PV ≤ 8 m <sup>3</sup> )	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	- Instrumentação - Visual	- Vazamento contido na Unidade Marítima de Perfuração (UMP).	B	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	01


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Perfuração		SUBSISTEMA: Preparação, Tratamento, Armazenamento e Circulação do Fluido de Perfuração			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Médio vazamento de fluido de perfuração devido à ruptura em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.</p> <p>(8 &lt; MV ≤ 200 m³)</p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Vazamento contido na UMP.</p>	B	(3)	Médio	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.</p> <p>R11) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.</p>	02

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Perfuração		SUBSISTEMA: Preparação, Tratamento, Armazenamento e Circulação do Fluido de Perfuração			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Grande vazamento de fluido de perfuração devido à ruptura em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação, tratamento, armazenamento circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração por áreas adjacentes.</p> <p>(200 &lt; GV ≤ 498 m<sup>310</sup>)</p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• Colisão de aeronave.</li> </ul>	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Vazamento contido na UMP.</p>	B	(4)	Médio	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.</p> <p>R11) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.</p>	03

<sup>10</sup> Volume correspondente ao inventário do tanque de estocagem de óleo base da unidade de perfuração.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Perfuração		SUBSISTEMA: Controle do Poço			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.  (0 < PV ≤ 8 m <sup>3</sup> )	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço ( <i>kick</i> ) e falha nos dispositivos e procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.	- Instrumentação de controle do poço.	- <i>Blowout</i> ; - Contaminação ambiental; - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	A	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração. R2) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço. R3) Dispor de Plano de Emergência Individual. C2) A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.	04


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Perfuração		SUBSISTEMA: Controle do Poço			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.  (8 < MV ≤ 200 m <sup>3</sup> )	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço ( <i>kick</i> ) e falha nos dispositivos e procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.	- Instrumentação de controle do poço.	- <i>Blowout</i> ; - Contaminação ambiental; - Possibilidade de explosão e incêndio.	A	(3)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.  R2) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.  R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.  C2) A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.	05


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Perfuração		SUBSISTEMA: Controle do Poço			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Grande vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.</p> <p>(200 &lt; GV ≤ 13.307 m<sup>3</sup>)<sup>11</sup></p>	<p>- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>) e falha nos dispositivos e procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.</p>	<p>- Instrumentação de controle do poço.</p>	<p>- <i>Blowout</i>; - Contaminação ambiental; - Possibilidade de explosão e incêndio.</p>	A	(5)	Médio	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.</p> <p>R2) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.</p> <p>R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.</p> <p>C2) A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.</p>	06

<sup>11</sup> Volume calculado considerando a vazão de produção de óleo do poço de aproximadamente 443,6 m<sup>3</sup>/d durante 30 dias.





ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Combustível		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de óleo combustível devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.</p> <p>(0 &lt; PV ≤ 8 m<sup>3</sup>)</p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Vazamento contido na UMP.</p>	C	(2)	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	07

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Combustível		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Médio vazamento de óleo combustível devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.</p> <p>(8 &lt; MV ≤ 200 m<sup>3</sup>)</p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Vazamento contido na UMP.</p> <p>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</p>	B	(3)	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	08


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Combustível		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Grande vazamento de óleo combustível devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo em áreas adjacentes.</p> <p>(200 &lt; GV ≤ 2.926,1 m<sup>3</sup>)<sup>12</sup></p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Vazamento contido na UMP.</p> <p>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</p>	B	(4)	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	09

<sup>12</sup> Volume máximo de 2.926,1 m<sup>3</sup> correspondente ao inventário do maior tanque de estocagem de óleo combustível pesado da unidade de perfuração.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Combustível		SUBSISTEMA: Embarcações de Apoio			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de óleo combustível devido a trincas e furos no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame de óleo para o mar.</p> <p>(0 &lt; PV ≤ 8 m<sup>3</sup>)</p>	<p>Vazamentos em tanques devido à:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão;</li> <li>• Trincas e furos.</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental.</li> <li>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</li> </ul>	A	(2)	Baixo	<p>R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.</p> <p>C1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.</p>	10


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Combustível		SUBSISTEMA: Embarcações de Apoio			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Médio vazamento de óleo combustível devido à ruptura do tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame para o mar.</p> <p>(<math>8 &lt; MV \leq 161,3 \text{ m}^3</math>)<sup>13</sup></p>	<p>Perda de estabilidade do barco de apoio devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colisão com outra embarcação;</li> <li>• Encalhe;</li> <li>• Falha de operação ou equipamento durante a distribuição de lastro ou carga;</li> <li>• Condições meteoceanográficas extremas.</li> </ul>	- Visual	<p>- Contaminação ambiental.</p> <p>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</p>	A	(4)	Médio	<p>R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.</p> <p>C1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo atendimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.</p>	11

<sup>13</sup> Volume do maior tanque de estocagem de óleo combustível dentre as embarcações de apoio comumente utilizadas pela empresa e das embarcações tipo previstas para a atividade.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Combustível		SUBSISTEMA: Transferência da embarcação de apoio para a Unidade de Perfuração			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de óleo combustível devido a furo, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.</p> <p><math>(0 &lt; PV \leq 7,5 \text{ m}^3)^{14}</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Furo ou desconexão de mangote de transferência;</li> <li>- Falha em bomba ou válvula;</li> <li>- Falha operacional.</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental;</li> <li>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</li> </ul>	A	(2)	Baixo	<p>R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.</p> <p>R4) Evitar a realização de operações de transferência no período noturno.</p> <p>R5) Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos.</p> <p>R6) Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência.</p> <p>R7) Manter operadores na unidade de perfuração e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação.</p> <p>C1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.</p> <p>C2) A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.</p>	12


<sup>14</sup> Volume calculado considerando uma vazão de transferência de 150 m<sup>3</sup>/h e um tempo de 03 (três) minutos para detectar e interromper o vazamento.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Drenagem e Tratamento de Efluentes		SUBSISTEMA: Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
Pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.  (0 < PV ≤ 8 m <sup>3</sup> )	- Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental; - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	B	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração. R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.	13

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Drenagem e Tratamento de Efluentes		SUBSISTEMA: Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido à ruptura total da linha, tanques e acessórios do sistema de separação de água oleosa.  (8 < MV ≤ 95,9 m <sup>3</sup> ) <sup>15</sup>	- Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental; - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	A	(3)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.  R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.	14

<sup>15</sup> Volume máximo derramado correspondente ao volume total do maior tanque de recuperação de óleo, considerando-se que 100% do volume do conteúdo do tanque é composto por óleo.




ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Lubrificante		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios a partir do ponto de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de óleo em áreas adjacentes.</p> <p>(0 &lt; PV ≤ 8 m<sup>3</sup>)</p>	<p>- Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Vazamento contido na UMP.</p>	B	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	15


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Óleo Lubrificante		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Médio vazamento de óleo lubrificante devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de óleo em áreas adjacentes.</p> <p>(8 &lt; MV ≤ 52,5 m<sup>3</sup>)<sup>16</sup></p>	<p>- Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental;</p> <p>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</p>	B	(3)	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	16

<sup>16</sup> Volume máximo derramado de 52,5 m<sup>3</sup> corresponde ao inventário do maior tanque de estocagem de óleo lubrificante da unidade de perfuração.



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Abastecimento de aeronaves		SUBSISTEMA: Armazenamento, Circulação e Transferência		DATA: Maio de 2015				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de óleo querosene de aviação devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios a partir do tanque de estocagem até os tanques de consumo na aeronave resultando em liberação de óleo em áreas adjacentes.</p> <p><math>(0 &lt; PV \leq 2,9 \text{ m}^3)^{17}</math></p>	<p>- Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Vazamento contido na Unidade Marítima de Perfuração (UMP). *</p>	A	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	17


17 Volume correspondente a um dos tanques de QAV existentes na unidade de perfuração.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris		FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Barita/Bentonita		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação		DATA: Maio de 2015				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.</p> <p>(0 &lt; PV ≤ 8 m<sup>3</sup>)</p>	<p>- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental.</p>	C	(1)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	18


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Barita/Bentonita		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Médio vazamento de barita/bentonita devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.</p> <p><math>(8 &lt; MV \leq 113 \text{ m}^3)^{18}</math></p>	<p>- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental.</p>	A	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	19

<sup>18</sup> Volume máximo correspondente ao inventário de um dos silos estocagem de barita/bentonita da unidade de perfuração.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Cimento		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.</p> <p>(0 &lt; PV ≤ 8 m<sup>3</sup>)</p>	<p>- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• corrosão;</li> <li>• falha na vedação de juntas e conexões;</li> <li>• falha operacional.</li> </ul>	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental</p>	C	(1)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	20



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Cimento		SUBSISTEMA: Armazenamento e Circulação			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
Médio vazamento de cimento devido à ruptura em silos, linhas e acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.  (8 < MV ≤ 113 m <sup>3</sup> ) <sup>19</sup>	- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• impacto mecânico;</li> <li>• corrosão;</li> <li>• falha operacional;</li> <li>• colisão de aeronave.</li> </ul>	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental.	A	(2)	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	21

<sup>19</sup> Volume máximo correspondente ao inventário do maior silo estocagem de cimento da unidade de perfuração.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Estabilidade		SUBSISTEMA: Unidade de Perfuração			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	
<p>Grande vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido à perda de estabilidade da unidade de perfuração resultando em seu afundamento.</p> <p>(GV ≤ 8.748,1 m<sup>3</sup>)<sup>20</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inundação;</li> <li>- Danos Estruturais;</li> <li>- Colisão com embarcações;</li> <li>- Perda de lastro;</li> <li>- Condições meteoceanográficas adversas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Odor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental;</li> <li>- Possibilidade de incêndio e explosão.</li> </ul>	B	(4)	Médio	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.</p> <p>R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.</p> <p>R8) Controlar nível de água do tanque de lastro.</p> <p>R9) Assegurar que a Unidade possua sinalização diurna e noturna para orientação.</p> <p>R10) Antes da aproximação à Unidade, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>C1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.</p> <p>C2) A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.</p>	22

<sup>20</sup> Deste volume total, 7.844,1 m<sup>3</sup> correspondem à capacidade total de óleo armazenado na unidade.



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: TOTAL		Unidade de Perfuração: Seadrill West Polaris			FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Estabilidade		SUBSISTEMA: Embarcação de Apoio			DATA: Maio de 2015			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
<p>Grande vazamento de óleo devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio resultando em seu afundamento.</p> <p>(GV ≤ 1.000 m<sup>3</sup>)<sup>21</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inundação</li> <li>- Danos Estruturais</li> <li>- Colisão com embarcações</li> <li>- Condições meteoceanográficas adversas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual</li> <li>- Odor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental;</li> <li>- Possibilidade de incêndio e explosão.</li> </ul>	B	(4)	Médio	<p>R3) Dispor de Plano de Emergência Individual.</p> <p>R10) Antes da aproximação à Unidade, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>C1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo cumprimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.</p>	23

<sup>21</sup> Volume correspondente à capacidade máxima de estocagem de óleo dentre as embarcações de apoio tipo previstas para a atividade.

A **Figura II.9.3.2**, a seguir, apresenta o resultado da APR. No total foram identificados (vinte e três) cenários acidentais. Destes, com relação à severidade dos danos ambientais para o meio ambiente, dois cenários foram classificados como sendo de severidade leve (8,7%), dez cenários como sendo de severidade menor (43,5%), seis como severidade moderada (26,1%), quatro como de severidade crítica (17,4%) e um como severidade catastrófica (4,3%). Em relação à frequência de ocorrência, dez cenários acidentais foram classificados com frequência remota (43,5%), outros dez como sendo improváveis (43,5%), três cenários classificados como prováveis (13,0%) e nenhum cenário acidental foi classificado como frequente. Por fim, em relação à categoria de risco, catorze cenários acidentais resultaram na estimativa de risco baixo (60,9%), nove com risco médio (39,1%) e nenhum cenário foi considerado com alto risco, conforme pode ser observado na matriz de risco apresentada abaixo.

MATRIZ DE RISCO				
Severidade	Frequência			
	A – Remota	B – Improvável	C – Provável	D – Frequente
1 – Leve	---	---	C18; C20	---
2 – Menor	C04; C10; C12; C17; C19; C21	C01; C13; C15	C07	---
3 – Moderada	C05; C11; C14	C02; C08; C16	---	---
4 – Crítica	---	C03; C09; C22; C23	---	---
5 – Catastrófica	C06	---	---	---

FREQUÊNCIA				
REMOTA	IMPROVÁVEL	PROVÁVEL	FREQUENTE	
10	10	03	--	
43,5%	43,5%	13,0%	0,0%	
SEVERIDADE				
LEVE	MENOR	MODERADA	CRÍTICA	CATASTRÓFICA
02	10	06	04	01
8,7%	43,5%	26,1%	17,4%	4,3%

RISCO		
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
14	09	--
60,9%	39,1%	0,0%

**FIGURA II.9.3.2 – Distribuição dos cenários acidentais na matriz de risco**

Ainda com relação às planilhas de Análise Preliminar de Riscos, a **Tabela II.9.3.18**, apresentada a seguir, contem a distribuição das medidas preventivas/mitigadoras resultantes da APR realizada e a distribuição destas medidas ao longo dos cenários levantados e analisados.

**TABELA II.9.3.18 – Distribuição das recomendações resultantes da APR nos cenários analisados**

Nº	Recomendações	HIPÓTESE ACIDENTAL																						
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
R1	Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
R2	Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.				■	■	■																	
R3	Dispor de Plano de Emergência Individual.				■	■	■				■	■	■	■									■	■
R4	Evitar a realização de operações de transferência no período noturno.											■												

Nº	Recomendações	HIPÓTESE ACIDENTAL																						
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
R5	Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos.																							
R6	Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência.																							
R7	Manter operadores na unidade de perfuração e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação.																							
R8	Controlar nível de água do tanque de lastro.																							
R9	Assegurar que a Unidade possua sinalização diurna e noturna para orientação.																							

Nº	Recomendações	HIPÓTESE ACIDENTAL																							
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
R10	Antes da aproximação à Unidade, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.																								
R11	Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.																								
C1	A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo atendimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.																								

Nº	Recomendações	HIPÓTESE ACIDENTAL																						
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
C2	A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo atendimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.																							

### II.9.3.6. ÁRVORES DE EVENTOS

A fim de determinar os possíveis cenários/tipologias acidentais decorrentes da evolução dos eventos iniciadores dos cenários identificados por meio da Análise Preliminar de Riscos (APR), foram elaboradas árvores de eventos, nas quais foram associadas probabilidades de ocorrência de situações que poderiam culminar em tipologias/cenários acidentais, que assim tiveram suas frequências determinadas.

São apresentadas neste item as árvores de eventos construídas a partir dos cenários da APR envolvendo vazamentos de óleo para o mar, os quais viabilizaram a determinação da frequência de ocorrência de contaminação ambiental por óleo associada, aonde aplicável, aos cenários analisados nas planilhas de Análise Preliminar de Riscos.

Vale ressaltar que aqueles cenários em que não foi identificada a possibilidade de contaminação ambiental por óleo não são aqui contemplados (subsistemas que envolvem Barita/Bentonita e Cimento), de forma a manter coerência com as orientações da CGPEG/DILIC/IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA).

Ainda de forma a manter as orientações da CGPEG/DILIC/IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA), também não foram contemplados neste item os cenários identificados na APR envolvendo vazamentos de óleo em áreas cobertas pelo sistema de drenagem do navio-sonda, uma vez que o volume de óleo liberado quando da ocorrência de um vazamento nestas áreas ficaria contido no sistema de drenagem da sonda, não resultando, portanto, em contaminação ambiental (subsistemas envolvendo fluido de perfuração e pequenos vazamentos de óleo combustível e lubrificante no navio-sonda).

As árvores de eventos foram construídas a partir dos eventos iniciadores, cujas frequências correspondem às frequências obtidas a partir da Análise Quantitativa de Riscos. Por sua vez, as probabilidades associadas aos desdobramentos acidentais foram extraídas da *International Association of Oil & Gas Procedures, Risk Assessment Data Directory* (OGP, 2010). Como exemplo, apresentam-se na **Tabela II.9.3.19**, valores para a probabilidade de ignição de óleos.

**TABELA II.9.3.19 – Probabilidades de Ignição**

TAXA DE VAZAMENTO (kg/s)	PROBABILIDADE DE IGNIÇÃO	
	Tanque de Óleo Diesel	Líquidos Inflamáveis – Processo <i>Offshore</i>
0,1	0,0010	0,0010
0,2	0,0010	0,0013
0,5	0,0010	0,0019
1	0,0010	0,0026
2	0,0011	0,0035
5	0,0011	0,0051
10	0,0014	0,0067
20	0,0021	0,0090
50	0,0024	0,0131
100	0,0024	0,0175
200	0,0024	0,0175
500	0,0024	0,0175
1.000	0,0024	0,0175

Fonte: OGP, 2010

De acordo com as premissas adotadas pela OGP as probabilidades de ignição apresentadas na **Tabela II.9.3.19** contemplam o somatório das probabilidades de ignição imediata e retardada, sendo que a probabilidade de ignição imediata definida no estudo é sempre de 0,0010. Desta forma, para a obtenção da probabilidade de ignição retardada deve-se subtrair 0,0010 do valor da probabilidade de ignição associada a cada taxa de vazamento apresentada anteriormente na **Tabela II.9.3.19**.

Nas Tabelas **II.9.3.20** e **II.9.3.21** são apresentadas as informações utilizadas para calcular as frequências dos cenários/tipologias acidentais. Para o cálculo das probabilidades dos desdobramentos acidentais e suas respectivas frequências algumas considerações foram feitas:

- Para a determinação da árvore de eventos foram considerados apenas os sistemas envolvendo derramamento de óleos (óleo cru, óleo combustível/diesel, óleo lubrificante) de forma a atender às orientações da CGPEG/DILIC/IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA), segundo as quais devem ser considerados apenas os efeitos de contaminação ambiental por óleo. Desta forma não foram aqui contemplados os cenários analisados na APR envolvendo barita/bentonita e cimento, bem como vazamentos de óleo e fluido de perfuração em áreas cobertas pelo sistema de drenagem da sonda sendo, portanto, contidos pelo sistema de drenagem, não resultando, desta forma, em contaminação ambiental;
- Uma vez que a probabilidade de ignição disponível no banco de dados empregada está associada a vazões mássicas de vazamento, foram determinadas as massas das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados, a partir dos volumes correspondentes e das densidades associadas às substâncias;
- Ainda com relação às probabilidades de ignição, de acordo com as premissas adotadas no banco de dados empregado nesse estudo (OGP, 2010), a probabilidade de ignição imediata possui o valor de 0,0010, sendo a probabilidade de ignição retardada obtida pela subtração do valor da probabilidade



de ignição imediata (0,0010) da probabilidade de ignição total (imediate + retardada) associada a cada taxa de vazamento;

- Para determinar a vazão mássica das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados relativo ao armazenamento e circulação de óleo foi considerado o tempo de vazamento de 10 minutos, o qual corresponde ao tempo mínimo de detecção e intervenção adotado por referências bibliográficas de Análise de Riscos, como, por exemplo, o “Manual de Elaboração de Estudos de Análise de Riscos” da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo);
- Por sua vez, para determinar a vazão mássica associada ao volume de óleo liberado durante o abastecimento da unidade de perfuração foi considerado o tempo de 03 minutos, o qual corresponde ao tempo máximo para a detecção e interrupção do bombeio de óleo, uma vez que esta é uma operação assistida;
- Para o óleo cru, considerou-se a densidade aproximada de 865 kg/m<sup>3</sup>;
- Para os cenários envolvendo a perda de controle do poço, *blowout*, a OGP (*International Association of Oil and Gas Producers*) fornece uma probabilidade de ignição imediata de 9% e uma probabilidade de ignição retardada de 16%, tendo sido estes valores empregados no presente estudo;
- Para o cenário envolvendo a perda de estabilidade da Unidade de Perfuração, cenário 24, considerou-se apenas os volumes de óleo combustível/diesel, fluido de perfuração (óleo base) e óleo lubrificante armazenados na unidade de perfuração, descartando-se, portanto, os volumes de barita/bentonita e cimento, uma vez que o objetivo na construção das árvores de evento era determinar a contaminação ambiental oriunda de vazamento de óleos, atendendo, desta forma, ao estabelecido pela CGPEG/DILIC/IBAMA nas diretrizes para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA);
- A UMP dispõe de um casco duplo (conforme evidenciado no arranjo geral da sonda apresentado no Anexo B) o qual funciona como um sistema de contenção secundária para vazamentos ocorridos na área de armazenamento e sistemas de circulação de fluidos de perfuração, óleo diesel/combustível, óleo lubrificante, efluente oleoso. É importante mencionar que vazamentos ocorridos nessas áreas ficarão contidos no casco duplo, não atingindo o mar. Desta forma, apenas haverá contaminação ambiental, ou seja, o óleo vazado atingirá o mar, no caso de áreas não cobertas pela proteção do casco duplo. Vale ressaltar que adotou-se como premissa a probabilidade de 5% de haver contaminação ambiental devido a não contenção através do casco duplo (isso é, 95% dos vazamentos passíveis de ocorrer nas áreas mencionadas seriam contidos no casco duplo).
- Nas árvores de evento elaboradas os quatro eventos de decisão considerados foram: possibilidade de contenção através do sistema de drenagem; possibilidade de contenção através do casco duplo da UMP; possibilidade de ignição imediata e possibilidade de ignição retardada resultando *em flash* ou incêndio, tendo estes sido considerados na ordem citada;
- Para o evento de decisão referente à possibilidade de formação de poça confinada ou não foi considerado que a contenção do vazamento ocorrido seria feita pelo sistema de drenagem do navio-

sonda. Adicionalmente, de forma conservativa, foi considerado que, caso a capacidade de contenção do sistema de drenagem fosse inferior ao volume de óleo liberado em cada sistema analisado, o sistema seria considerado como sendo 100% não contido, ou seja, que todo o volume de óleo liberado atingiria o mar. Desta formam o evento de decisão associado à possibilidade de formação de poça confinada foi adicionado às árvores de evento apenas com fins ilustrativos já que todos os cenários da APR envolvendo vazamentos de óleo que pudessem ser contidos pelo sistema de drenagem da unidade de perfuração não estão sendo considerados na elaboração das árvores de eventos por estes eventos não resultarem em vazamentos de óleo para o mar;

- As tipologias/cenários acidentais consideradas no estudo foram incêndio em poça, *flash*, explosão e contaminação ambiental, sendo a primeira, incêndio, decorrente da ignição imediata e as tipologias acidentais *flash* e explosão, decorrentes da ignição retardada. Com relação à contaminação ambiental, tipologia acidental com a maior frequência associada, esta foi considerada quando não há probabilidade de ignição;
- Para os cenários/tipologias acidentais de incêndio em poça, *flash* e explosão, considerou-se que a frequência obtida para estas tipologias acidentais corresponde unicamente aos eventos de incêndio em poça, *flash* e explosão causadores apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental.

**TABELA II.9.3.20 – Probabilidades de ignição e de explosão dos cenários acidentais**

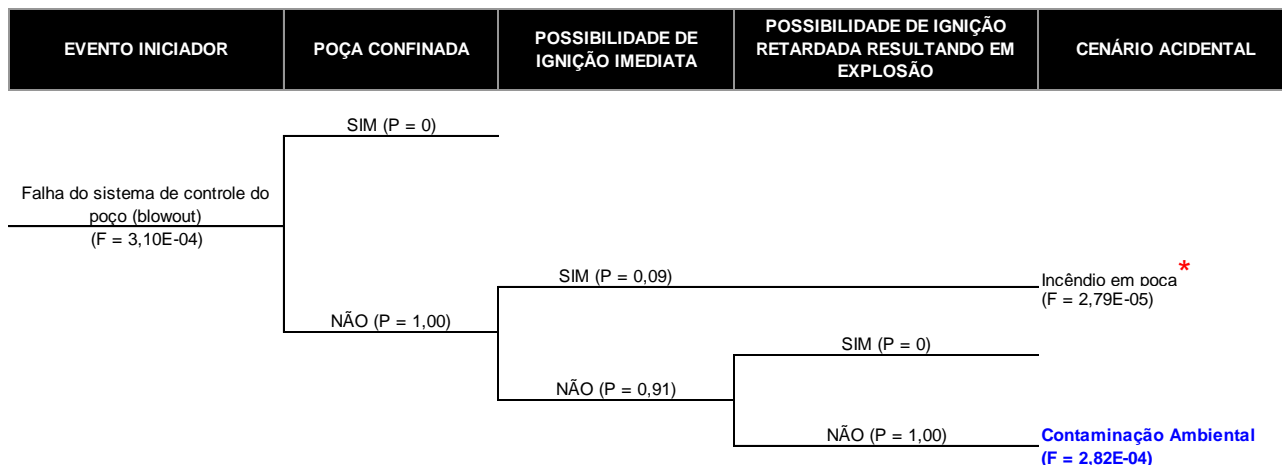
Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Densidade (Kg/m³)	Massa (kg)	Tempo de Vazamento (s)	Vazão (kg/s)	Probabilidade de Contenção do Vazamento no Casco Duplo do Navio-Sonda	Probabilidade Total de Ignição (Ignição Imediata + Ignição Retardada)	Probabilidade de Ignição Imediata	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão
4	Perfuração	Controle do Poço	Óleo Cru	8	865	-	-	-	-	0,0900	0,0900	-	-
5				200,00		-	-	-	-	0,2500	0,0900	-	0,16
6				13.307,00		-	-	-	-	0,2500	0,0900	-	0,16
10	Óleo Combustível	Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	8,00	850	6.800	600	11,33	-	0,0015	0,0010	0,0005	-
11				161,30		137.105		228,51	-	0,0024	0,0010	0,0014	-
12	Óleo Combustível	Transferência da Embarcação de Apoio para a Unidade de Perfuração	Óleo Diesel	7,50	850	6.375	180	35,42	-	0,0114	0,0010	0,0104	-
13				Drenagem e Tratamento de Efluentes		Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos		Óleo Diesel / Óleo	8,00	930	7.440	600	12,40
14	Lubrificante / Óleo Base / Fluido de Perfuração	95,90	89.187		148,65		0,95	0,0024	0,0010		0,0014		-
22	Estabilidade	Unidade de Perfuração	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Base	7.844,10	930	7.295.013	600	12.158,36	-	0,0024	0,0010	-	0,0014
23				Embarcações de Apoio		Óleo Diesel		1.000,00	850	850.000	1.416,67	-	0,0024

**TABELA II.9.3.21 – Frequências dos cenários acidentais**

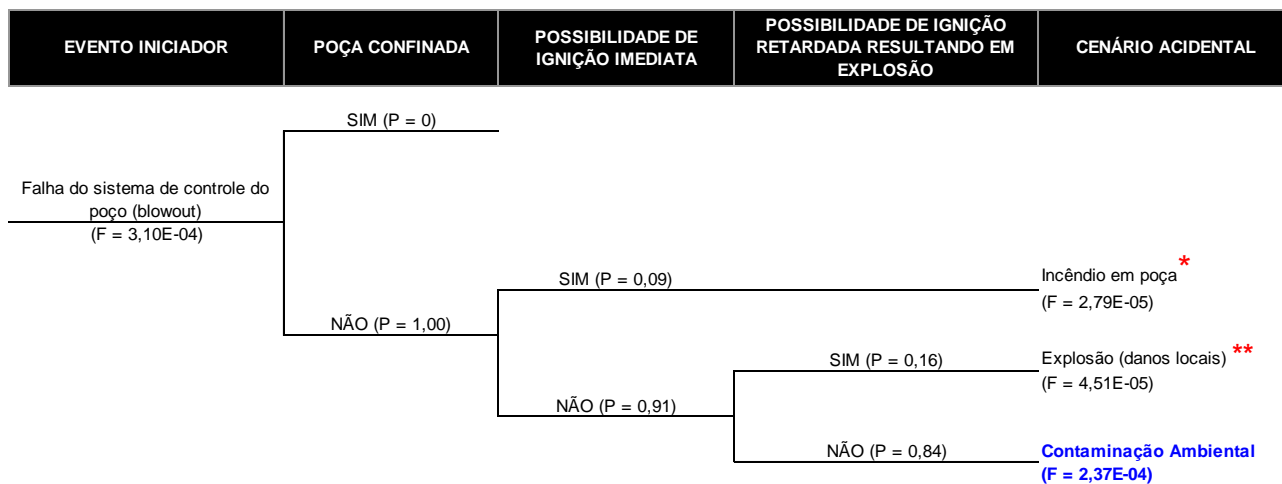
Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano <sup>-1</sup> )	Poça Confinada		Vazamento Contido pelo Casco Duplo do Navio-Sonda		Probabilidade de Ignição Imediata		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Flash (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano <sup>-1</sup> )
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO				
4	Perfuração	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	3,10E-04	-	1,00	-	-	0,0900	0,9100	-	-	-	1,0000	2,79E-05	-	-	2,82E-04
5			Óleo Cru	200,00	3,10E-04	-	1,00	-	-	0,0900	0,9100	-	-	0,1600	0,8400	2,79E-05	-	4,51E-05	2,37E-04
6			Óleo Cru	13.307,00	3,10E-04	-	1,00	-	-	0,0900	0,9100	-	-	0,1600	0,8400	2,79E-05	-	4,51E-05	2,37E-04
10	Óleo Combustível	Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	8,00	1,00E-06	-	1,00	-	-	0,0010	0,9990	0,0005	0,9995	-	-	1,00E-09	4,93E-10	-	9,99E-07
11			Óleo Diesel	161,30	1,00E-08	-	1,00	-	-	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	-	1,00E-11	1,40E-11	-	9,98E-09
12		Transferência da Embarcação de Apoio para a Unidade de Perfuração	Óleo Diesel	7,50	3,60E-04	-	1,00	-	-	0,0010	0,9990	0,0104	0,9896	-	-	3,60E-07	3,75E-06	-	3,56E-04
13	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	8,00	1,47E-03	-	1,00	9,50E-01	5,00E-02	0,0010	0,9990	0,0005	0,9995	-	-	7,35E-08	3,67E-08	-	7,34E-05
14			Óleo Base / Fluido de Perfuração	95,90	2,50E-05	-	1,00	9,50E-01	5,00E-02	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	-	1,25E-09	1,75E-09	-	1,25E-06
22	Estabilidade	Unidade de Perfuração	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / QAV / Óleo Base	8.748,10	5,00E-03	-	1,00	-	-	0,0010	0,9990	-	-	0,0014	0,9986	5,00E-06	-	4,99E-03	4,99E-03
23		Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	1.000,00	1,00E-03	-	1,00	-	-	0,0010	0,9990	-	-	0,0014	0,9986	1,00E-06	-	9,98E-04	9,98E-04

A seguir são apresentadas as árvores de eventos elaboradas para cada um dos cenários analisados na APR envolvendo vazamento de óleo para o mar com as respectivas frequências tanto para os eventos iniciadores como para os desdobramentos acidentais (cenários/tipologias acidentais), bem como as probabilidades associadas a estes desdobramentos.

- **Cenário 04:** Pequeno vazamento de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.<sup>22</sup>



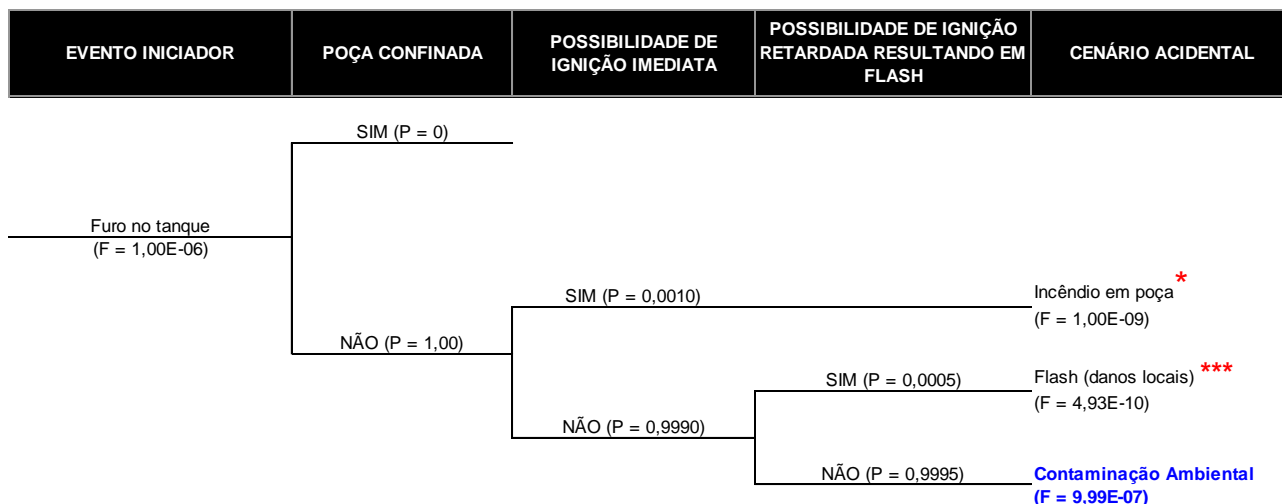
- **Cenários 05 e 06:** Médio e Grande vazamentos de óleo cru e gás no processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.<sup>23</sup>



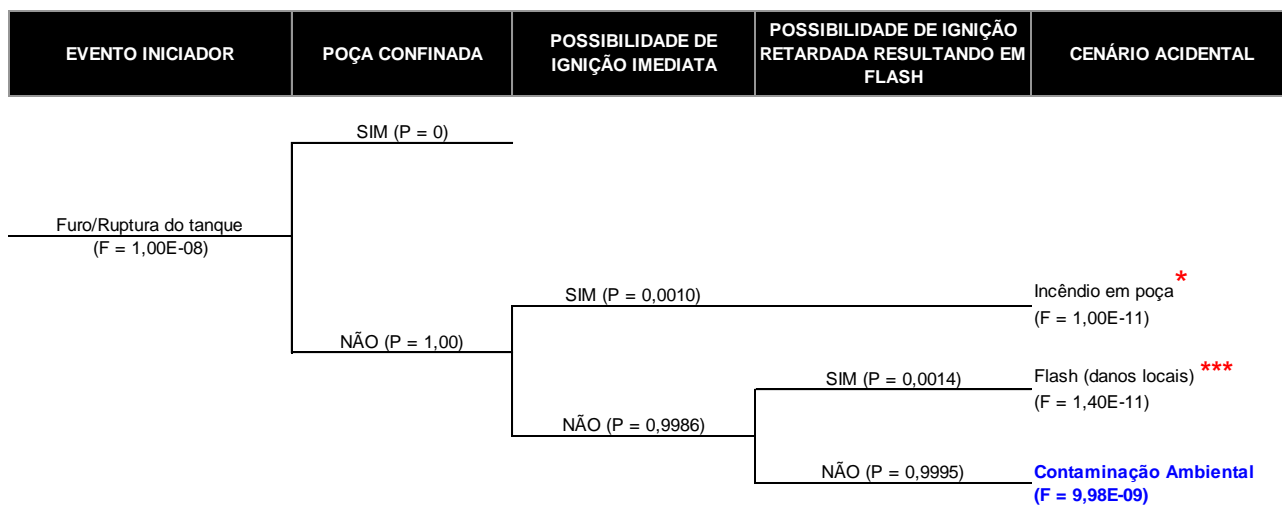
<sup>22</sup> \* Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

<sup>23</sup> \*\* Para o cenário acidental de explosão, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de explosão, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

- **Cenário 10:** Pequeno vazamento de óleo combustível devido a trincas e furos no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame de óleo para o mar.<sup>24</sup>



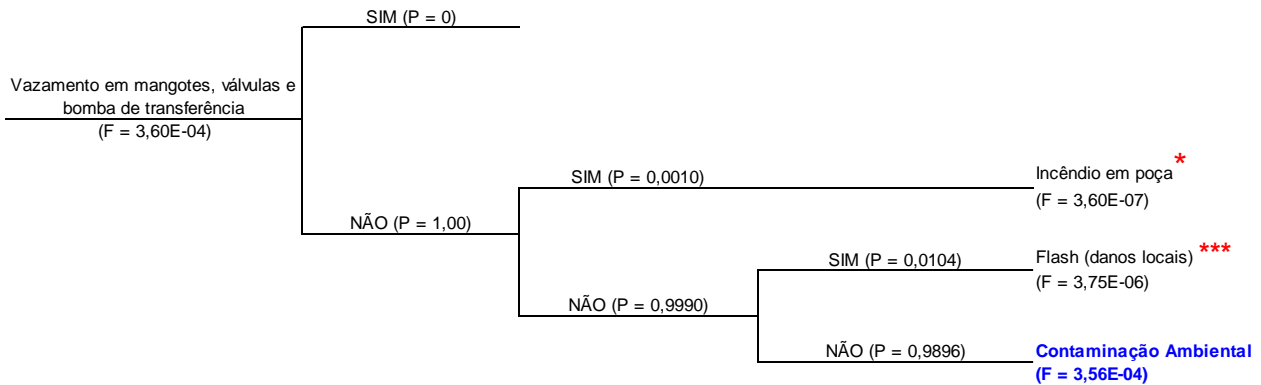
- **Cenários 11:** Médio vazamento de óleo combustível devido a trincas e furos/ruptura no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e consequente derrame de óleo para o mar.



<sup>24</sup> \*\*\* Para o cenário acidental de flash, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de flash causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

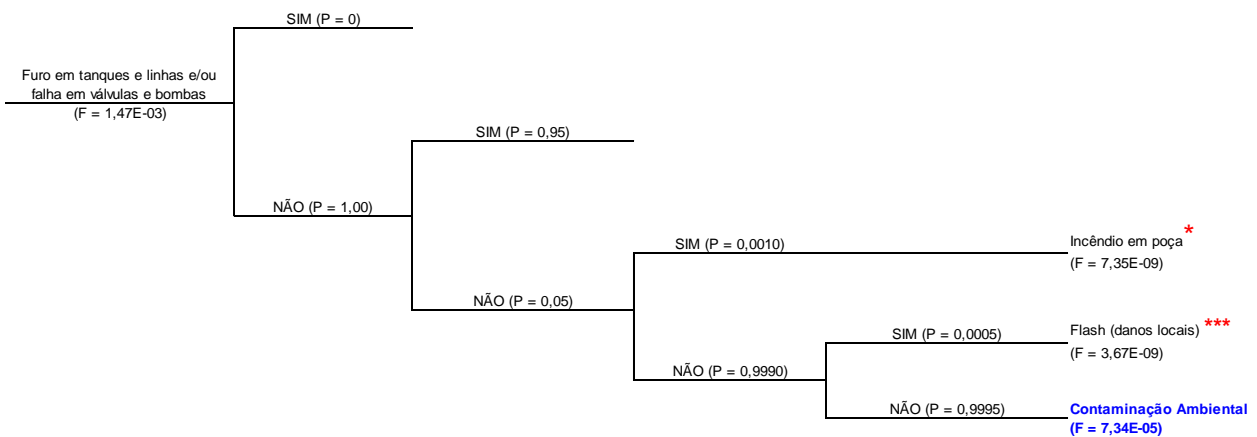
- **Cenário 12:** Pequeno vazamento de óleo combustível devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.

EVEN TO INICIADOR	POÇA CONFINADA	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO IMEDIATA	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO RETARDADA RESULTANDO EM FLASH	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	----------------	-----------------------------------	--------------------------------------------------------	-------------------

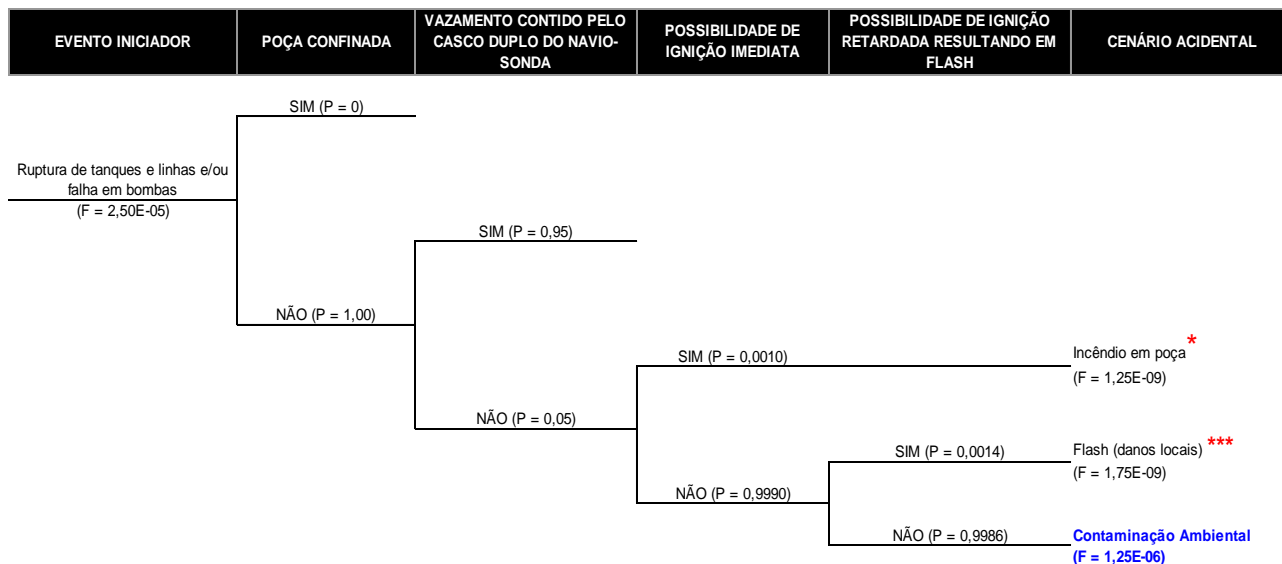


- **Cenário 13:** Pequeno vazamento de efluentes oleosos/água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.

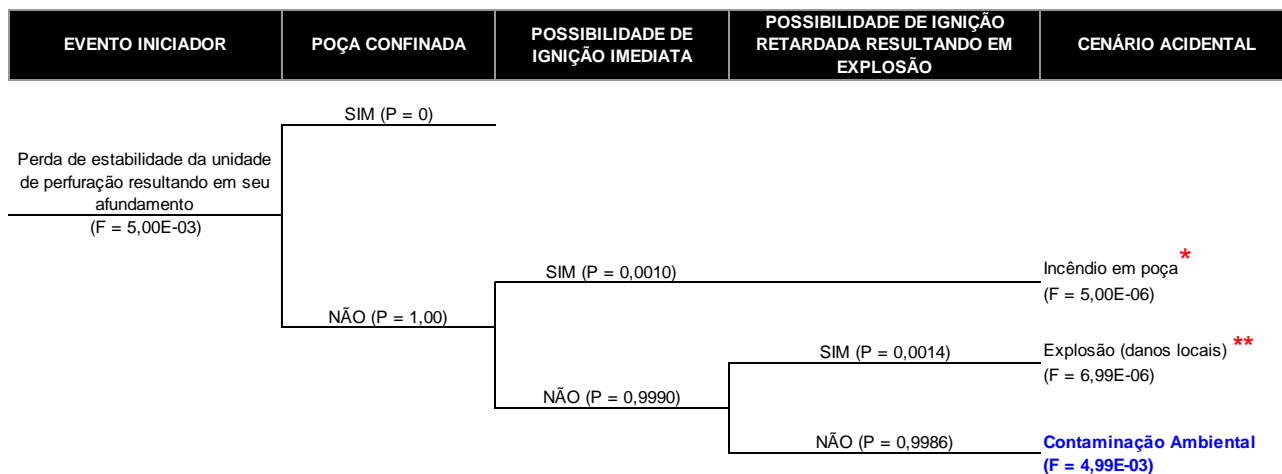
EVEN TO INICIADOR	POÇA CONFINADA	VAZAMENTO CONTIDO PELO CASCO DUPLO DO NAVIO-SONDA	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO IMEDIATA	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO RETARDADA RESULTANDO EM FLASH	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	----------------	---------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------------------------	-------------------



- **Cenário 14:** Médio vazamento de efluentes oleosos/água oleosa devido à ruptura total de tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.

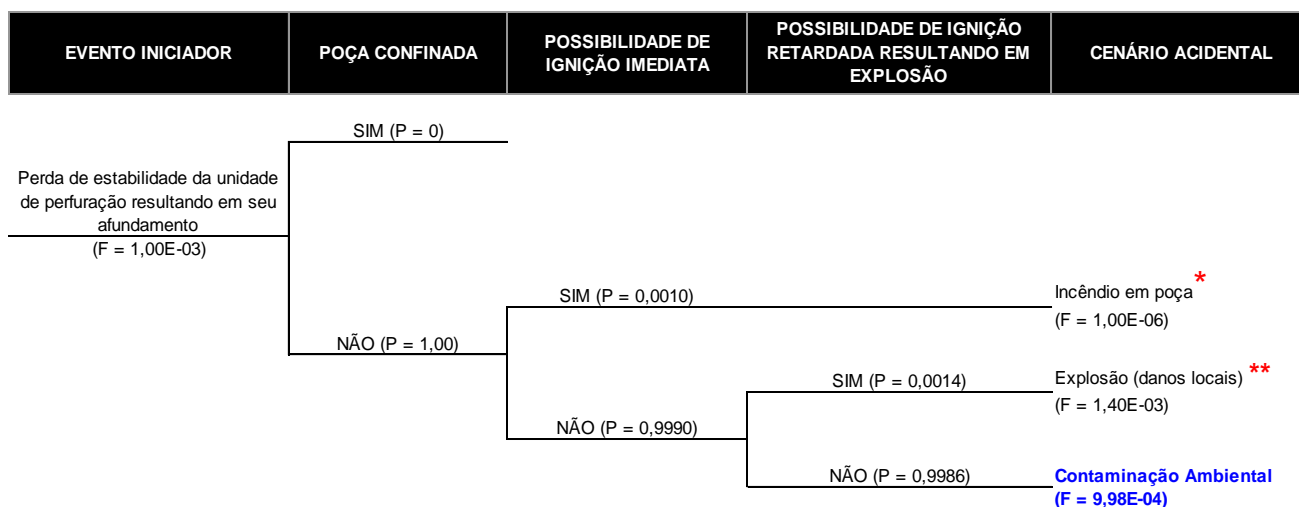


- **Cenário 22:** Grande vazamento de óleo e/ou produtos químicos devido à perda de estabilidade da unidade de perfuração resultando em seu afundamento.





- **Cenário 23:** Grande vazamento de óleo devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio resultando em seu afundamento.



Com o desenvolvimento das árvores de eventos foi possível obter as frequências associadas a cada um dos cenários/tipologias acidentais identificados como decorrentes dos eventos iniciadores oriundos da Análise Preliminar de Riscos. De acordo com o exposto anteriormente, apenas as frequências obtidas para os cenários/tipologias acidentais correspondentes à contaminação ambiental foram utilizadas no cálculo do Risco Ambiental.

## II.9.4. AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS

### II.9.4.1. MODELAGEM DA DISPERSÃO DE ÓLEO

A seguir serão apresentados os resultados da Modelagem do Transporte do Óleo no Mar, os quais contemplam dois cenários sazonais, verão e inverno, e três faixas de volume de vazamento, conforme **Tabela II.9.4.1.1** a seguir, estabelecidas pela Resolução CONAMA N°398/08. O relatório técnico de Modelagem de Transporte de Óleo é apresentado na íntegra em anexo à seção II.8 (Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais) do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

**TABELA II.9.4.1.1 - Cenários realizados para o ponto de risco na Bacia do Ceará.**

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )
1	Verão	8
2	Inverno	8
3	Verão	200
4	Inverno	200
5	Verão	13.307
6	Inverno	13.307

Foi considerada como área de interesse para perfuração, pela TOTAL, a porção superior do bloco CE-M-661 (isóbatas acima de 800 m). Como a locação definitiva do poço só será conhecida após a análise da sísmica 3D a ser realizada na Bacia do Ceará, foi escolhido o ponto próximo ao vértice direito superior do bloco (Poço Itarema) para a modelagem. As características do ponto de vazamento são apresentadas na **Tabela II.9.4.1.2**.

**TABELA II.9.4.1.2 - Características do ponto de vazamento (Poço Itarema).**

<b>Bloco</b>	CE-M-661
<b>Bacia</b>	Ceará
<b>Latitude</b>	2°30'25,603" S
<b>Longitude</b>	39°1'32,680" W
<b>Projeção</b>	Geográfica (Lat/Lon) / Datum SIRGAS 2000

Segundo informações da contratante, para a Bacia do Ceará o óleo esperado é de 32,1° API. Dessa forma, para utilização nas simulações, foi escolhido um óleo de grau API próximo no banco de dados do OSCAR, cujas características são apresentadas a seguir, na **Tabela II.9.4.1.3**.

**TABELA II.9.4.1.3 - Características do óleo cru utilizado na simulação.**

<b>Tipo de Óleo</b>	Cru
<b>API</b>	32,1°
<b>Densidade</b>	0,865 g/cm <sup>3</sup>
<b>Viscosidade dinâmica</b>	24,5 cP (5 °C)
<b>Ponto de fluidez (<i>Pour point</i>)</b>	-27 °C
<b>Conteúdo Máximo de Água</b>	57 %

Em todas as simulações optou-se pela modelagem tridimensional, que permite o mapeamento das frações do óleo que ficam dissolvidas e dispersas na coluna d'água, além da parcela do óleo que fica na superfície. No caso de *blowout*, o vazamento foi considerado ocorrendo no fundo do mar porque, segundo informações obtidas com a contratante, na eventualidade de um *blowout*, ocorre uma desconexão do *riser* e o vazamento passa a ocorrer a partir do fundo. Para os vazamentos instantâneos de pequeno (8 m<sup>3</sup>) e médio (200 m<sup>3</sup>) porte, optou-se por considerar os vazamentos ocorrendo na superfície do mar, uma vez que esta situação é mais compatível com a frequência de ocorrência de vazamentos deste porte. Como os vazamentos de 200 m<sup>3</sup> e de *blowout* apresentaram probabilidades altas na coluna d'água, para os cálculos da Análise de Risco foram consideradas as integrações dos resultados de superfície e coluna d'água, considerando os maiores valores de probabilidade possíveis.

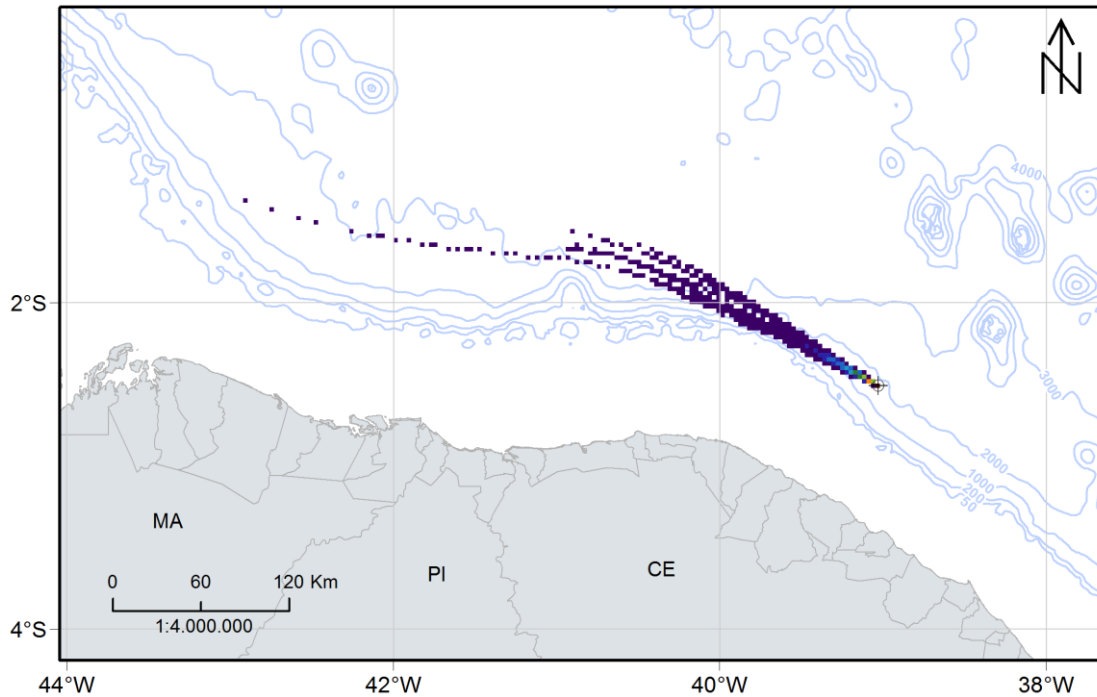
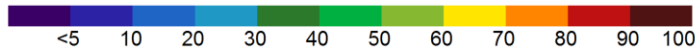
A seguir, são apresentados os mapas de probabilidade de presença de óleo para os vazamentos de volume pequeno (8 m<sup>3</sup>) (**Figuras II.9.4.1.1 e II.9.4.1.2**), volume médio (200 m<sup>3</sup>) (**Figuras II.9.4.1.3 e II.9.4.1.4**) e pior caso (13.307 m<sup>3</sup>) (**Figura II.9.4.1.5 e II.9.4.1.6**).

MODO PROBABILÍSTICO

CE-M-661 | Poço Itarema | Cenário de Verão

Volume: 8 m<sup>3</sup>

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície (%)



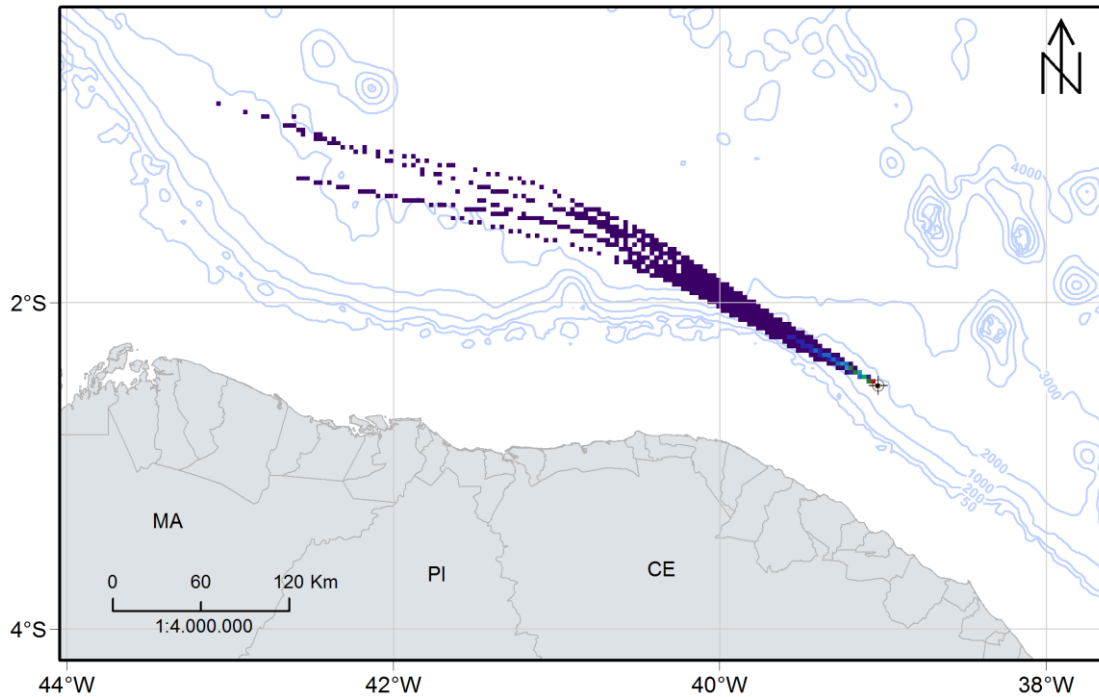
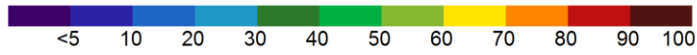
**FIGURA II.9.4.1.1 – Probabilidade de presença de óleo em superfície para o CENÁRIO 1 (verão; volume: 8 m<sup>3</sup>; 30 dias de simulação).**

MODO PROBABILÍSTICO

CE-M-661 | Poço Itarema | Cenário de Inverno

Volume: 8 m<sup>3</sup>

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície (%)



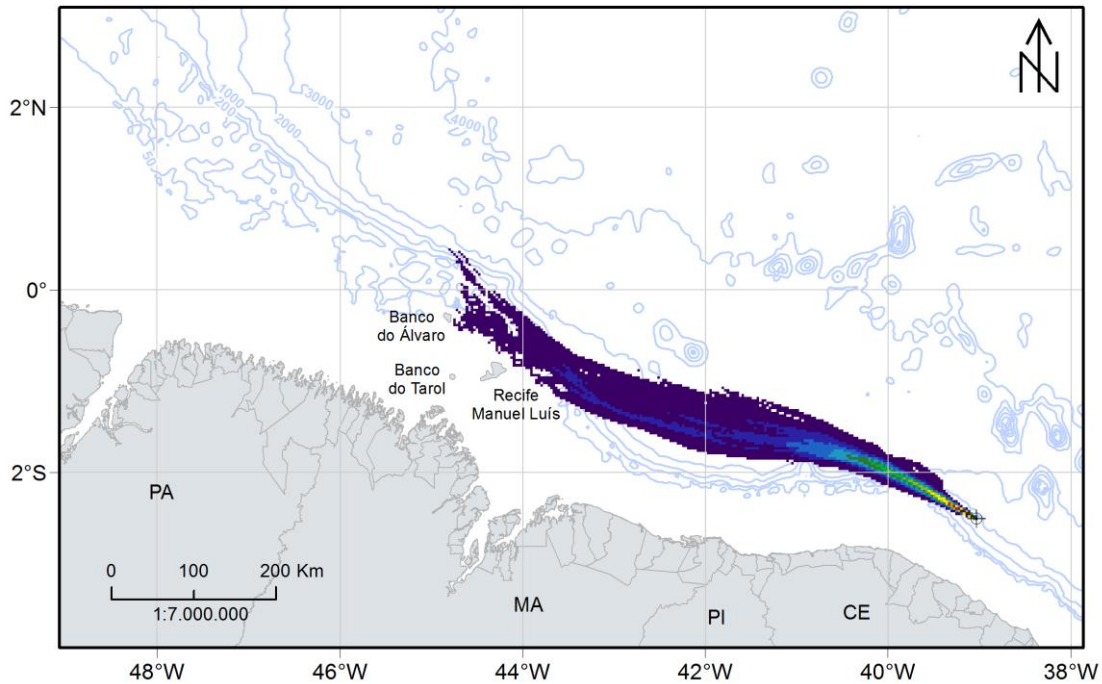
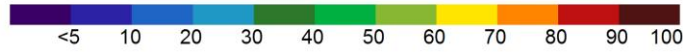
**FIGURA II.9.4.1.2 – Probabilidade de presença de óleo em superfície para o CENÁRIO 2 (inverno; volume: 8m<sup>3</sup>; 30 dias de simulação).**

MODO PROBABILÍSTICO

CE-M-661 | Poço Itarema | Cenário de Verão

Volume: 200 m<sup>3</sup>

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Superfície e Coluna d'Água(%)



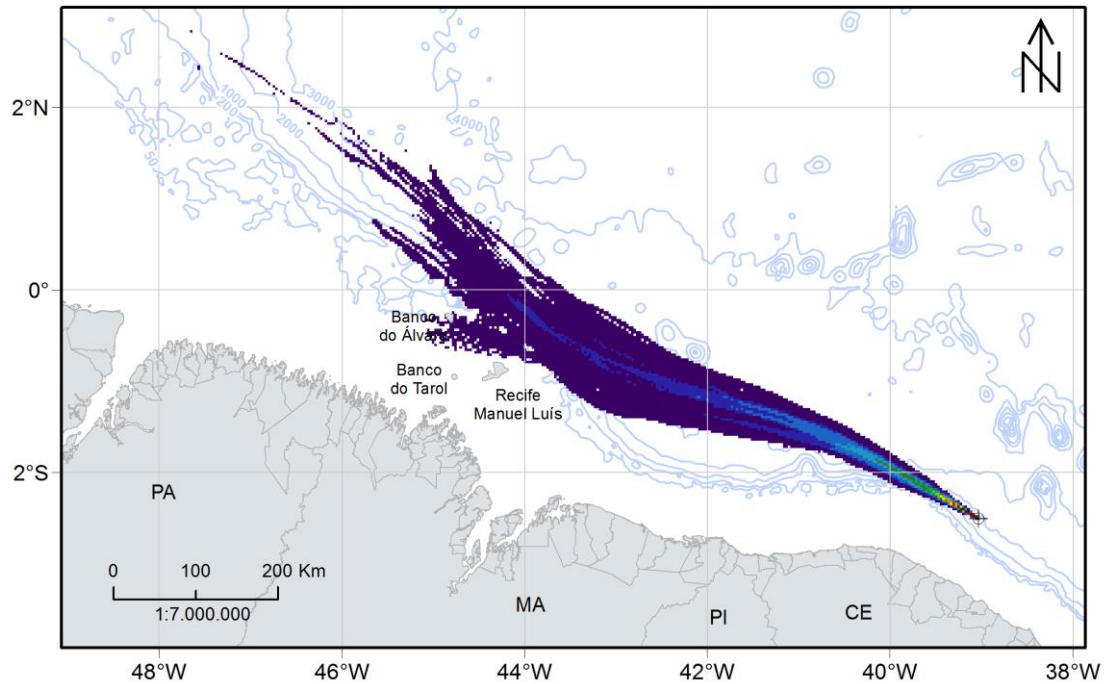
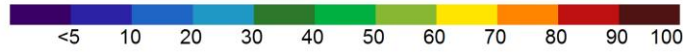
**FIGURA II.9.4.1.3 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e na coluna d'água para o CENÁRIO 3 (verão; volume: 200 m<sup>3</sup>; 30 dias de simulação).**

MODO PROBABILÍSTICO

CE-M-661 | Poço Itarema | Cenário de Inverno

Volume: 200 m<sup>3</sup>

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Superfície e Coluna d'Água(%)



**FIGURA II.9.4.1.4 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e na coluna d'água para o CENÁRIO 4 (inverno; volume: 200 m<sup>3</sup>; 30 dias de simulação).**

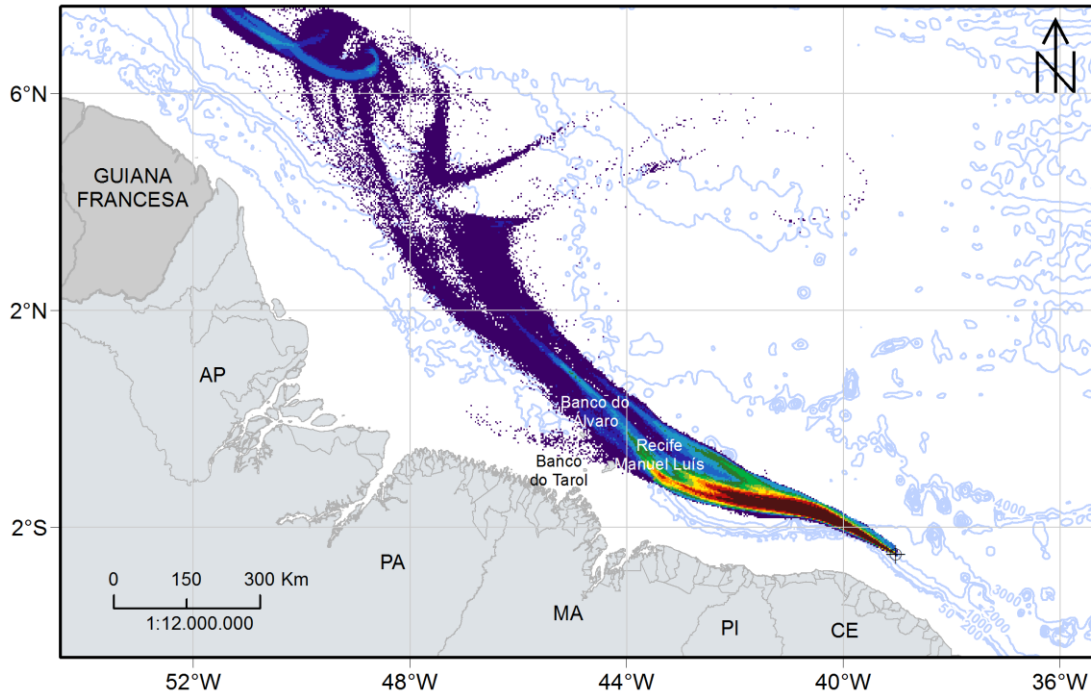
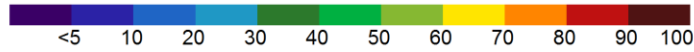


**MODO PROBABILÍSTICO**

CE-M-661 | Poço Itarema | Cenário de Verão

Volume: 13.307 m<sup>3</sup>

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Superfície e Coluna d'Água(%)



**FIGURA II.9.4.1.5 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e na coluna d'água para o CENÁRIO 5 (verão; volume: 13.307 m<sup>3</sup>; 60 dias de simulação).**

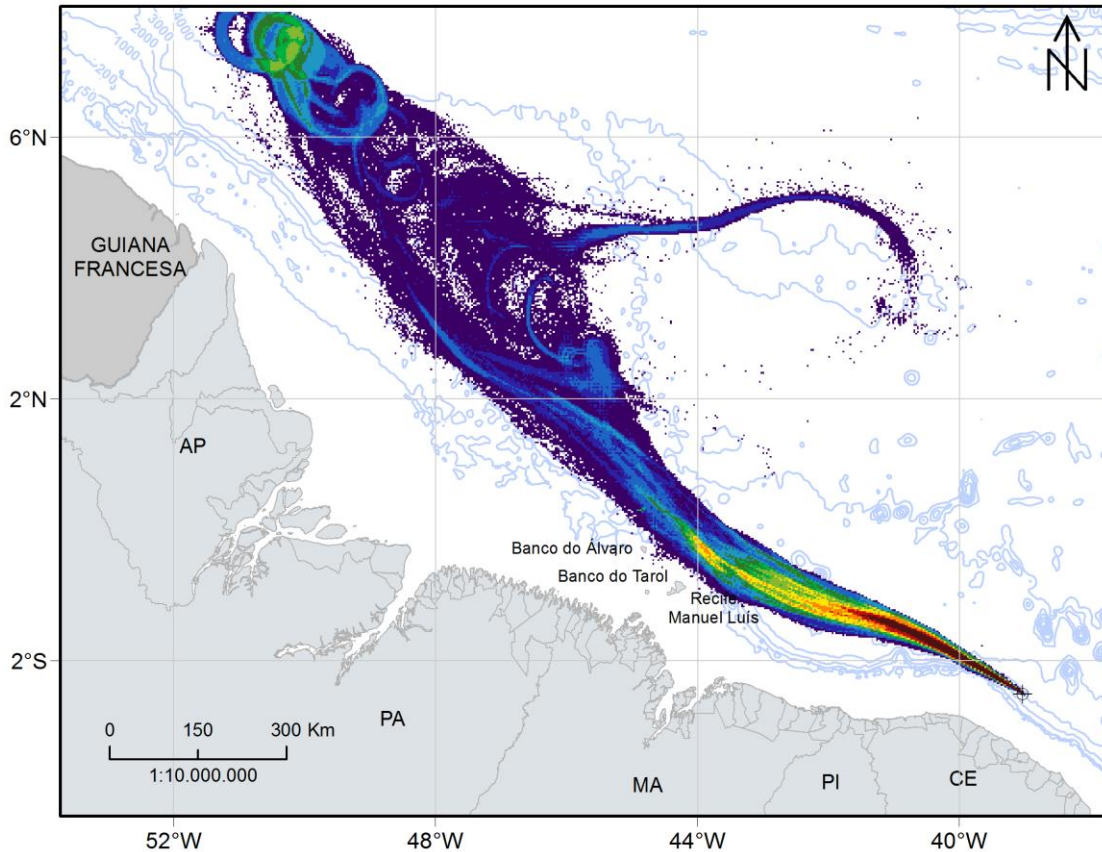
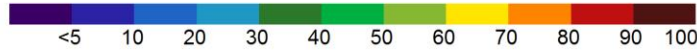


MODO PROBABILÍSTICO

CE-M-661 | Poço Itarema | Cenário de Inverno

Volume: 13.307 m<sup>3</sup>

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Superfície e Coluna d'Água(%)



**FIGURA II.9.4.1.6 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e na coluna d'água para o CENÁRIO 6 (inverno; volume: 13.307 m<sup>3</sup>; 60 dias de simulação).**

## II.9.4.2. Identificação, Mapeamento e Tempo de Recuperação dos Componentes de Valor Ambiental

Os Componentes (CVA) de Valor Ambiental passíveis de serem atingidos, considerando os resultados da modelagem de óleo para o cenário de pior caso com origem no Bloco CE-M-661, foram identificados a partir das informações constantes na Análise de Vulnerabilidade e no Diagnóstico Ambiental, componentes do Estudo Ambiental de Perfuração elaborado para a atividade de perfuração marítima, na bacia do Ceará.

Foram identificados, ao todo, seis componentes, sendo um ecossistema e cinco comunidades biológicas (**Figura II.9.4.2.1**).

Componentes	
<b>Ecossistemas</b>	Recifes de corais
<b>Comunidades</b>	Recursos pesqueiros costeiros Recursos pesqueiros oceânicos Tartarugas-marinhas Cetáceos Aves marinhas oceânicas

**FIGURA II.9.4.2.1 – Componentes de Valor Ambiental identificados.**

É válido destacar que foram considerados como componentes distintos os recursos pesqueiros oceânicos e recursos pesqueiros costeiros, buscando-se atender aos requerimentos dessa CGPEG/DILIC/IBAMA manifestados em pareceres técnicos já emitidos para Análises de Riscos Ambientais desenvolvidas em outros processos. Tais requerimentos fundamentam-se nas diferenças entre os ciclos de vida e as taxas de crescimento das populações presentes nesses dois ambientes.

Para definição dos Componentes de Valor Ambiental, foi considerada toda área com probabilidade de presença de óleo. Considerando a realização da modelagem de vazamento de superfície para os volumes de pequeno e médio portes (8m<sup>3</sup> e 200m<sup>3</sup> respectivamente) e da modelagem de vazamento de fundo para o pior caso (*blowout*), o comportamento de dispersão do óleo foi diferente, e por isso, os casos foram analisados separadamente. No caso dos vazamentos de superfície, foi considerado o maior volume modelado (200m<sup>3</sup>) e para o vazamento de fundo o volume analisado foi o de pior caso (*blowout*). Para todos os volumes vazados foi considerada a integração entre o óleo presente na coluna d'água e o óleo presente na superfície do mar.

Após a definição dos componentes relevantes para a presente análise, suas respectivas áreas de ocorrência foram delimitadas espacialmente utilizando-se, prioritariamente, informações acerca de áreas de

concentração, reprodução, alimentação e rotas migratórias de espécies. Quando essas informações não estiveram disponíveis, utilizou-se registros de ocorrência, sendo a abordagem, nesses casos, sempre a mais conservadora possível.

Uma vez identificados e mapeados os CVAs, definiu-se o tempo de recuperação para cada componente. Para a classificação do tempo de recuperação foi consultada bibliografia especializada sobre impactos de óleo em organismos e ecossistemas e tempos de recuperação, além dos guias da IPIECA. A sensibilidade dos componentes foi avaliada em função do seu tempo de recuperação.

Ressalta-se que estabelecer o tempo de recuperação de uma comunidade biológica em região tropical é extremamente difícil e subjetivo, uma vez que os estudos existentes sobre o assunto se limitam a poucas espécies (o que não reflete a comunidade como um todo), cuja maioria habita ambientes temperados (e.g. acidente com Exxon Valdez no Alaska).

Além disso, após muitos vazamentos de óleo relatados, medidas mitigadoras são adotadas podendo acelerar e em alguns casos até retardar o processo de recuperação. Dessa maneira dificulta-se ainda mais o estabelecimento do tempo de recuperação para áreas atingidas que não contam com qualquer tipo de ação.

- **Componentes (CVA) de Valor Ambiental**

A seguir é apresentada uma breve consideração em relação a cada CVA identificado, seguida dos respectivos resultados obtidos referentes ao mapeamento e ao tempo de recuperação estimado para cada um deles.

- **CVA Recifes de corais**

#### **A. Introdução**

Os recifes de corais são, do ponto de vista geomorfológico, uma estrutura rochosa e rígida, edificada por organismos marinhos (animais e vegetais) portadores de esqueleto calcário (LEÃO, 1994). Do ponto de vista biológico, recifes coralíneos são estruturas construídas através da ação de comunidades de cnidários, denominados genericamente de corais (LEÃO, 1994). Embora a estrutura básica dos recifes biogênicos seja, em geral, formada pelo acúmulo dos esqueletos de corais, para sua formação é necessária a atuação conjunta de uma infinidade de outros organismos, formando uma complexa teia de associações e de eventos em sucessão. Em alguns recifes, inclusive do Brasil, o crescimento de outros organismos, como as algas calcárias, pode assumir uma relevância igual ou maior que a dos próprios corais (KIKUCHI & LEÃO, 1997).

Os recifes de corais formam ecossistemas altamente diversificados, ricos em recursos naturais e de grande importância ecológica, econômica e social, abrigando estoques pesqueiros importantes e contribuindo para a subsistência de várias comunidades costeiras tradicionais (MMA/SBF, 2002). Dentre os grupos animais presentes nesses ambientes estão esponjas, cnidários, moluscos, crustáceos, equinodermos, poliquetas, peixes e tartarugas marinhas, além de algas calcárias (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002; CASTRO, 2000).

No Brasil, comunidades coralíneas foram registradas do Parcel Manuel Luís (MA) até os recifes de Viçosa, na área de Abrolhos (BA), além de ilhas oceânicas como o Atol das Rocas e Fernando de Noronha. Algumas

comunidades significativas também são observadas mais ao sul, no que é chamado de “zona de desaparecimento das comunidades coralíneas”, estendendo-se até Cabo Frio (RJ). Os recifes e comunidades coralíneas do Brasil apresentam poucas espécies de corais, sendo que as suas principais espécies formadoras ocorrem somente em águas brasileiras (CASTRO, 2000; MMA/SBF, 2002).

No que se refere à área de estudo, as únicas formações coralíneas se encontram nas áreas dos Parques Estaduais Marinhos do Parcel de Manuel Luís, Banco do Álvaro e Banco do Tarol, localizados no litoral do estado do Maranhão, considerados o limite norte de ocorrência de recifes de corais para a costa brasileira (LEÃO *et al.*, 2003).

A importância ecológica do Parcel de Manuel Luís é reconhecida, tanto pela riqueza taxonômica, diversidade de formas, hábitos, comportamentos e relações, quanto por sua extensão e localização estratégica (próximo a áreas onde deságuam grandes e numerosos rios), sendo considerado um dos mais importantes ambientes recifais do Atlântico Sul (IRVING *et al.*, 1993; MAIDA & FERREIRA, 1997; MOURA *et al.*, 1999).

A elevada diversidade foi notada por AMARAL *et al.* (1998), que registraram a presença de 16 espécies de corais e hidrocorais, elevando o Parcel a segunda formação recifal mais rica do Atlântico Sul em termos de número de espécies de coral, atrás apenas do banco de Abrolhos, no sul da Bahia. Dentre as 16 espécies de coral presentes no Parcel, bem como no Banco do Álvaro, destacam-se em concentrações as espécies: *Siderastrea stellata*, *Montastrea cavernosa*, *Meandrina brasiliensis*, *Scolymia wellsi* e *Millepora alcicornis*. Ressalta-se ainda a presença de uma espécie endêmica do Parcel, o coral de fogo *Millepora laboreli* (AMARAL *et al.*, 2007).

## B. Mapeamento

Para o vazamento de 200m<sup>3</sup> há probabilidade de toque nos cenários de verão e inverno, como é possível observar na Figuras II.9.4.2.2 e II.9.4.2.3.

No cenário de pior caso (*blowout*), os recifes de corais apresentaram probabilidade de serem atingidos por óleo apenas no cenário de verão. Dessa maneira, a localização de tais recifes de corais é apresentada na **Figura II.9.4.2.4**.

Destaca-se que para o cenário de vazamento de óleo de pequeno porte (8 m<sup>3</sup>) não há probabilidade de interferência do óleo neste CVA.

Para a definição dessas áreas foram usadas as informações provenientes do documento “Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA Nº 09, de 23 de janeiro de 2007” (MMA, 2007a). Além disso, também foram utilizadas informações presentes na Análise de Vulnerabilidade elaborada para a atividade no bloco CE-M-661.



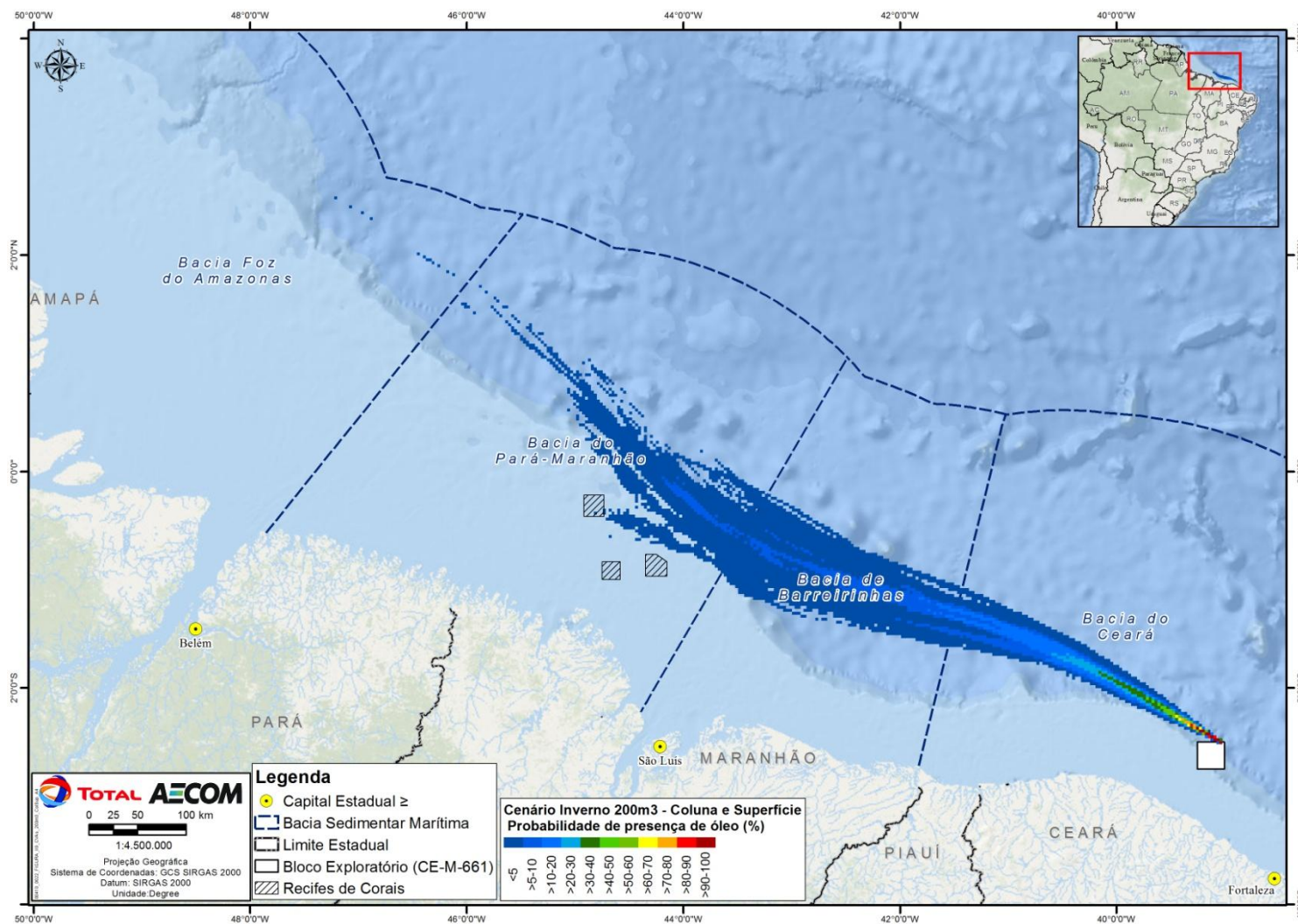


Figura II.9.4.2.2 – Localização dos recifes de corais na área com probabilidades de chegada de óleo para a modelagem de médio porte (vazamento de superfície de 200 m<sup>3</sup>), no cenário de inverno (integração coluna d’água e superfície).

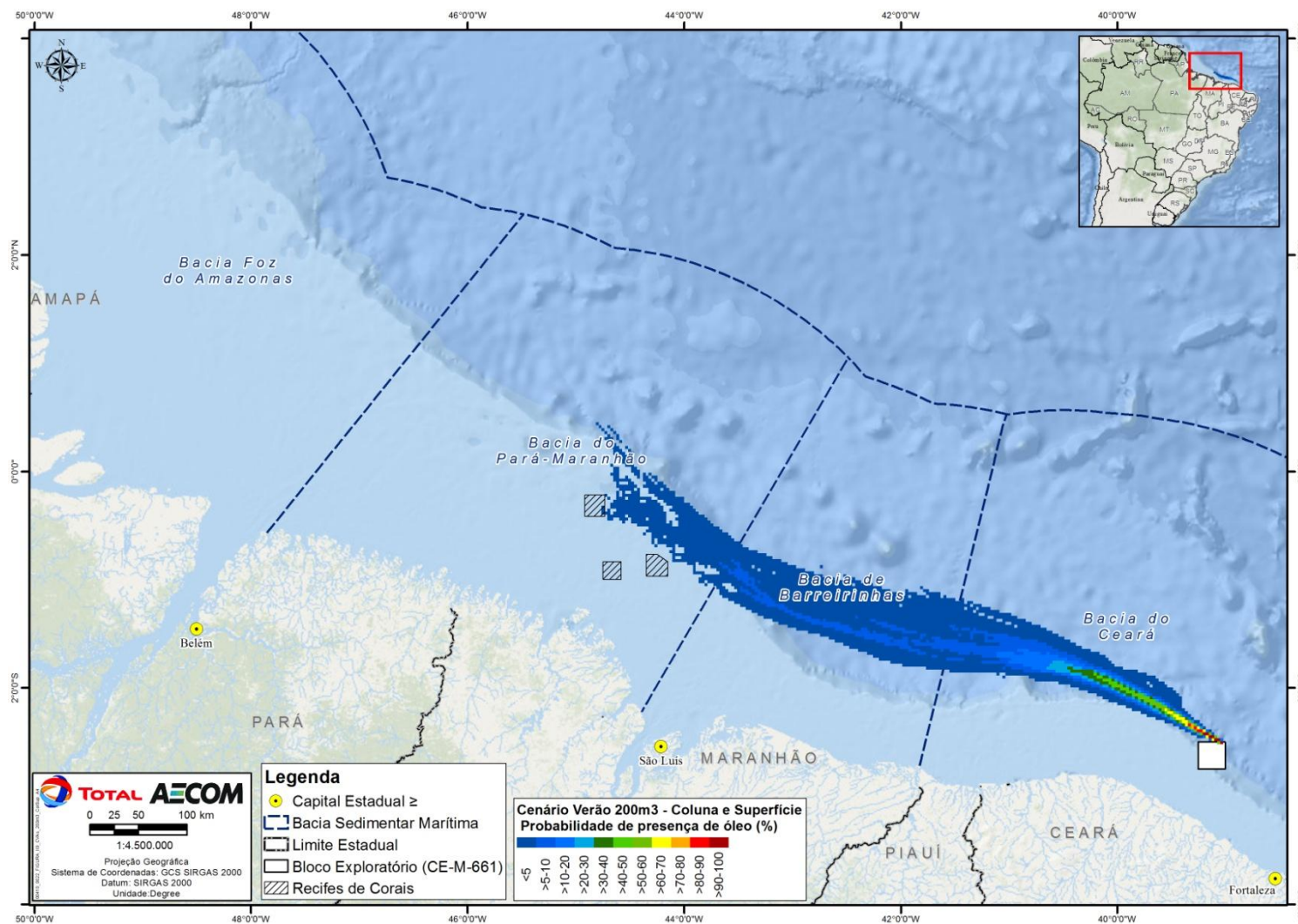


Figura II.9.4.2.3 – Localização dos recifes de corais na área com probabilidades de chegada de óleo para a modelagem de médio porte (vazamento de superfície de 200 m<sup>3</sup>), no cenário de verão (integração coluna d’água e superfície).



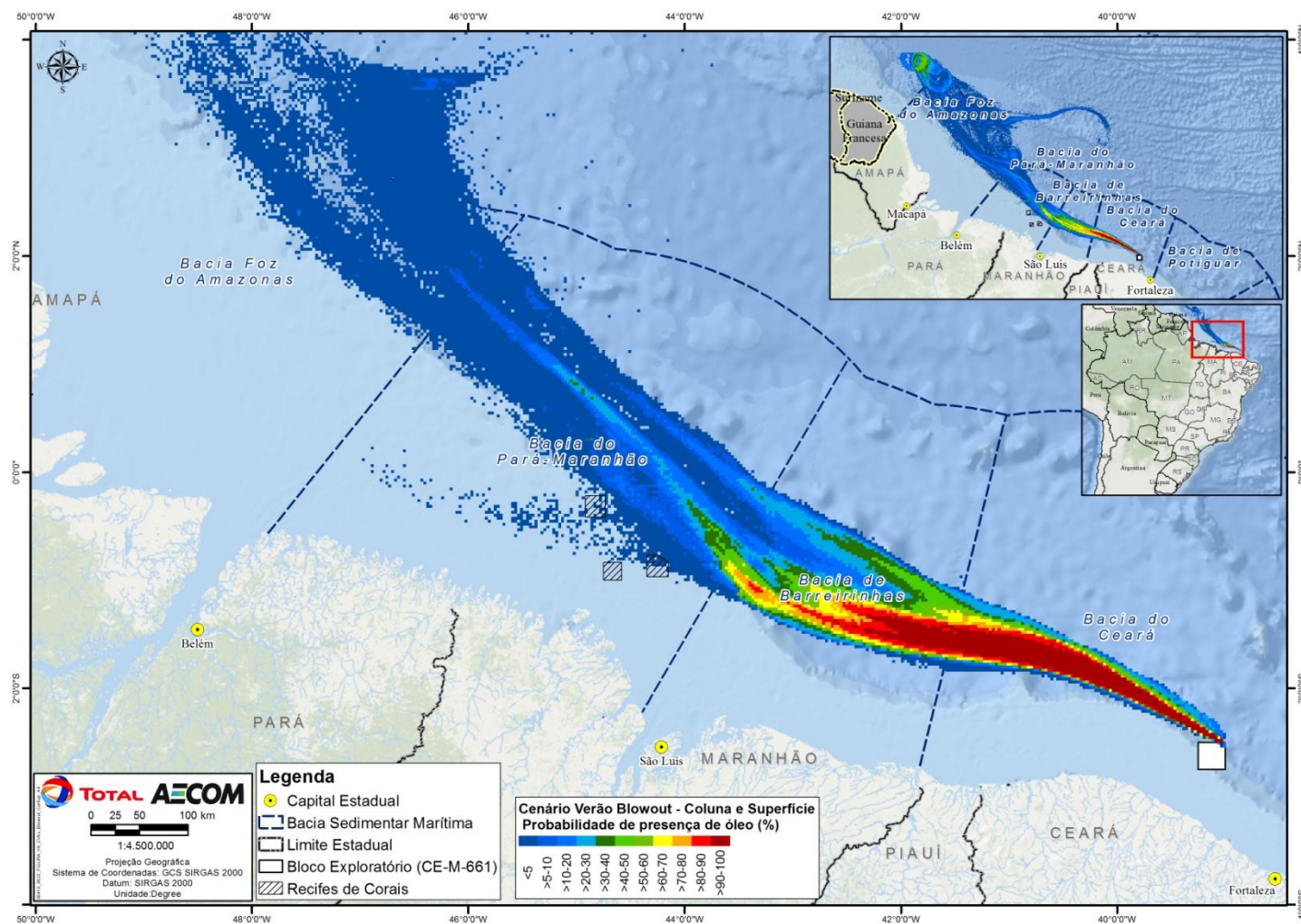


Figura II.9.4.2.4 – Localização dos recifes de corais na área com probabilidades de chegada de óleo para a modelagem de pior caso (*blowout* - vazamento de fundo), no cenário de verão (integração coluna d'água e superfície).

### C. Tempo de Recuperação

A severidade dos impactos da exposição dos corais ao óleo e o tempo de recuperação pode variar de acordo com uma série de fatores como o tipo e quantidade de óleo, a composição e estrutura das espécies e a natureza da exposição ao óleo (IPIECA, 1992; NOAA, 2010a). O óleo pode matar o coral dependendo da espécie e exposição. Corais com colônias arborescentes são mais sensíveis aos impactos por óleo do que corais de colônias massivas. Estudos apontam que a exposição prolongada a baixos níveis de óleo pode matar os corais assim como exposições com menor duração e maior concentração (LOYA & RINKEVICH, 1980; NOAA, 2010a). A toxicidade crônica do óleo impede a reprodução dos corais, seu crescimento e desenvolvimento. A época do ano em que ocorre um vazamento também pode ser crítica, uma vez que a reprodução e os corais nos primeiros estágios de vida são particularmente sensíveis. No entanto, o cálculo do risco nos corais é complexo e depende de diversos fatores como o tipo de óleo e as condições do mar (NOAA, 2010a).

De acordo com NOAA (2010a), a toxicidade aguda pode não ser o melhor indicador dos impactos de óleo, pois os efeitos adversos aos corais podem ser percebidos em longo prazo. Resultados de um estudo realizado por Harrison mostrou que exposições a baixos níveis de óleo, desintegraram quase completamente os tecidos dos corais depois de 48 horas. Os resultados sugerem que exposições mais longas (4-48 horas) a baixas concentrações de óleo podem ser mais tóxicas do que exposições mais curtas a altas concentrações (NOAA, 2010a), apesar de não haver maiores detalhes sobre os valores dessas concentrações. LEGORE (1989) constatou ainda, após um ano de testes, que os corais de recifes saudáveis conseguem tolerar exposições breves (1 a 5 dias) ao óleo flutuante, não havendo efeitos observáveis sobre eles. Portanto, apesar de ligeiramente conflitantes, as informações encontradas na literatura científica mostram, em linhas gerais, que eventos de vazamento de óleo crônicos são mais impactantes para os corais do que uma única exposição mesmo que essa seja mais visível (IPIECA, 1992; LOYA & RINKEVICH, 1980). De acordo com BLUMER *et al.* (1971) *apud* LOYA & RINKEVICH (1980), muito tempo após traços visíveis de óleo provenientes de um vazamento em Buzzards Bay desaparecerem, muitas frações de óleo continuaram presentes em quantidades consideráveis nos sedimentos de fundo, a 13 m de profundidade.

Ao contrário dos estudos com toxicidade aguda, quase todos os estudos com efeitos crônicos, ou seja, após determinado tempo, mostram mudanças subletais nos corais expostos, podendo matar toda a colônia. Mesmo envolvendo menores concentrações de hidrocarbonetos, os efeitos crônicos da exposição ao óleo parecem ter maior potencial de comprometimento sobre os corais. Em Israel, por exemplo, dois terminais de petróleo próximos a uma comunidade recifal liberaram pequenas quantidades de óleo ao longo de 10 anos de operação (1969-1979). A exposição crônica ao óleo afetou a reprodução do sistema coralíneo e provocou a queda da diversidade de espécies recifais (corais e peixes) e a diminuição da colonização do recife por corais hermatípicos (LOYA & RINKEVICH, 1979 *apud* LOYA & RINKEVICH, 1980). O óleo reduz a fertilidade do coral, diminui o sucesso reprodutivo e inibe o desenvolvimento dos estágios primários de vida. A substância também prejudica dois componentes fundamentais para toda a comunidade recifal: a produção primária pelas zooxantelas simbióticas e a transferência de energia através do muco de corais. Outro efeito adverso é a bioacumulação de forma rápida nos tecidos dos corais. Além dos efeitos nos corais, o óleo irá impactar os organismos associados como plantas, peixes e invertebrados, causando danos a todo ecossistema (NOAA, 2010a).



Segundo MARCHIORO & NUNES (2003), os riscos mais elevados de efeitos letais são atribuídos aos recifes da zona entremarés e aos recifes rasos, devido ao contato direto destes com o óleo. Os corais se recuperam lentamente de distúrbios, sejam naturais ou causados pelo homem. O tempo de recuperação de um recife de coral depende de vários fatores como o grau e tipo de dano, a localização, as espécies afetadas e muitos outros fatores. Segundo NOAA (2010a), a recuperação pode ser medida usando-se o percentual da cobertura de coral afetada, a diversidade de espécies, a altura média da colônia e, em geral, a cor e a saúde do coral. Se os corais foram danificados, mas não foram mortos, os sobreviventes podem se regenerar. No entanto, se a maioria dos corais for morta, a recuperação dependerá quase que exclusivamente do recrutamento e crescimento das larvas provenientes de outras áreas, sendo esse um processo muito mais lento.

No caso de exposição ao óleo, a capacidade de recuperação do coral depende também da viscosidade do derivado de petróleo a ele exposto. Em um estudo realizado em ambientes coralíneos do Caribe, observou-se que as colônias expostas a hidrocarbonetos apresentaram um padrão eficiente de rejeição ao óleo aderido em sua superfície, dependendo do tamanho e densidade das partículas de sedimento de petróleo. O padrão de rejeição é típico de espécies de corais, e apresenta taxas mínimas e máximas. A viscosidade do óleo determina o tamanho das partículas. Partículas diminutas (>0,06 mm) são naturalmente removidas através da eliminação da camada mais superficial do tecido do coral. Nesse caso, parece que o contato com partículas físicas é menos prejudicial para os corais que os efeitos tóxicos dos óleos (BAK & ELGERSHUIZEN, 1976 *apud* NOAA, 2010a).

### C.1. Estudos de Caso

A **Tabela II.9.4.2.1** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados nos recifes de coral, mostrando a complexidade e variabilidade desse tipo de acidente.

**Tabela II.9.4.2.1 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os recifes de corais.**

Vazamento	Efeitos reportados
1967: Navio-tanque RC Stoner, Wake Island, Oceano Pacífico Norte. Volume do óleo derramado: 600.000 galões de mistura de combustível.	O impacto aos corais foi pouco mencionado. Um óleo de cor preta foi observado impregnando corais após a passagem de um furacão no local.
1968: Navio-tanque SS Witwate, Panamá. Volume do óleo derramado: 20.000 barris de óleo diesel.	Um estudo conduzido após dois meses do vazamento mostrou que não houve grandes impactos aos corais. Isso ocorreu provavelmente porque os corais da região não são expostos, não havendo contato direto com o óleo.
1973: Navio-tanque Zoe Colocotronis, Bahia Súcía, Porto Rico. Volume do óleo derramado: 37.000 barris de óleo cru.	Como nos outros casos citados, nesse derramamento também não foi dada a devida atenção aos impactos potenciais do petróleo nos recifes de coral.
1986: Rompimento de refinaria, Bahia Lãs Minas, Panamá. Volume do óleo derramado: 60.000 a 100.00 barris de óleo cru.	O incidente mostrou ter efeitos letais e subletais em todos os ambientes, incluindo os recifes de coral. A cobertura, tamanho e diversidade dos recifes de coral diminuíram substancialmente após o vazamento. Logo após o vazamento, estudos relataram uma mortalidade extensiva de várias formas e espécies de coral.

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico. Volume do óleo derramado: 6,3 milhões de barris de óleo.</p>	<p>Apesar da grande quantidade de óleo derramada, pode-se dizer que o impacto foi bem menor que o esperado. Alguns recifes de coral foram impactados nesse derramamento, com a morte de várias colônias de coral. No entanto, foi observado um novo crescimento dos corais na parte impactada.</p>
<p>1993: Navio Pesqueiro Jin Shiang Fa, Refúgio Nacional da Vida Selvagem Rose Atol, Samoa. Volume do óleo derramado: 100.000 galões de óleo diesel, 500 galões de óleo lubrificante e 1,1 toneladas de amônia.</p>	<p>Devido ao naufrágio do navio, houve diversos impactos físicos ao atol. No entanto, os pesquisadores afirmam que os impactos mais graves e generalizados foram devido ao óleo diesel.</p>

Fonte: NOAA (2010a).

Apesar dos casos encontrados na bibliografia abordarem efeitos de incidentes em recifes de coral, pouquíssimas informações a respeito do tempo de recuperação dos mesmos após o impacto estão disponibilizadas.

Segundo NOAA (2010a), um ano após o rompimento da refinaria Bahia Lãs Minas, no Panamá, em 1986, ainda era possível encontrar corais recém-mortos. Após três anos do mesmo incidente ainda era possível observar uma desaceleração do crescimento dos corais e consequente diminuição da sua cobertura no fundo marinho, havendo diminuição de 76% em pequenas profundidades (0.5 - 3 m) e 56% em profundidades um pouco maiores (3 - 6 m). Ainda é válido ressaltar que uma espécie de coral, apesar de ter praticamente desaparecido do local impactado, aumentou sua ocupação em locais não impactados em 38%. Foi também observado que espécies do gênero *Zoanthus* retomaram seus níveis de abundância originais um ano e meio após o incidente (JACKSON *et al.*, 1989).

Em um incidente ocorrido com o navio pesqueiro Jin Shiang Fa, observou-se a necessidade de se realizar a remoção adicional de resíduos provenientes do vazamento cinco anos após o mesmo, tendo havido uma retirada de mais de 100 toneladas de óleo. Sendo assim, análises de monitoramento ambiental mostraram ligeira recuperação dos recifes de coral atingidos, nove anos após o vazamento (NOAA, 2012).

Em seu trabalho, LOYA & RINKEVICH (1980) afirmam que após o impacto de um vazamento de óleo, a comunidade recifal pode sofrer alterações por longos períodos. O incidente de Tampico Maru, no México, acarretou impactos que determinaram a diferença da abundância de espécies mesmo 12 anos após seu acontecimento (MITCHEL *et al.*, 1970 *apud* LOYA & RINKEVICH, 1980). No mar vermelho, um incidente com dois terminais de óleo causaram impactos na reserva natural de corais de Eliat, havendo um abalo da estrutura dos corais por efeitos crônicos do óleo, comprometendo sua estrutura reprodutiva. Dez anos após esse incidente, o recife de coral atingido ainda não havia retomado a sua estrutura original (LOYA, 1976 *apud* LOYA & RINKEVICH, 1980).

CONNEL *et al.* (1997) identificaram, a partir da observação das comunidades de corais atingidos por óleo na Grande Barreira de Corais da Austrália que, após 30 anos, foi possível perceber a recuperação total dos distúrbios agudos nesses organismos. Acredita-se que os distúrbios crônicos apresentem um tempo ainda maior de recuperação, porém esta é uma estimativa incerta, haja vista que em muitas situações a recuperação é interrompida por novos incidentes que retardam ainda mais a recuperação completa.

## C.2. Conclusão

Ainda que existam alguns estudos sobre a recuperação dos recifes de coral, eles se concentram em análises em curto prazo, não prevendo os impactos crônicos (em longo prazo) dos vazamentos de óleo, dificultando a estimativa do seu tempo de recuperação. Alguns estudos científicos publicados na área concentram seu objetivo na análise laboratorial da toxicidade do óleo sobre os corais. Apesar de serem importantes fontes de consulta, essas publicações possuem limitações quanto ao uso em ambientes naturais. Em vazamentos reais, as concentrações de óleo variam e começam a declinar rapidamente devido às próprias ações atmosféricas (NOAA, 2010a) e, por isso, não podem ser igualadas às condições impostas nos ensaios laboratoriais.

Deve-se considerar, ainda, que os efeitos agudos e crônicos causados em corais não são considerados iguais para todas as espécies presentes nos ambientes recifais. Por esse motivo, o estabelecimento do tempo de recuperação do ecossistema de recife de coral de maneira mais ampla se torna ainda mais complexo (JACKSON *et al.*, 1989).

É importante salientar, ainda, que a recuperação dos recifes de coral após a exposição ao óleo irá depender parcialmente da recuperação de outras comunidades associadas, como manguezais e bancos de algas marinhas, os quais podem ser mais seriamente afetados (NOAA, 2010a). Os manguezais possuem uma função primordial na proteção dos ambientes recifais já que exercem função de berçário para juvenis de muitas espécies lá encontradas, além de exercerem importante papel na filtração da água e no escoamento costeiro (NOAA, 2010a).

Sendo assim, com base nas informações consultadas na literatura, conclui-se que o tempo de recuperação dos recifes de coral a um vazamento de óleo será superior a 10 anos, podendo chegar a 30 anos.

- **CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos**

### A. Introdução

Buscando atender aos requerimentos da CGPEG manifestados em pareceres técnicos relativos a Análises de Riscos Ambientais desenvolvidas para outras atividades semelhantes, buscou-se mapear separadamente os recursos pesqueiros costeiros dos oceânicos, e considerá-los na análise desta ARA separadamente, como dois CVAs. É importante esclarecer que a separação desse componente será feita apenas através do mapeamento, sendo o valor de tempo de recuperação o mesmo para os dois componentes, ainda que se considere que este seja bastante conservador quando atribuído a recursos pesqueiros oceânicos.

Isso se justifica uma vez que, as referências encontradas sobre tempo de recuperação e impacto de óleo em recursos pesqueiros não fazem diferenciação espacial entre espécies costeiras e oceânicas (e.g. ITOPF, 2004; HJERMANN *et al.*, 2007; MOSBECH *et al.*, 2000; IPIECA, 2000b; TEAL & HOWARTH, 1984). Soma-se a isso, ainda, o fato de a maior parte dos impactos identificados em recursos pesqueiros se referirem a acidentes que atingiram a região costeira, com os impactos em região oceânica sendo pouco avaliados, até pela dificuldade de se coletar dados nesse ambiente.

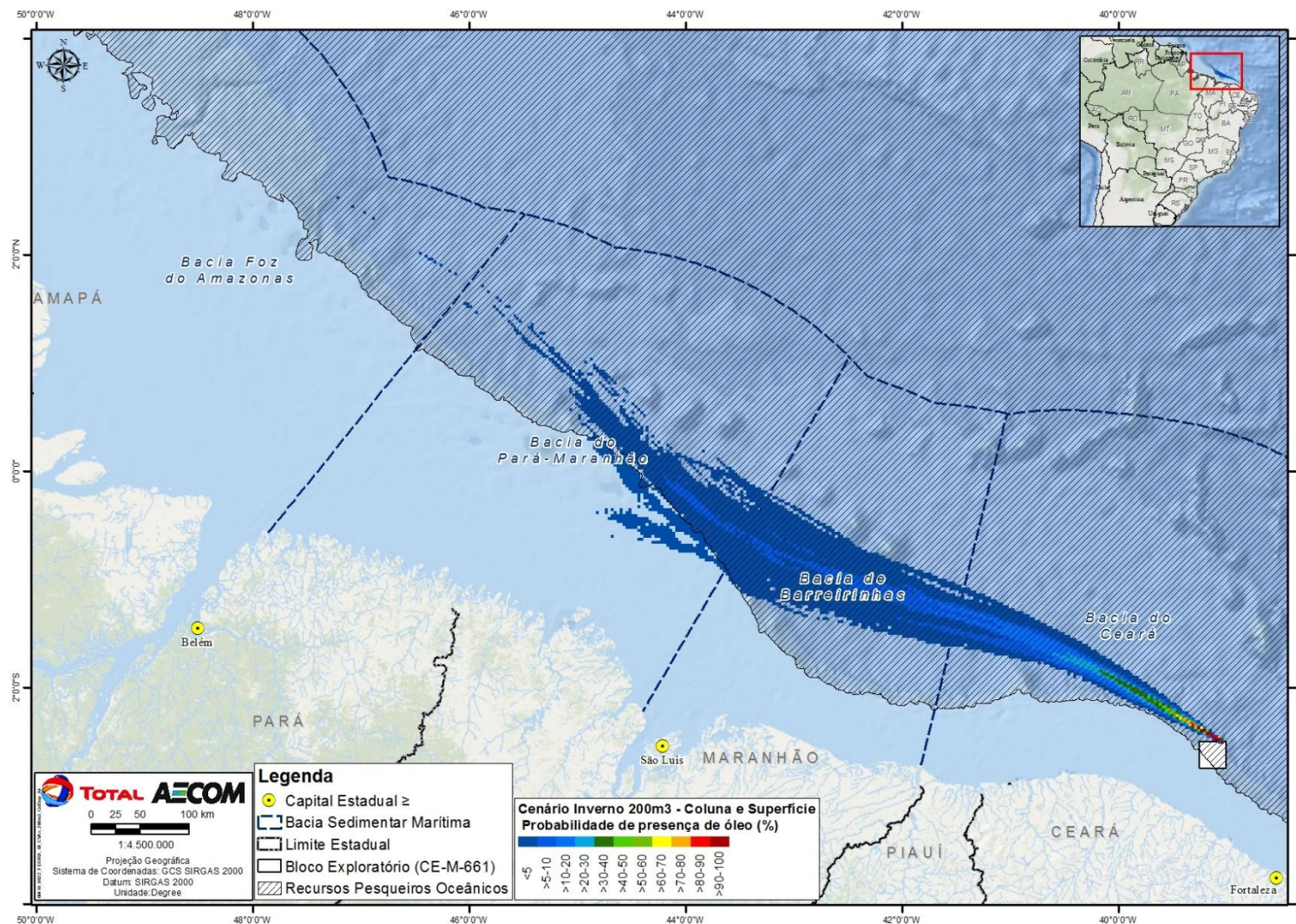
As espécies que habitam a região oceânica normalmente são capazes de evitar a contaminação física, já que nadam para longe da área contaminada, evitando, assim, efeitos em longo prazo nas populações locais

(MOSBECH *et al.*, 2000). Segundo alguns autores (IPIECA, 2000b; ITOPF, 2004) não existem evidências ou informações de um vazamento de óleo que tenha causado a morte de um número suficiente de peixes adultos ou estágios jovens em mar aberto a ponto de afetar significativamente as populações adultas. Isso ocorre principalmente porque em mar aberto as concentrações tóxicas são raramente alcançadas (MOSBECH *et al.*, 2000). No entanto, MASCARELLI (2010) afirma que os organismos oceânicos que foram expostos ao óleo quando larva ou embriões podem sofrer sérios danos. Na verdade, podem-se levar muitos anos para entender como a exposição ao óleo no início da vida irá afetar a população de peixes que não irá amadurecer e ser pescada por um tempo. Aqueles peixes que vivem por décadas, como as garoupas, podem se recuperar rapidamente, no entanto animais que vivem apenas de um a três anos, como os camarões, poderiam ser altamente afetados, podendo reduzir drasticamente suas populações por um tempo, afetando também a comunidade de pessoas que depende desse recurso (MASCARELLI, 2010).

## B. Mapeamento

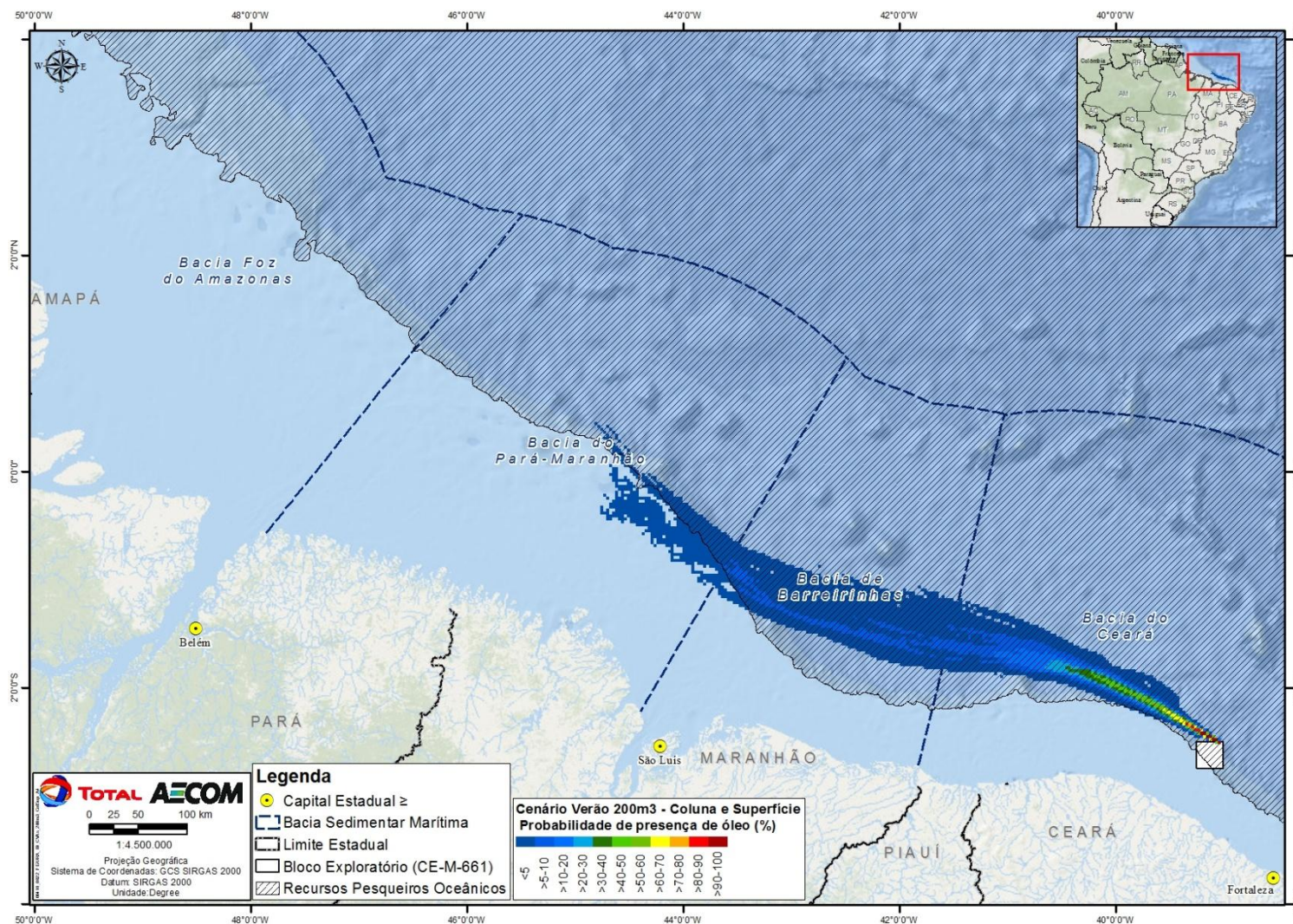
Para realizar o mapeamento, utilizou-se como referência o REVIZEE, segundo a qual os recursos tradicionalmente explorados na zona costeira estão distribuídos até cerca de 100 m de profundidade (MAGRO *et al.*, 2000). Assim, os recursos costeiros foram considerados aqueles que ocorrem a até 100 m de profundidade, e os oceânicos aqueles que ocorrem em profundidades maiores que 100 m. As **Figuras II.9.4.2.5 à II.9.4.2.12** apresentam a localização dos recursos pesqueiros oceânicos e costeiros nas áreas com probabilidades de chegada de óleo nos cenários de médio porte (200 m<sup>3</sup>) e pior caso, tanto no inverno como no verão.





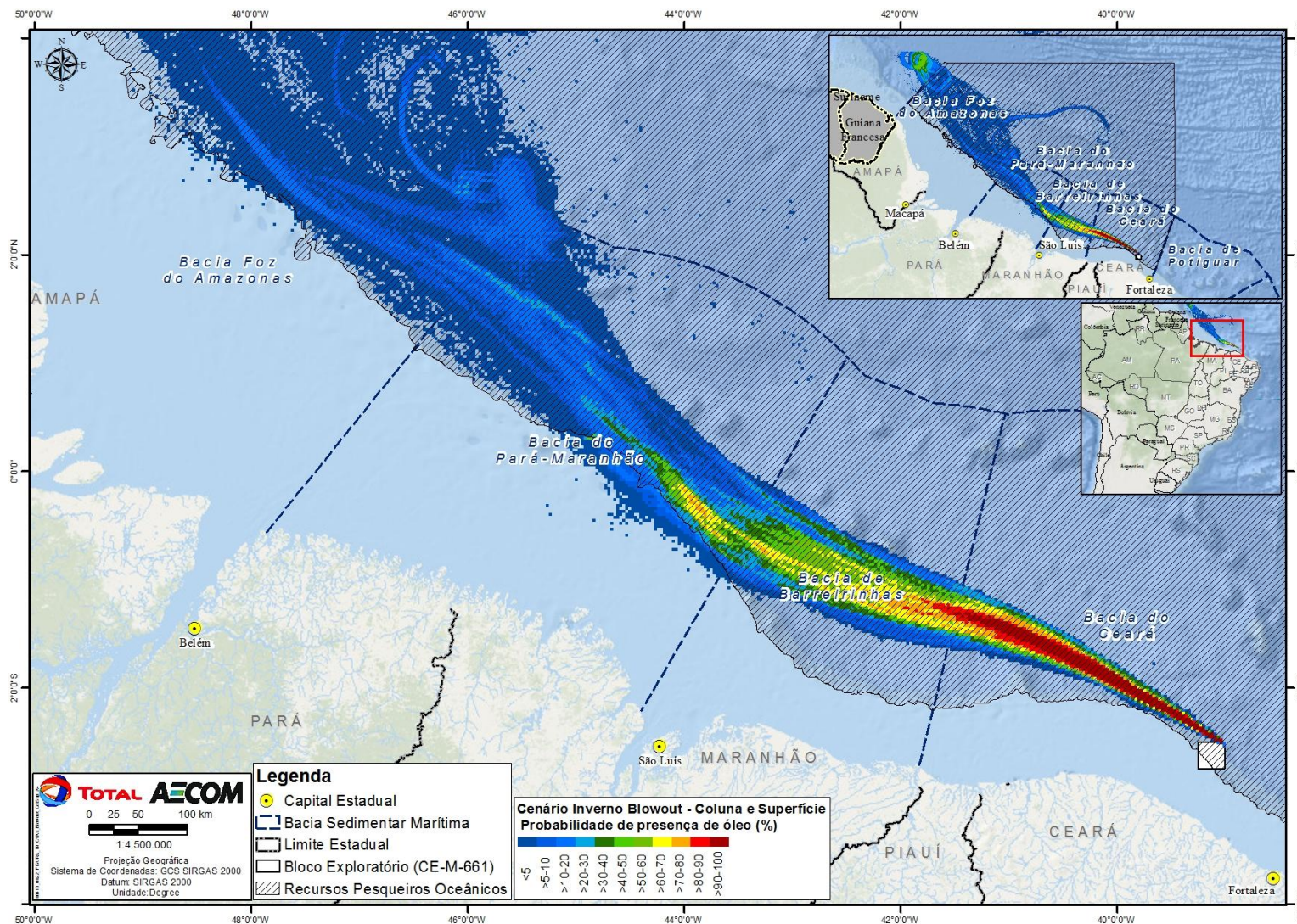
**FIGURA II.9.4.2.5 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, vazamento de superfície de 200 m<sup>3</sup>.**





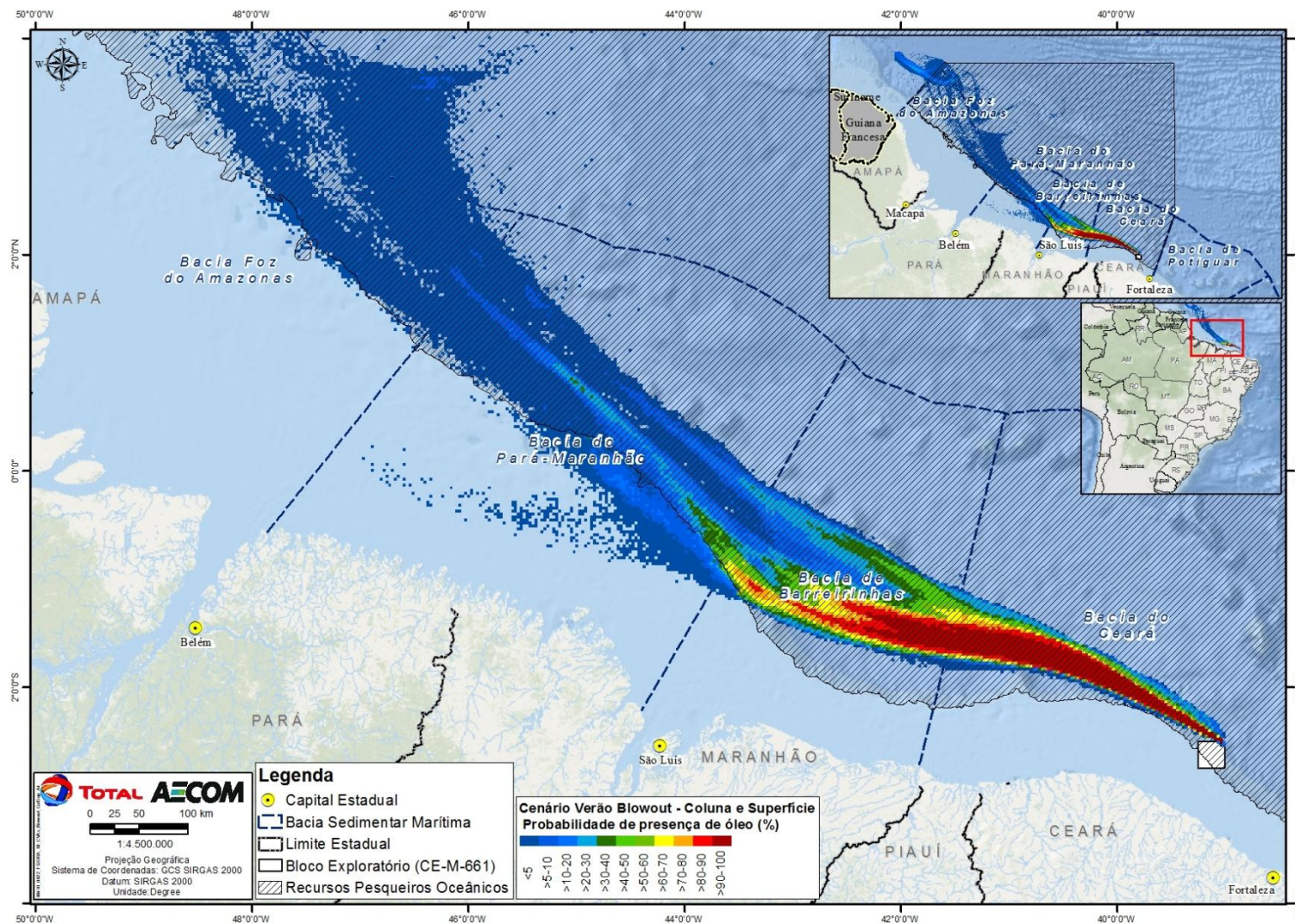
**FIGURA II.9.4.2.6 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, vazamento de superfície de 200 m<sup>3</sup>.**





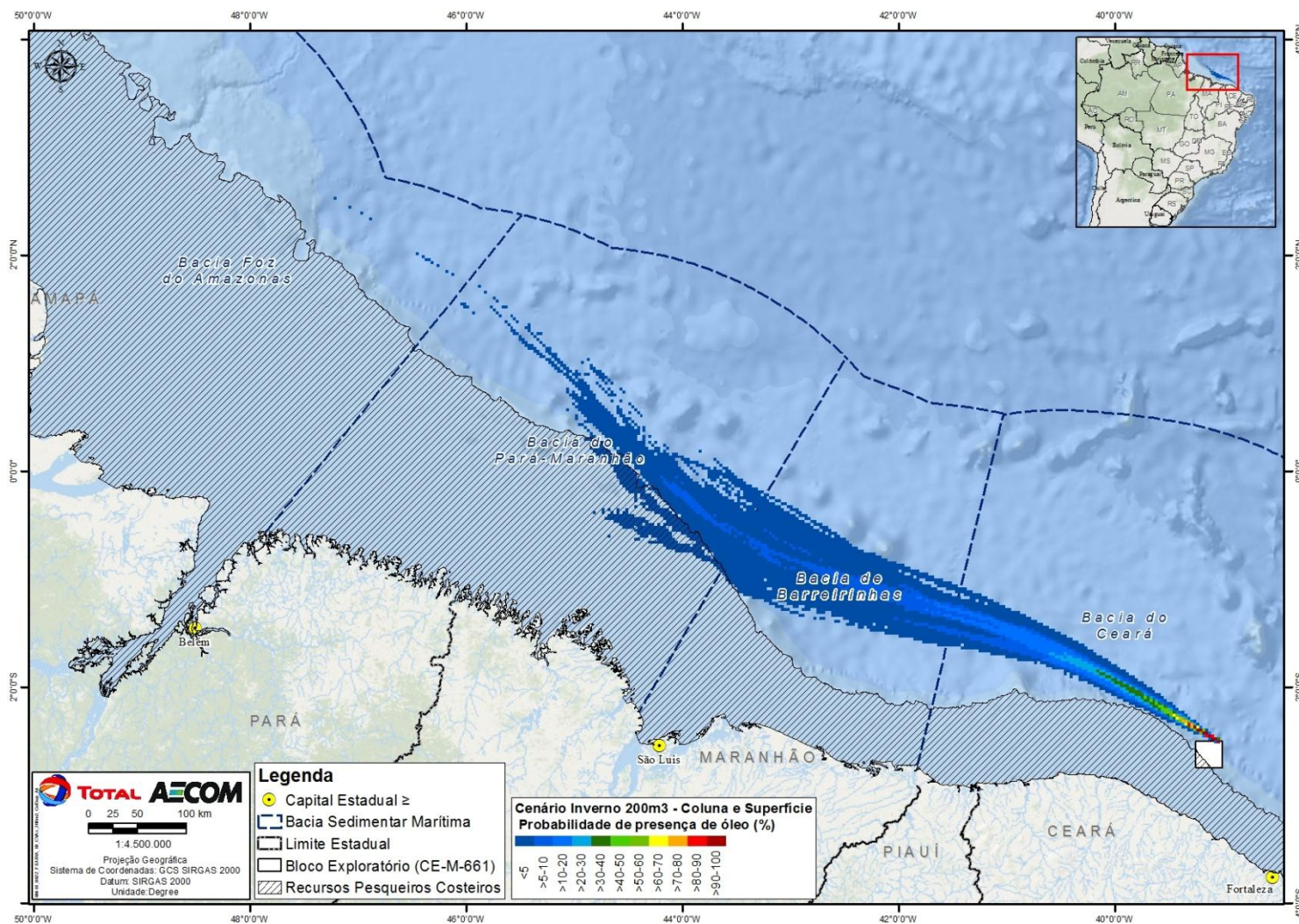
**FIGURA II.9.4.2.7 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos na área com probabilidades de chegada de óleo após um vazamento de fundo, no cenário de inverno, pior caso.**





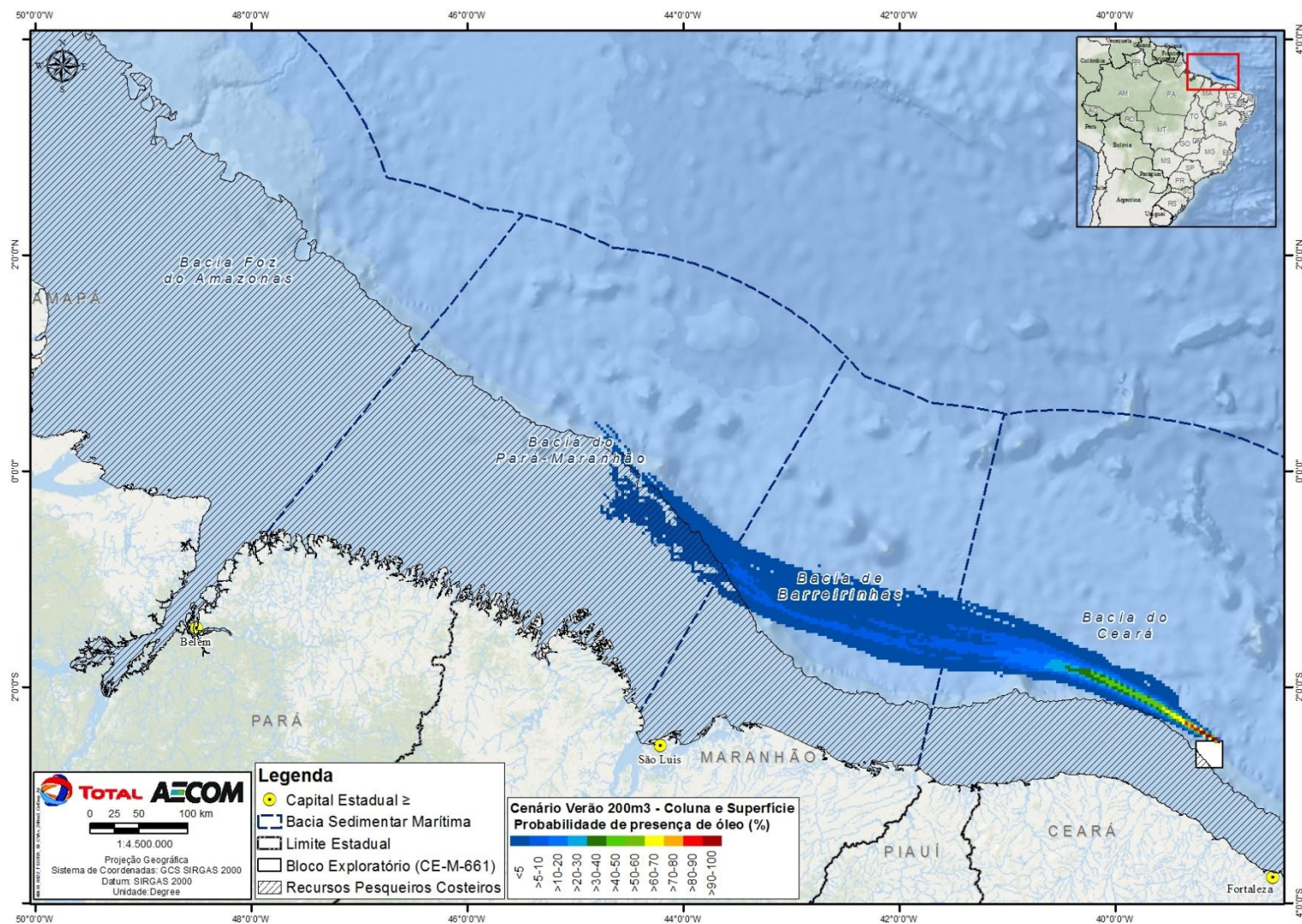
**FIGURA II.9.4.2.8 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos na área com probabilidades de chegada de óleo após um vazamento de fundo, no cenário de verão, pior caso.**





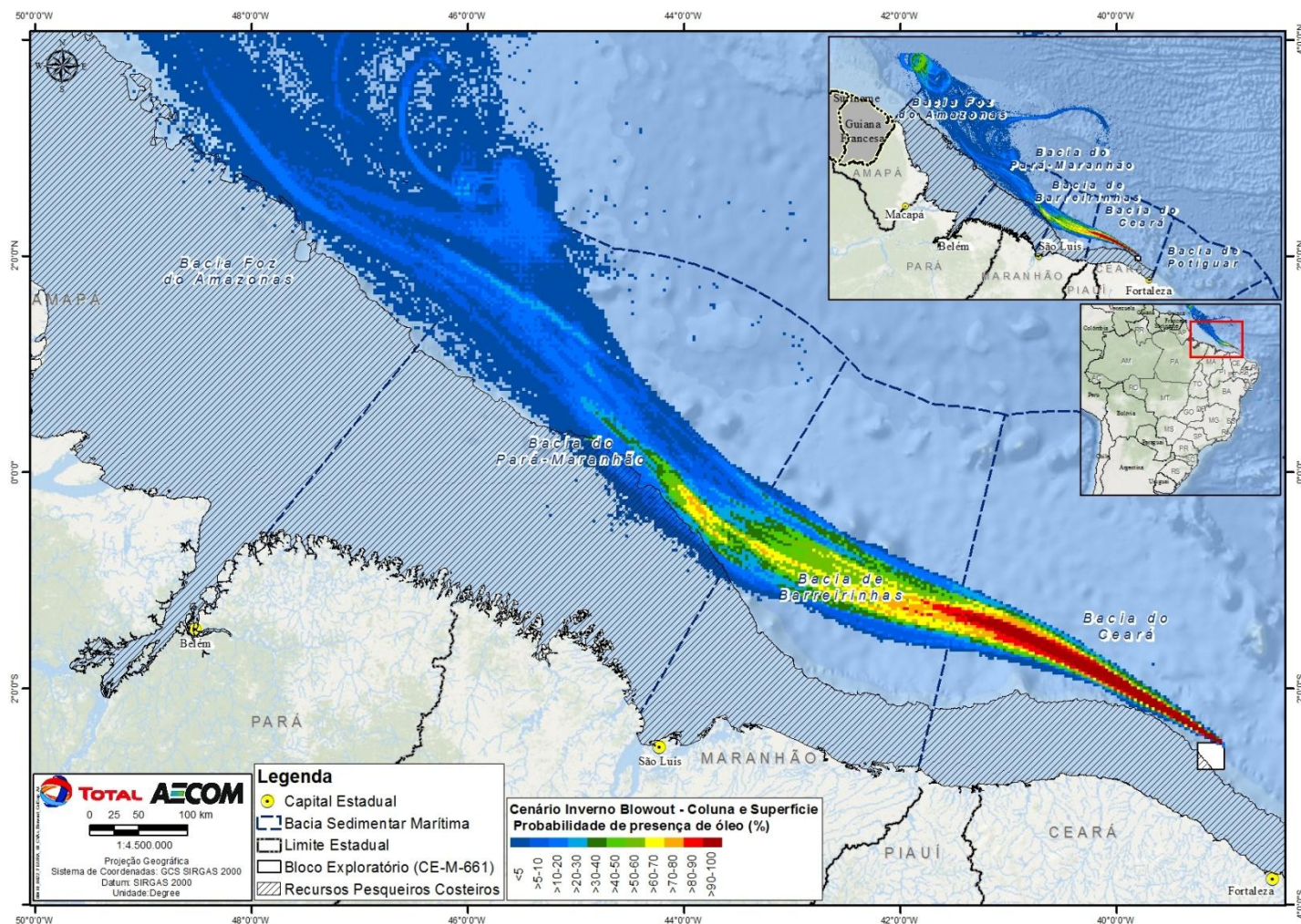
**FIGURA II.9.4.2.9 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, vazamento de superfície de 200 m<sup>3</sup>.**





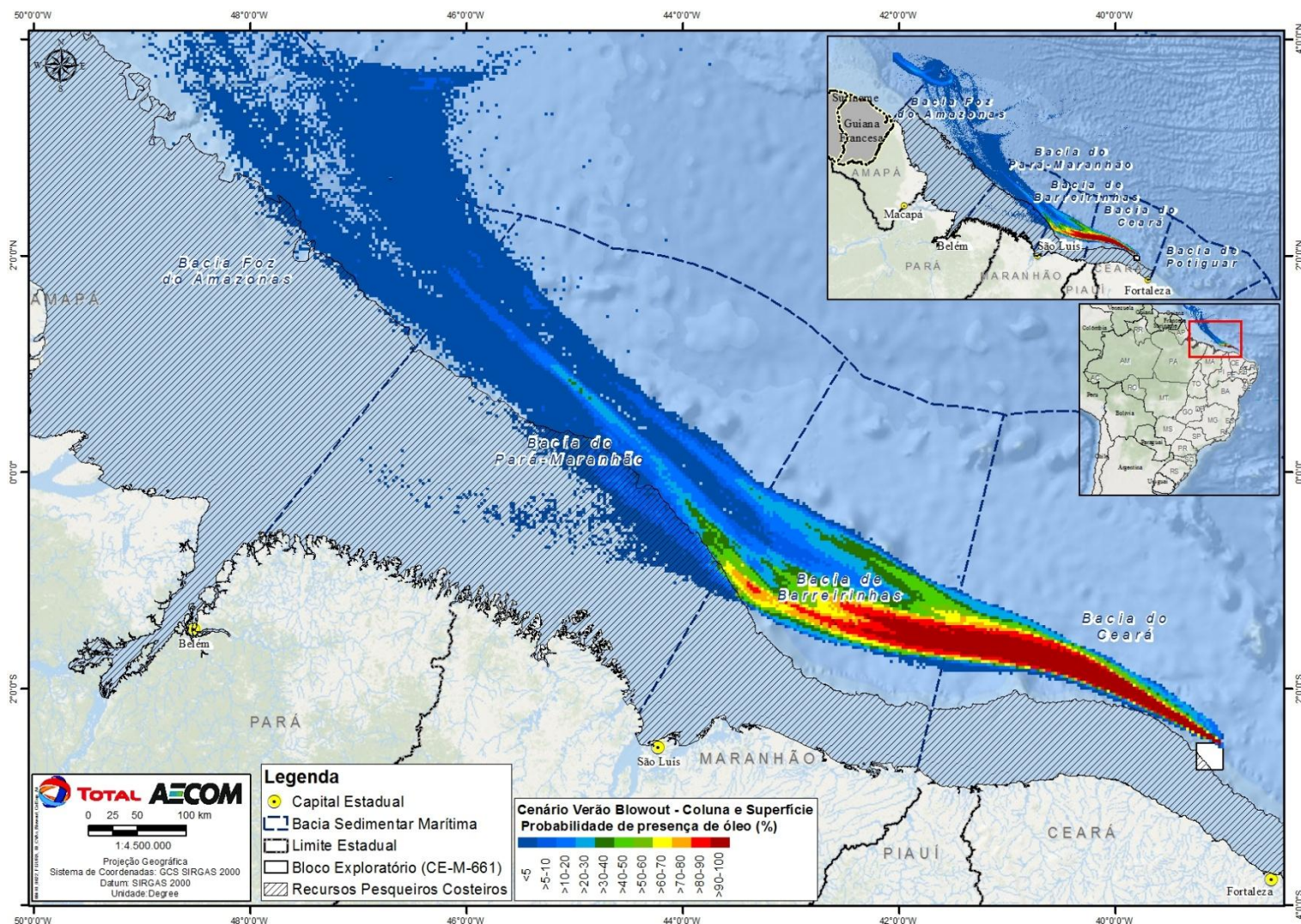
**FIGURA II.9.4.2.10 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, vazamento de 200 m<sup>3</sup>.**





**FIGURA II.9.4.2.11 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros na área com probabilidades de chegada de óleo após um vazamento de pior caso no fundo, no cenário de inverno.**





**FIGURA II.9.4.2.12 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros na área com probabilidades de chegada de óleo após um vazamento de pior caso no fundo, no cenário de verão.**

Para esse estudo, são entendidos como recursos pesqueiros os peixes, crustáceos e moluscos capturados pelos pescadores e marisqueiros inseridos na área de estudo, e que os utilizam para a própria subsistência ou como atividade comercial. Os organismos considerados são popularmente denominados como “frutos-do-mar” e em função do ambiente em que ocorrem são denominados pelágicos, bentônicos ou demersais. A maior parte das espécies comerciais como atuns, dourados e lulas é pelágica e vive em profundidades de até 200 m. As espécies bentônicas, por sua vez, são mais sedentárias, vivendo e se alimentando no substrato marinho e incluem peixes como raias, linguados e a maior parte dos crustáceos. Por fim, os organismos demersais são mais vágéis, vivendo e/ou se alimentando sobre ou próximo ao fundo (FROESE & PAULY, 1998 *apud* HAIMOIVICI & KLIPPEL, 1999; IPIECA, 2000b).

### C. Tempos de Recuperação

Os efeitos de um vazamento de óleo sobre os recursos pesqueiros em determinada área depende de vários fatores, sendo esses fatores, em sua maioria, referentes às condições ecológicas e oceanográficas no momento do acidente. A natureza e a extensão do vazamento, as condições meteorológicas e oceanográficas, a época do ano, o tipo de atividade de pesca e os inúmeros aspectos ecológicos, em conjunto, influenciam a extensão do impacto sobre esse grupo (ITOPF, 2004; HJERMANN *et al.*, 2007). Com isso, alguns acidentes podem impactar consideravelmente os recursos pesqueiros enquanto outros podem ocasionar pequena ou nenhuma consequência.

Nenhum fator isolado é um parâmetro confiável para predizer ou mensurar o dano, sendo necessário um estudo cuidadoso do incidente para se chegar a conclusões corretas. Dessa forma, uma previsão precisa de tempo de recuperação se torna igualmente difícil (ITOPF, 2004).

Considerando-se a possibilidade de ocorrer um impacto sobre esses componentes, assume-se que um vazamento pode impactar a pesca e o pescado das seguintes maneiras:

- Afetando diretamente os organismos,
- Causando efeitos na pesca, e
- Impactando indiretamente a pesca e o pescado através de distúrbios nos ecossistemas.

Muitos ecossistemas como manguezais e recifes de coral são importantes para a pesca, tanto como áreas de berçário quanto como habitat. Para as espécies que vivem nesses ambientes, o tempo de recuperação considerado será aquele estipulado para o ecossistema em questão. Portanto, esses componentes abordarão as duas primeiras situações mencionadas acima, avaliando, principalmente, aqueles que residem na região oceânica.

Encontram-se detalhadas, a seguir, as formas com que os recursos pesqueiros e a pesca podem vir a ser impactados em caso de um derramamento significativo de óleo.

- **Efeitos diretos sobre os organismos**

- **Contaminação Física**

O óleo, dependendo da sua concentração e composição, pode causar inúmeros efeitos fisiológicos e histopatológicos nos animais (IPIECA, 2000; ITOPI, 2004). Os organismos podem incorporar os componentes do óleo em seus tecidos através da água, sedimento ou ingestão de presas contaminadas (EPA, 1999).

Os peixes, por sua vez, normalmente evitam a contaminação física, já que nadam para longe da área contaminada evitando, assim, efeitos em longo prazo nas populações locais. Em áreas costeiras onde o óleo pode ficar preso em baías e enseadas, concentrações tóxicas podem ser alcançadas, podendo causar efeitos letais nos peixes (MOSBECH *et al.*, 2000). Nesses locais, o dano potencial para os organismos é grande, particularmente nas espécies que possuem estoque restrito ou com limitadas áreas de desova (IPIECA, 2000).

Os componentes do óleo também são improváveis de bioacumular em altas concentrações nos tecidos dos peixes, já que eles são capazes de metabolizar e excretar esses contaminantes (MOSBECH *et al.*, 2000). Entretanto, os efeitos diretos do óleo em bancos costeiros de moluscos é uma preocupação particular, já que os moluscos sésseis são incapazes de nadar para fora de águas poluídas. Nos acidentes Arrow e Amoco Cadiz, por exemplo, um número significativo de mexilhões foi morto (IPIECA, 2000).

Diminuições na taxa de sobrevivência dos ovos assim como mutações também são observadas como efeito da contaminação por óleo. Meses após o vazamento do Exxon Valdez no Alasca, ovos de salmão que foram expostos ao óleo apresentaram uma diminuição na taxa de sobrevivência em comparação com aqueles que não foram expostos ao óleo. Algumas mutações raras, como o crescimento de uma nadadeira a mais, também apareceram em uma pequena fração da população. Alguns desses efeitos diminuíram após cinco anos (MASCARELLI, 2010).

- **Alterações de comportamento**

Em alguns casos, o comportamento de peixes pode ser alterado causando detrimento da pesca local. A pesca que depende do aparecimento sazonal do peixe, por exemplo, pode ser interrompida se o peixe alterar sua rota de migração como resultado de um derrame de óleo. Entretanto, esse impacto pode ser revertido uma vez que muitos peixes são territoriais e geralmente retornam para as áreas impactadas depois de retirado o óleo, podendo restabelecer territórios para alimentação e reprodução (IPIECA, 2000; MOSBECH *et al.*, 2000).

As lagostas e caranguejos, por sua vez, dependem largamente do sentido olfativo para realizar suas atividades, e a exposição ao óleo ou a seus derivados perturba essa percepção de odor. Alguns trabalhos demonstraram que isso afeta o comportamento de caça dessas espécies, principalmente no que diz respeito à alimentação e à busca por parceiros em lagostas, e no comportamento de acasalamento em caranguejos. Entretanto, é difícil reproduzir um ambiente tão complexo em laboratório, e alguns estudos de exposição em



curto prazo têm sido inconsistentes em termos de condições reais em que os organismos estão expostos durante um vazamento de óleo (IPIECA, 2000).

- **Efeitos no plâncton**

Os ovos e as larvas de peixe são geralmente mais sensíveis à poluição por óleo do que os peixes adultos (IPIECA, 2000b; MOSBECH *et al.*, 2000). Embora os ovos e larvas possam sofrer mortalidade causada pela exposição a vazamentos de óleo, existem relativamente poucos casos reportados em que o óleo tenha conclusivamente impactado de forma significativa os estoques pesqueiros (HJERMANN *et al.*, 2007). Entretanto, isso não significa que os estoques pesqueiros não possam ser afetados por vazamentos de óleo. Os estoques podem estar em risco se o vazamento for muito grande, coincidir com períodos de desova ou se o óleo derivar para locais que apresentem espécies com desova restrita a poucas áreas ou a áreas fisicamente restritas (p. ex. baías) (IPIECA, 2000b).

A maior preocupação é com os HPAs (hidrocarbonetos policíclico aromáticos), componentes do óleo que podem ter efeitos subletais em longo prazo naqueles organismos marinhos que estão no auge da época de desova quando acontece um vazamento de óleo (MASCARELLI, 2010). HPAs podem prejudicar o crescimento dos peixes, que por ficarem menores deixam de ser predados por peixes maiores, como anchova ou atum, para serem alvo de espécies menores que consomem peixes pequenos. Dessa forma, peixes de níveis mais elevados da cadeia trófica têm sua oferta de alimento reduzida acarretando, ainda, um impacto sobre a pesca. A exposição a esses componentes no início do ciclo de vida também pode levar à infertilidade e a uma série de problemas de desenvolvimento (MASCARELLI, 2010).

Após o acidente com o navio Arco Merchant, em 1976, por exemplo, foram reportados efeitos diretos no ictioplâncton, incluindo a morte de um número mensurável de larvas nas proximidades do vazamento. Entretanto, por causa do grande número de ovos e larvas que são produzidos anualmente e por muitas espécies possuírem extensas áreas de desova, não foram encontrados efeitos no número da subsequente população de adultos (IPIECA, 2000b).

Segundo TEAL & HOWARTH (1984), sem um estudo intensivo e bem desenvolvido, ninguém saberia ou seria capaz de dar um bom palpite quanto à existência de uma conexão entre o dano causado pela poluição por óleo e o fracasso no recrutamento posterior. Com isso, não é possível definir se as taxas de recrutamento não são simplesmente um fenômeno natural, ou seja, outro ano no qual o recrutamento foi sem sucesso.

Como a área de estudo está inserida na região tropical, onde a produtividade primária e as taxas de degradação são altas, os ecossistemas são relativamente complexos e os estoques pesqueiros frequentemente desovam por um longo período ou durante o ano todo, espera-se que os impactos sobre o ictioplâncton sejam significativamente reduzidos e, portanto, o tempo de recuperação deste grupo ao incidente também.

- **Efeitos na pesca**

Acidentes com vazamentos de óleo podem resultar em perdas na atividade pesqueira, uma vez que os pescadores não podem ou não querem pescar devido ao risco de incrustação do óleo nos barcos ou nos artefatos de pesca. Essa contaminação pode, também, acabar sendo transferida para o pescado. No caso de

toque de óleo na região litorânea e nerítica, o que não é o caso em questão para o presente empreendimento, a mariscagem também é prejudicada, pois a prática corrente de coleta manual não dá conta de localizar e remover espécies com óleo (ITOPF, 2004).

Em situações de vazamento frequentemente são criadas zonas de exclusão, dentro das quais os pescadores são proibidos de pescar até que suas espécies-alvo sejam declaradas como livres de contaminação. A depender da localização e da extensão da região afetada, pode haver perda financeira, ainda que temporária, para o pescador (IPIECA, 2000b).

Alguns artefatos de pesca são mais sensíveis que outros à contaminação por óleo. A **Tabela II.9.4.2.2** apresenta alguns dos principais artefatos de pesca utilizados na região de estudo e sua sensibilidade ao encalhe e/ou ao óleo.

**TABELA II.9.4.2.2 – Sensibilidade dos artefatos de pesca a danos causados por encalhe ou contaminação por óleo.**

Tipo de artefato de pesca	Sensibilidade
Currais, fuzarca, cacuri, manzuás, covos, gaiolas e pesqueiros	Alta
Tarrafa, rede de emalhe	Moderada
Arrasto de praia	Moderada/baixa
Linha de mão, espinhel	Baixa
Arrasto de fundo	Baixa

Fonte: IPIECA (2000b); ITOPF (2004).

Conforme observado na Tabela acima, equipamentos que flutuam e se estendem pela superfície do mar, como tarrafas e armadilhas, são mais suscetíveis à contaminação pelo óleo, enquanto que as linhas e o arrasto de fundo são geralmente menos sensíveis, desde que não sejam levantados até a superfície do mar suja com óleo, ou afetadas por óleo submerso.

Esse tipo de impacto normalmente é temporário, com os pescadores voltando à sua atividade normal após o óleo ter sido removido das embarcações, artefatos de pesca e/ou do mar.

Vale ressaltar que, segundo os estudos de modelagem realizados, na área com probabilidade de toque de óleo apenas os petrechos de baixa e moderada sensibilidade, como a linha de mão, espinhel e emalhe, podem sofrer algum tipo de dano, pois são utilizados em pescarias mais afastadas da costa.

○ **Impalatabilidade (*taint*)**

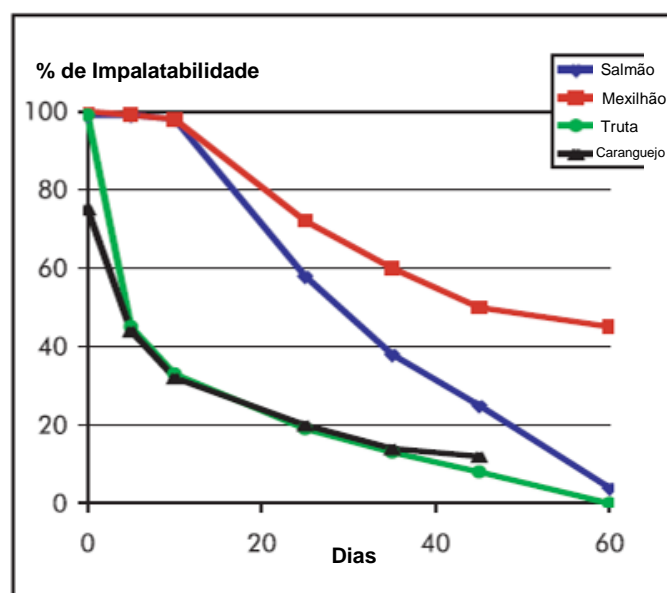
A contaminação dos recursos pesqueiros por substâncias derivadas do óleo pode, geralmente, ser detectada por um odor e sabor característicos do petróleo. Com isso, peixes, crustáceos e moluscos tornam-se impalatáveis e impróprios para a venda (ITOPF, 2004). A concentração que pode causar a impalatabilidade e a persistência do fenômeno, varia de acordo com o tipo de óleo, espécie impactada, extensão da exposição e com as condições hidrográficas e de temperatura (IPIECA, 2000b; ITOPF, 2004).

Os consumidores podem, rapidamente, perder a confiança nos produtos como resultado de uma simples suspeita, ou real contaminação do pescado que chega aos mercados (ITOPF, 2004).



Os peixes podem adquirir tais substâncias através da água ou do sedimento via absorção através das brânquias e da pele ou, ainda, se alimentando de presas contaminadas. As espécies comerciais também podem se contaminar externamente através do contato com petrechos de pesca contaminados. E se o óleo atingir o sedimento, espécies bentônicas de fundo lamoso, como a lagosta, correm um risco particular de se tornarem impalatáveis, porque sedimentos finos podem absorver e reter maiores quantidades de óleo (IPIECA, 2000b).

A escala temporal para a perda da impalatabilidade (uma vez que a fonte de contaminação tenha sido removida) é relativamente curta e vai de dias a meses, dependendo do tempo de exposição, da espécie, da temperatura e de padrões de alimentação, entre outros fatores (IPIECA, 2000b). A **Figura II.9.4.2.13** apresenta a taxa de depuração (perda da impalatabilidade) para salmão, mexilhão, truta e caranguejo após uma exposição experimental a óleo cru.



Fonte: ITOPF (2004)

**FIGURA II.9.4.2.13 – Taxa de depuração de recursos pesqueiros após contaminação por óleo.**

O gráfico acima mostra que a maioria das espécies torna-se novamente palatável em cerca de 60 dias. Ressalta-se que os moluscos sésseis tendem a permanecer mais tempo impalatáveis, uma vez que não podem se afastar da fonte de contaminação. Entretanto, tão logo a fonte seja removida eles podem iniciar seu processo de recuperação.

É importante ressaltar que o alimento se torna impalatável mesmo em níveis muito baixos de contaminação, trazendo uma margem de segurança em termos de saúde pública. Ou seja, no contexto de contaminação por óleo, se um recurso pesqueiro está palatável, então é seguro comê-lo (ITOPF, 2004).

Após o acidente com o petroleiro Braer, em 1993, na região próxima ao litoral da Nova Escócia (Canadá), os níveis de contaminação nos peixes coletados na zona de exclusão decaíram rapidamente e, três meses após o vazamento, a proibição da pesca foi retirada. Entretanto, um ano após o acidente ainda existiam áreas com

níveis elevados de óleo no sedimento. Algumas espécies de moluscos, que estão mais expostas ao óleo no sedimento do que os peixes, ainda apresentavam níveis baixos de contaminação, fazendo com que a captura dessas espécies permanecesse proibida (MOSBECH *et al.*, 2000).

## C1. Estudos de Caso

A Tabela II.9.4.2.3 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para os recursos pesqueiros.

**TABELA II.9.4.2.3 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre a pesca e os recursos pesqueiros.**

Vazamento	Efeitos reportados
1969: <i>Blowout</i> do poço Santa Barbara, Califórnia- EUA. Volume do óleo derramado: 4.500 a 10.500 toneladas de óleo cru.	Efeitos negativos em curto prazo na abundância do bonito e da cavala. Sem efeitos em longo prazo na abundância das espécies pelágicas estudadas.
1976: Argo Merchant, Estados Unidos. Volume do óleo derramado: 28.000 toneladas de petróleo venezuelano.	Mortandade de ovos de peixes e redução da densidade de larvas, porém os estoques de peixes estudados entre 1975-1977 não mostraram grandes impactos. O vazamento não ocorreu durante o pico da época de desova. Ocasionalmente foram observados exemplares de peixes e mariscos contaminados.
1977: Tsesis, Mar Báltico, Suécia. Volume do óleo derramado: 1.000 toneladas de óleo combustível médio.	Um mês após o vazamento, arenques foram pescados normalmente nas áreas impactadas pelo óleo. Não foi detectada contaminação nos tecidos. Alguns efeitos na desova foram reportados na primavera seguinte, mas esses podem ter outras causas que não o derrame. Após o desastre, foi observado um aumento na mortandade de ovos e larvas de peixes. Apesar de não ter sido observado significativa mortandade de peixes comerciais, a frequência de desovas diminuiu. Os mariscos apresentaram níveis notáveis de contaminação.
1977: Ekofish 'Bravo <i>blowout</i> , Mar do Norte. Volume do óleo derramado: 9.000 a 13.000 toneladas de óleo cru.	Peixes capturados por arrasto de fundo foram analisados para a presença de hidrocarbonetos. Houve evidências de contaminação em peixes duas semanas após a explosão, mas somente em quantidades reduzidas.
1978: Amoco Cadiz. N. Brittany (Bretanha). Volume do óleo derramado: 223.000 toneladas de petróleo do Irã e da Arábia e 4.000 toneladas de combustível.	Muitas toneladas de peixes foram mortos. Cardumes de um ano de solha, linguado e tainha desapareceram das zonas mais afetadas e demonstraram redução de crescimento, fecundidade e recrutamento. A reprodução e o crescimento de peixes de fundo em baías impactadas e anormalidades histopatológicas ficaram evidentes na região anos depois.  Duas semanas após o acidente, milhões de moluscos, ouriços-do-mar e outras espécies bentônicas mortas foram encontrados nas praias. Equinodermos e pequenos crustáceos quase desapareceram completamente de algumas áreas, mas a população de muitas espécies se recuperou dentro de um ano. O cultivo de ostra foi seriamente afetado e estima-se que 9.000 toneladas foram destruídas por causa da contaminação ou como medida de segurança.

Vazamento	Efeitos reportados
1979: Betelgeuse, Bantry Bay, Irlanda. Volume do óleo derramado: Óleo leve cru árabe – explosão pós-vazamento de 18 meses.	O badejo e a espadilha desovaram normalmente na primavera. Não houve efeitos adversos sérios nos ovos e larvas das espécies comerciais detectadas. Nenhuma redução aparente no processo de reprodução das vieiras em 1979.
1980: Bahrain. Volume do óleo derramado: Estima-se que 3.300 toneladas chegaram a costa.	Inicialmente, alguns indivíduos mortos de garoupas, xereletes e sardinhas, sem ocorrência de mortalidade massiva.
1983: Castillo de Bellver, África do Sul. Volume do óleo derramado: 160.000 a 190.000 toneladas de óleo cru.	O vazamento se manteve na região oceânica. Impacto aparentemente pequeno nos estoques. Ocorrência e abundância normais de ovos e larvas. O vazamento ocorreu antes da principal temporada de desova.
1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico. Volume do óleo derramado: 700.000 a 900.000 toneladas de óleo cru.	Entre 1991-92, os estoques de camarão mostraram um declínio de 25% na biomassa em relação aos níveis pré-guerra. As causas exatas não foram estudadas.
1989: Exxon Valdez, Alasca, EUA. Volume do óleo derramado: 37.000 toneladas de petróleo.	Após o vazamento do “Exxon Valdez”, em uma comparação entre peixes de áreas contaminadas e não contaminadas, foi demonstrada que as taxas de prevalência e de intensidade do parasitismo foram significativamente mais altas em grupos expostos ao óleo. Houve esforços especiais para proteger a pesca. Alguns cientistas contestam a evidência de dano em longo prazo para a fauna e as populações de peixes locais.
1993: Braer, Nova Escócia, Canadá. Volume do óleo derramado: 84.700 toneladas de petróleo, além de até 1.500 toneladas de combustível.	Uma grande variedade de peixes, crustáceos e moluscos presentes em uma área bem grande contaminou-se com óleo, resultando na imposição de uma Zona de Exclusão de Pesca. O salmão cultivado em gaiolas em águas superficiais não conseguiu escapar da contaminação. Após seis anos, realizaram-se novas análises e percebeu-se que os organismos estavam livres de contaminação. Os efeitos do óleo foram localizados e foram encontrados somente impactos temporários sobre os animais. Considerando o tamanho do derramamento, os impactos ambientais foram surpreendentemente limitados.
1970: Arrow, Baía Chedabucto, Canadá. Cerca de 11.000 toneladas de petróleo.	Registros mostraram contaminação em tecidos de moluscos e crustáceos, além da diminuição de seu crescimento e estoque. Estudos concluíram que as lagostas atingidas não afetariam o consumo humano, porém, o mesmo foi proibido. Além disso, análises indicaram a presença de óleo no aparelho digestivo e nos órgãos das vieiras.

Modificado de IPIECA (2000b); ITOPF, 2010a; MOSBECH *et al.* (2000); TEAL & HOWARTH (1984).

Alguns dos estudos realizados abordaram, especificamente, o tempo de recuperação para os principais acidentes, dentre eles podemos citar o trabalho realizado por MARTÍNE-GOMEZ *et al.* (2009) após o acidente com o navio-tanque Prestige, no litoral da Espanha, em 2002. Os autores buscaram determinar, através da análise de biomarcadores, se duas espécies de peixes demersais (*Lepidorhombus boscii* e *Callionymus Lyra*) tinham tido alguma resposta à exposição por hidrocarbonetos nos anos seguintes ao acidente. Os resultados mostraram uma diminuição significativa na contaminação ao longo do tempo, sendo que três anos após o vazamento, as espécies tinham recuperado seus valores metabólicos normais.

Outro estudo que pode ser citado é o realizado por FALL & FIELS (1993) após o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no litoral do Alaska, em 1989. Os autores estudaram as consequências do acidente na atividade pesqueira e notaram que a pesca de subsistência caiu 77% em 10 das 15 comunidades estudadas, em comparação com as médias registradas antes do acidente. Isso ocorreu principalmente por causa da incerteza dos moradores sobre a segurança do consumo de alimentos. O estudo foi realizado por três anos e foram analisados também tecidos de invertebrados e peixes quanto à concentração de hidrocarbonetos. Os resultados indicaram que os peixes de todas as áreas eram seguros para a alimentação, mas que os invertebrados da zona entre marés de algumas áreas específicas não deviam ser consumidos. Ao final dos três anos de estudo, o nível de coleta para subsistência apresentou recuperação em algumas comunidades, mas ainda assim ficou abaixo das médias observadas antes do vazamento.

## C.2. Conclusão

Considerando o exposto anteriormente, pode-se dizer que os recursos pesqueiros podem ser afetados, diretamente, por um vazamento de óleo ou, indiretamente, através dos ecossistemas que os suportam. Entretanto, existe uma grande dificuldade em separar o processo natural do induzido pelo vazamento de óleo na instabilidade das populações, e não existe evidência de que algum vazamento de óleo tenha matado um número suficiente de peixes em mar aberto, a ponto de afetar a população adulta. O impacto potencial é mais significativo em áreas costeiras com águas abrigadas, particularmente para espécies com áreas de reprodução restritas, o que não é o caso para o presente empreendimento, uma vez que mesmo para os cenários de vazamento de pior caso, as modelagens não apresentaram probabilidade de toque de óleo na costa brasileira ou próximo a ela.

Com base nas informações e estudos de tempo de recuperação apresentados acima, considerou-se satisfatório definir que o tempo de recuperação para esses componentes na região está entre 1 e 3 anos.

- **CVA Tartarugas marinhas**

### A. Introdução

De acordo com TAMAR (1999), a região norte do Brasil, desde o estado do Rio Grande do Norte até o Amapá, é uma imensa área de ocorrência de tartarugas marinhas, onde os poucos registros de que se tem conhecimento estão associados à captura acidental relacionada às artes de pesca. Porém, tais registros apontam para a ocorrência das cinco espécies existentes no Brasil na região (ALMEIDA *et al.*, 2011a; ALMEIDA *et al.*, 2011b; CASTILHOS *et al.*, 2011; MARCOVALDI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011).

Todas as espécies presentes na região de estudo são consideradas ameaçadas de extinção mundialmente pela União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2014), bem como nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014). A **Tabela II.9.4.2.4** apresenta as espécies encontradas no litoral da área de estudo e seu *status* de conservação.

**TABELA II.9.4.2.4 – Lista de espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo.**

Família	Espécie	Nome Comum	MMA (2014)	IUCN (2014)
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	EN	EN
	<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	VU	EN
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	CR	CR
	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	EN	VU
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro	CR	VU

Fonte: MMA (2014) e IUCN (2014).

Categorias segundo MMA (2014) e IUCN (2014):

EN - Em perigo – Risco muito alto de extinção na natureza.

VU - Vulnerável – Risco alto de extinção na natureza.

CR - Criticamente em perigo – Quando um táxon é considerado como enfrentando um risco extremamente alto de extinção na natureza.

A maior parte das tartarugas marinhas atinge a maturidade sexual entre os 20 e 30 anos, embora espécies como a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) alcancem a maturidade entre 11 e 16 anos. A partir daí, passam a viver em áreas de alimentação, de onde saem apenas na época da reprodutiva, quando migram para as praias na qual nasceram. Estima-se que, de cada mil filhotes, apenas um ou dois atingem a idade adulta, sendo que a maioria acaba por servir de alimento para crustáceos, aves e peixes. O acasalamento ocorre no oceano, em águas profundas ou costeiras, muitas vezes próximas às áreas de desova (PROJETO TAMAR, 2015).

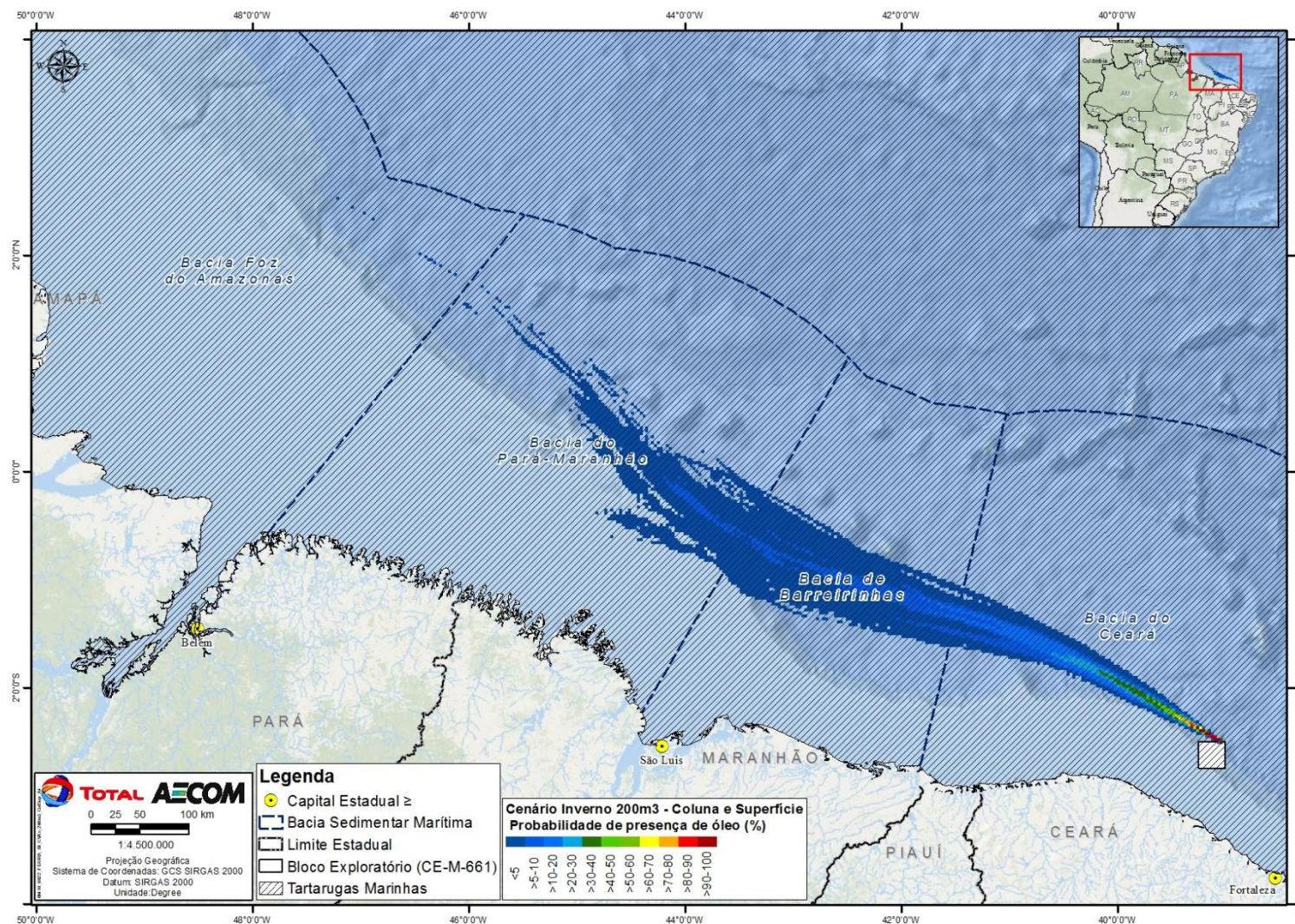
Informações sobre os impactos do óleo nas áreas de desova das tartarugas-marinhas serão abordadas no presente documento a fim de fornecer uma visão completa dos possíveis impactos do óleo em todas as fases de vida desse grupo biológico, mesmo embora não sejam esperados impactos sobre ninhos ou áreas de reprodução como um todo, uma vez que, mesmo no cenário de vazamento de pior caso, não há probabilidade de toque na costa do Brasil ou próximo ela e não existem ilhas oceânicas onde poderia haver atividades reprodutivas.

## B. Mapeamento

As **Figuras II.9.4.2.14 à II.9.4.2.17** apresentam as áreas de ocorrências não reprodutivas de tartarugas marinhas nas áreas com probabilidade de chegada de óleo, considerando o cenário de vazamento de 200m<sup>3</sup> e de pior caso, tanto no inverno como no verão.

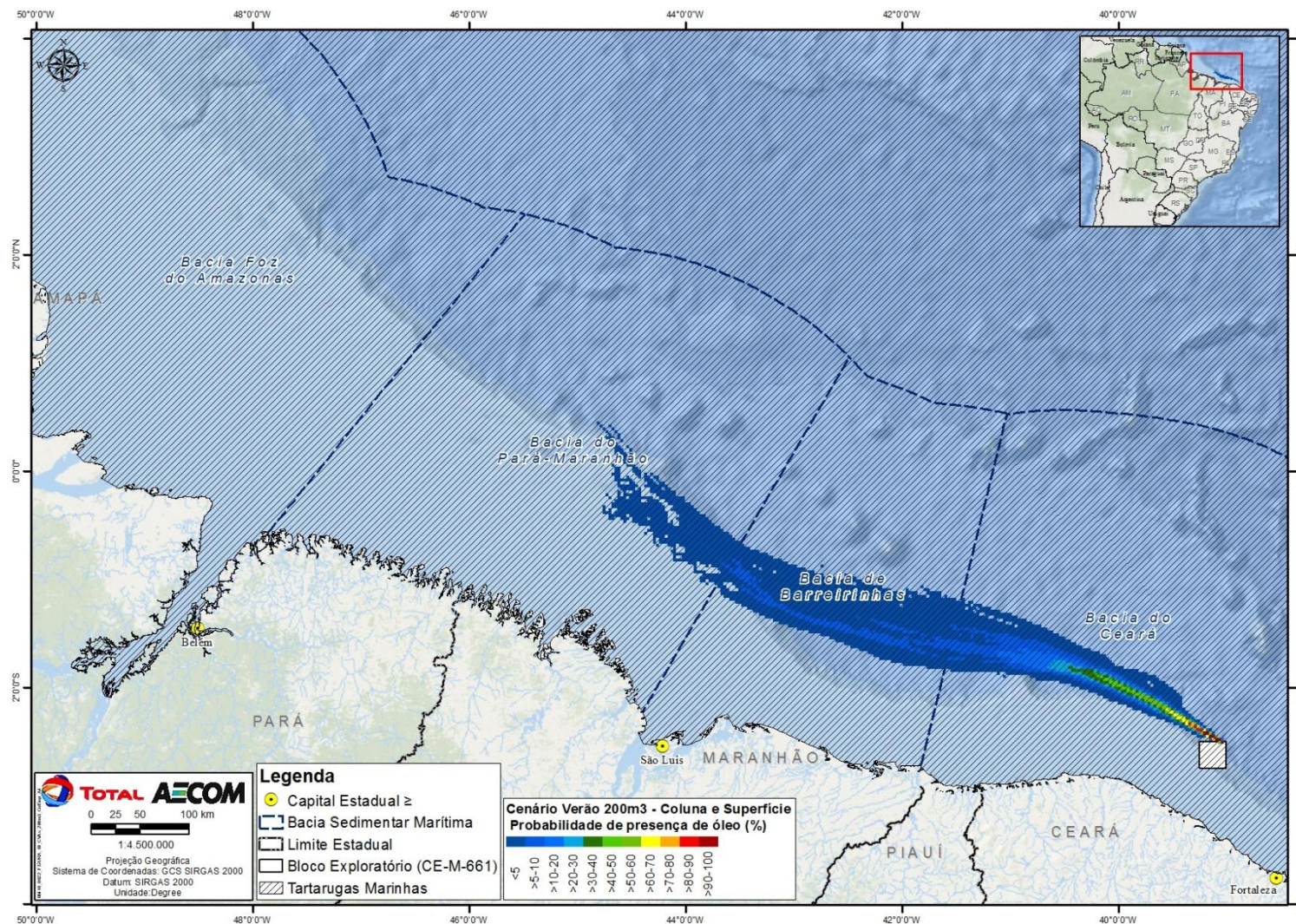
Para a definição destas áreas de ocorrência, foram usadas informações contidas no documento “Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha” (MMA, 2002) e na sua atualização (MMA, 2007), e nos documentos de avaliação do estado de conservação de tartarugas marinhas no Brasil (ALMEIDA *et al.*, 2011a; ALMEIDA *et al.*, 2011b; CASTILHOS *et al.*, 2011; MARCOVALDI *et al.*, 2011, SANTOS *et al.*, 2011).





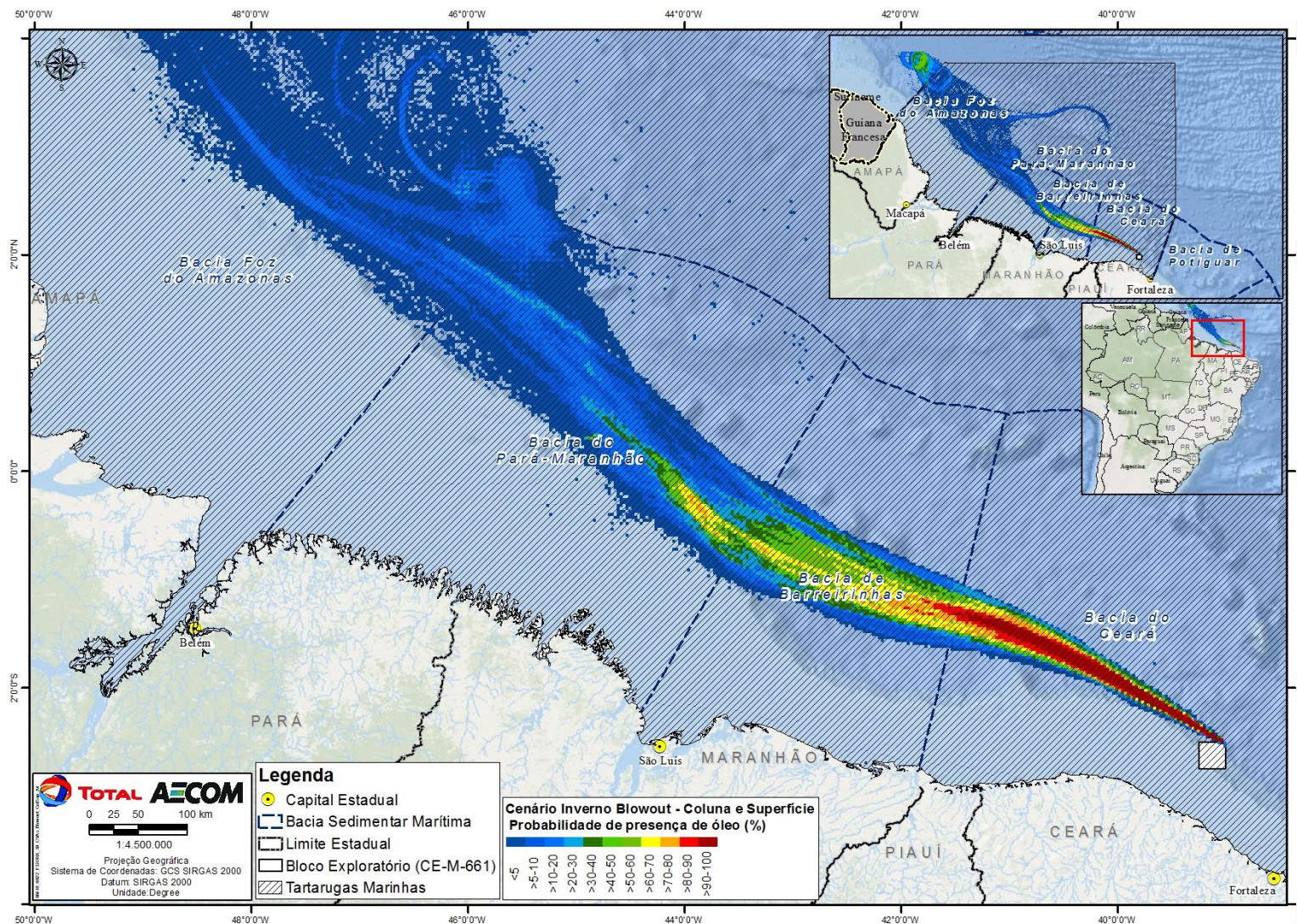
**FIGURA II.9.4.2.14 – Área de ocorrência não reprodutiva de tartarugas marinhas na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, vazamento de 200 m<sup>3</sup> na superfície.**





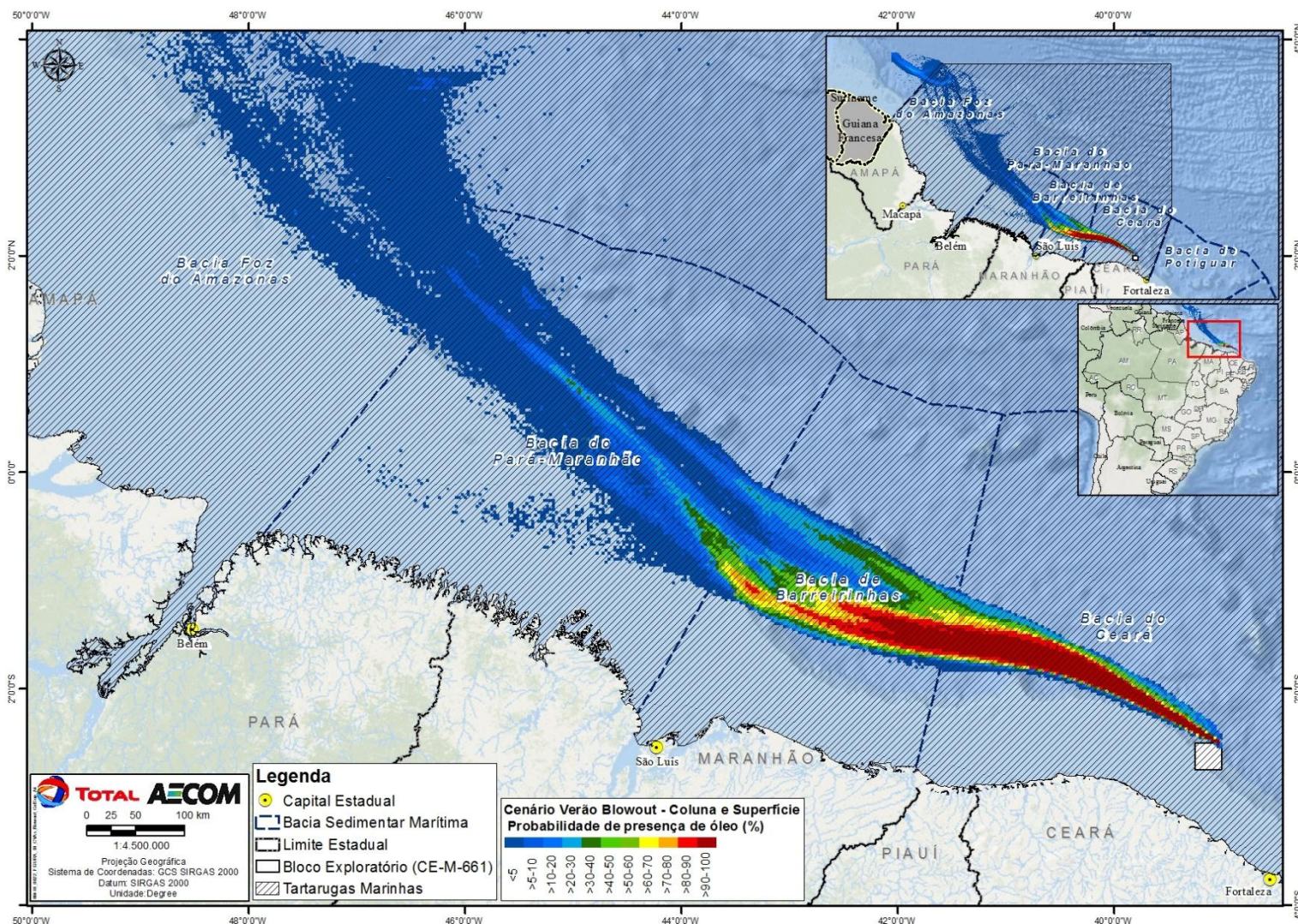
**FIGURA II.9.4.2.15 – Área de ocorrência não reprodutiva de tartarugas marinhas na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, vazamento de 200 m<sup>3</sup> na superfície.**





**FIGURA II.9.4.2.16 – Área de ocorrência não reprodutiva de tartarugas marinhas na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso, no fundo.**





**FIGURA II.9.4.2.17 – Área de ocorrência não reprodutiva de tartarugas marinhas na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso, no fundo.**

### C. Tempos de Recuperação

As tartarugas marinhas são particularmente sensíveis à contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas, apresentam alimentação indiscriminada e realizam grandes inalações pré-mergulho (SHIGENAKA, 2003, NOAA, 2010a). Entretanto, alguns aspectos de sua morfologia podem diminuir sua chance de mortalidade, por exemplo, a incapacidade de limpar oralmente seu corpo devido a limitações da sua carapaça e a pouca flexibilidade.

Por serem altamente migratórias, as tartarugas marinhas também são vulneráveis em todos os seus estágios de vida (ovos, recém-nascidos, juvenis e adultos). A severidade, a taxa e os efeitos da exposição irão variar dependendo do estágio de maturidade, sendo que os indivíduos jovens possuem um risco maior que os adultos. As razões para isso são muitas, por exemplo, o mecanismo metabólico que um animal usa para desintoxicar seu organismo pode ainda não estar desenvolvido em um animal juvenil. Além disso, nos estágios iniciais de vida, estes animais podem conter mais lipídios em seu corpo, no qual muitos contaminantes como hidrocarbonetos de petróleo se ligam (SHIGENAKA, 2003).

Adicionalmente, as tartarugas marinhas podem ser impactadas em suas praias de desova e os ovos podem ser expostos ao óleo durante a incubação, resultando em um aumento potencial da mortalidade dos ovos e/ou a possibilidade de desenvolver defeitos nos recém-nascidos. Os filhotes que emergem dos seus ninhos podem encontrar o óleo na praia ou na água logo que eles começam sua vida no mar (SHINEGAKA, 2003), o que não é um risco no caso do empreendimento em questão, já que não existe probabilidade de toque de óleo na costa ou ilhas oceânicas onde possa haver atividades reprodutivas.

A exposição crônica pode não ser letal por si só, mas pode prejudicar a saúde da tartaruga, tornando-a mais vulnerável a outros estresses (SHINEGAKA, 2003).

Não existem muitas informações a respeito da toxicidade do óleo em tartarugas marinhas. Porém, uma vez que todas as espécies se encontram ameaçadas de extinção, os estudos em laboratório se concentram em efeitos subletais, que são facilmente revertidos quando tratados, evitando a morte do animal (SHIGENAKA, 2003).

As tartarugas marinhas podem ser expostas aos agentes químicos do óleo de duas maneiras: internamente (comendo ou engolindo óleo, consumindo presas contaminadas ou inalando) ou externamente (nadando no óleo) (SHINEGAKA, 2003).

#### ○ Efeitos internos

A ingestão de poluentes pode ser intencional ou acidental. Alguns estudos demonstram que o óleo cru não é percebido pelos quelônios como sendo algo perigoso, portanto não é evitado (GRAMMETZ, 1988). Estudos comportamentais em tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*) não mostraram evidências de que essas espécies detectam e evitam áreas contaminadas ou distinguem o óleo intemperizado (*tarball*<sup>25</sup>) de um item alimentar (LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Além disso, uma vez que

---

<sup>25</sup> *Tarballs* são pequenos pedaços, geralmente esféricos, de óleo intemperizado remanescentes de um vazamento. As *Tarballs* são muito persistentes no ambiente marinho e podem se deslocar por centenas de milhas (NOAA, 2010b).



esses animais sobem com frequência à superfície para respirar, em um grande vazamento, esses animais podem ser expostos a químicos voláteis durante a inalação (GRAMMETZ, 1988).

A inalação de orgânicos voláteis do óleo pode causar irritação respiratória, dano ao tecido e pneumonia. A ingestão de óleo pode resultar em inflamação gastrointestinal, úlceras, sangramento, diarreia e má digestão. A absorção pela inalação ou ingestão de químicos pode danificar órgãos como o fígado e o rim, resultando em anemia e imunossupressão, ou levar a uma falha reprodutiva e até a morte (SHINEGAKA, 2003).

Vale ressaltar que diferenças na alimentação podem potencialmente influenciar o risco de ingestão de hidrocarbonetos. Por exemplo, tartarugas cabeçadas, que se alimentam primariamente de crustáceos e moluscos, espécies que bioacumulam hidrocarbonetos de petróleo, apresentam mais risco de contaminação que tartarugas de couro, que se alimentam primariamente de cnidários (SHINEGAKA, 2003).

Em um estudo que avaliou as alterações fisiológicas e clinicopatológicas em tartarugas cabeçadas cronicamente expostas ao óleo, foram encontradas anormalidades nas células epiteliais, alterações nos padrões respiratórios e disfunções nas células sanguíneas. O óleo foi observado agarrado nas narinas, olhos e esôfago superior, além de encontrado nas fezes. Tartarugas contaminadas tiveram um aumento de até quatro vezes na quantidade de células brancas sanguíneas e uma redução de 50% na quantidade de hemácias. As mudanças celulares na epiderme são uma preocupação em particular, pois isso pode aumentar sua susceptibilidade a infecções. Muitos dos danos fisiológicos observados parecem ter sido resolvidos após 21 dias de recuperação. Entretanto, os efeitos a longo prazo do óleo nas tartarugas se mantêm completamente desconhecidos (LUTCAVAGE *et al.*, 1995).

#### ○ **Efeitos externos**

Em relação aos efeitos externos pode-se citar a incrustação por óleo. KELLER & ADAMS (1983), examinando tartarugas impactadas por óleo, notaram que o óleo intemperizado selou a boca e as narinas das tartarugas pequenas. Estas também podem ser imobilizadas e morrerem devido à exaustão quando expostas a grandes quantidades de óleo (KELLER & ADAMS, 1983).

Em outro estudo MIGNUCCI-GIANNONI (1998) [citado em SABA & SPOTILA (2003)] encontraram que tartarugas marinhas reabilitadas (*Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*), quando comparadas a aves marinhas, tiveram maiores chances de sobrevivência após terem sido expostas a um vazamento de óleo em Porto Rico, em 1994. Entretanto, isso não quer dizer que essas tartarugas não tinham óleo residual presente nos seus tecidos após a reabilitação.

Efeitos indiretos também podem afetar as tartarugas marinhas, entre eles podemos citar a perda da sensibilidade olfativa devido à contaminação por agentes químicos voláteis, causando mudanças substanciais no comportamento, uma vez que o sentido do olfato é importante para a orientação e navegação dos indivíduos. Outro efeito que pode ser citado é a diminuição da quantidade de alimento disponível, uma vez que o óleo pode causar a morte de outros animais importantes na dieta das tartarugas (LOPES *et al.*, 2007).

## C1. Estudos de caso

A Tabela II.9.4.2.5 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para as tartarugas marinhas.

**TABELA II.9.4.2.5 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as tartarugas marinhas.**

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
1983: campo de Nowruz, Golfo Pérsico, águas territoriais iranianas. Volume de óleo derramado: 260.000 toneladas de óleo cru.	Foram encontradas 56 tartarugas mortas ( <i>Eretmochelys imbricata</i> e <i>Chelonia mydas</i> ), entretanto somente uma parte da costa foi monitorada, portanto o número pode ser maior. BURCHARD (citado em NOAA, 2010a) estima que cerca de 500 tartarugas das duas espécies tenham morrido, representando quase que a total aniquilação da população de tartarugas-de-pente e a maior parte da população da tartaruga-verde. O impacto sobre as áreas de desova é desconhecido.
1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico. Volume de óleo derramado: 700.000 a 900.000 toneladas de óleo cru.	Estima-se que o número de tartarugas marinhas mortas durante os vazamentos da Guerra do Golfo está na gama de dezenas a centenas, mas não foi bem documentada. Uma tartaruga-verde encalhada morta foi necropsiada e continha mais de 4.000 ppm de óleo em seu fígado e 310 ppm no estômago, mas não havia indicação de óleo na parte externa.
1991: Barge Vistabella, mar do Caribe Volume de óleo derramado: 2.000 toneladas de óleo combustível pesado	Restos de óleo e <i>tarballs</i> atingiram as praias da região, mas apenas uma tartaruga-de-pente foi encontrada com óleo (atribuído ao acidente) em uma praia de Porto Rico.
1993 Barge Bouchard B155 Volume de óleo derramado: 336.000 galões de óleo combustível pesado nº 6.	Áreas de desova e de forrageamento foram atingidas. Tartarugas cabeçudas, as mais comuns, foram impactadas mais severamente: 4 recém-nascidos foram encontrados mortos e 12 vivos, sendo que entre eles 3 indivíduos encontravam-se oleados e os demais estavam perturbados por causa do método utilizado na limpeza. Vários ninhos foram atingidos e muitos filhotes ainda não tinham nascido, 115 ninhos foram marcados como em risco, 96 estavam em praias com óleo e 2 estavam inundados por óleo e tiveram uma taxa de sucesso de nascimento menor que o normal (5% dos ovos, comparado com 50-90% normalmente). No total, 212 recém-nascidos foram mortos e 2.177 foram potencialmente impactados pela exposição ao óleo e atividades de resposta.

Fonte: CEDRE (2011), SHINEGAKA (2003).

Um estudo em especial, realizado por HALL *et al.* (1983) após o acidente ocorrido no Golfo do México é detalhado a seguir devido à sua importância em relação às conclusões obtidas pelo autor quanto aos impactos gerados sobre as tartarugas marinhas a partir de vazamentos de óleo.

Os autores analisaram tartarugas marinhas encontradas mortas após o massivo vazamento de óleo do poço Ixtoc I atingir a costa do México em 1979, onde por um período de meses, de 10.000-15.000 barris de óleo vazaram diariamente do poço no Golfo do México. Os animais foram necropsiados e seus tecidos analisados em busca de resíduos de hidrocarbonetos de petróleo.

No total, sete tartarugas (seis *Chelonia mydas* – tartarugas-verde; e uma *Lepidochelis kempfi* – tartaruga de kempfi) foram coletadas durante o episódio de vazamento, algumas foram tratadas e uma foi reintroduzida.



Três tartarugas (duas verdes e uma jovem Ridley) foram encontradas mortas em Laguna Madre e foram congeladas para determinação da causa da morte. Todas as três tartarugas apresentaram óleo na região externa, sendo que uma o apresentava em grandes quantidades. Entretanto, pelas conclusões dos autores, mesmo essa grande quantidade de óleo provavelmente não teria evitado um movimento normal ou sido fatal para as tartarugas. Além disso, aventou-se que algum óleo externo poderia ter se acumulado após a morte.

Apesar de em todos os tecidos examinados das três tartarugas ter-se encontrado a presença de óleo, não foram encontradas evidências de que este tivesse causado lesões no trato alimentar ou que a contaminação tivesse ocorrido através de aspiração pulmonar. A análise dos indivíduos também demonstrou que existia uma eliminação seletiva de partes desse óleo. Tanto a presença de resíduos em vários tecidos, quanto a eliminação seletiva indicaram que a exposição ao óleo foi crônica, com as tartarugas evidentemente não tendo encontrado o óleo pouco tempo antes da sua morte, mas tendo ficado expostas a ele por algum tempo.

A exposição prolongada ao óleo pode ter causado as condições precárias do corpo das tartarugas, talvez perturbando o comportamento alimentar. Em tais condições de fraqueza, as tartarugas podem ter sucumbido a algum componente tóxico do óleo ou algum agente ainda não descoberto. Os exames microscópicos não indicaram a causa da morte.

## **C2. Conclusão**

Embora relativamente poucos estudos tenham analisado o impacto do óleo em tartarugas marinhas, muitos aspectos da sua biologia fazem com elas estejam expostas ao risco em potencial (ausência do comportamento de evitação, alimentação indiscriminada em áreas de convergência e grandes inalações antes de mergulhar) decorrente de vazamentos de óleo. Outros comportamentos, entretanto, evitam a sua mortalidade, como a incapacidade de limpar oralmente o seu corpo.

Existem poucos registros de quelônios e áreas de desova contaminadas por óleo ou machucadas em resposta a um vazamento de óleo. Segundo SHINEGAKA (2003). Atualmente a principal ameaça às tartarugas não vem do óleo cru e sim de vazamentos envolvendo combustíveis de barcos pesqueiros ou de carga, onde é estimado que apenas 1% dos encalhes de quelônios marinhos estejam associados com petróleo. No entanto, como os estudos de caso anteriormente citados atestam, alguns autores reportam a presença de indivíduos mortos após acidentes com vazamentos de óleo.

A ausência de estudos de efeitos populacionais e de tempo de recuperação de populações faz esse item difícil de ser avaliado. Entretanto, levando-se em consideração o potencial de impacto e os danos sobre os indivíduos, além do fato da região não ser área preferencial de desova para as espécies, e que os efeitos mais drásticos de um único evento de vazamento de óleo são provavelmente curtos e causam impactos a apenas um único ano de esforço reprodutivo, considerou-se que o tempo para a população de tartarugas marinhas dessa região obter novamente o número de indivíduos anterior ao vazamento está entre 3 e 10 anos.

- CVA Cetáceos

## B. Introdução

Na área de estudo da atividade, são registradas 28 espécies de cetáceos (23 com ocorrência confirmada e cinco com ocorrência provável), sendo 21 odontocetos e sete mysticetos (BRYDEN *et al.*, 1977 ; ZERBINI *et al.* ; 1999, 2002 ; LUCENA, 2006 ; SICILIANO *et al.*, 2006, 2008 ; RODRIGUES *et al.*, 2010 ; SPECTRUM/EVEREST, 2012, 2014 ; BP ENERGY/ ANALYTICAL SOLUTIONS S.A., 2002; PRETTO *et al.*, 2009 ; ARCOVERDE *et al.*, 2010; MARINEBIO, 2015; MEIRELLES *et al.*, 2009, 2010; MAGALHÃES *et al.*, 2008; SICILIANO *et al.*, 2008). A **Tabela II.9.4.2.6** apresenta as espécies presentes na área de estudo e seus *status* de conservação segundo o MMA (2014) e a IUCN (2015).

**TABELA II.9.4.2.6 – Cetáceos com ocorrência provável e confirmada na área de estudo e status de conservação nacional e global.**

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Ocorrência	Status de Conservação	
				IUCN (2015)	MMA (2014)
Odontoceti	<b>Família Delphinidae</b>				
	<i>Sotalia guianensis</i>	Boto, boto-cinza	C	DD	VU
	<i>Steno bredanensis</i>	Golfinho-de-dentes-rugosos	C	LC	NA
	<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-flíper, golfinho-nariz-de-garrafa	C	LC	NA
	<i>Stenella frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-Atlântico	C	DD	NA
	<i>Stenella attenuata</i>	Golfinho-pintado-pantropical	C	LC	NA
	<i>Stenella longirostris</i>	Golfinho-rotador	C	DD	NA
	<i>Stenella clymene</i>	Golfinho-de-clymene	P	DD	NA
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Golfinho-listrado	P	LC	NA
	<i>Delphinus spp.</i>	Golfinho-comum	C	LC	NA
	<i>Peponocephala electra</i>	Golfinho-cabeça-de-melão	P	LC	NA
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca	P	DD	NA
	<i>Orcinus orca</i>	Orca	P	DD	NA
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Baleia-piloto-de-peitorais-curtas	C	DD	NA
	<i>Grampus griseus</i>	Golfinho-de-Risso	C	LC	NA
	<i>Feresa attenuata</i>	Orca-pigméia	C	DD	NA
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Golfinho de Fraser	P	LC	NA
	<b>Família Kogiidae</b>				
	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote-pigmeu	P	DD	NA
	<i>Kogia sima</i>	Cachalote-anão	P	DD	NA
	<b>Família Ziphiidae</b>				
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleia-bicuda-de-Cuvier	P	LC	NA
	<i>Mesoplodon europaeus</i>	Baleia-bicuda-de-Gervais	C	DD	NA
	<b>Família Physeteridae</b>				
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	C	VU	VU

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Ocorrência	Status de Conservação	
				IUCN (2015)	MMA (2014)
<b>Família Balaenopteridae</b>					
<b>Misticeti</b>	<i>Balaenoptera edeni</i>	Baleia-de-Bryde	C	DD	NA
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Baleia-minke- Antártica	C	DD	NA
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleia-jubarte	C	LC	NA
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin	P	EN	EN
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	C	EN	EN
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleia-azul	P	EN	CR
	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-minke anã	C	LC	-

Fonte: BRYDEN *et al.*, 1977, ZERBINI *et al.* (1999, 2002), LUCENA, 2006, SICILIANO<sup>26</sup> *et al.* (2006; 2008), RODRIGUES<sup>27</sup> *et al.*, 2010, SPECTRUM/EVEREST (2012, 2014), BP ENERGY/ ANALYTICAL SOLUTIONS S.A., 2002; PRETTO *et al.* (2009), ARCOVERDE<sup>2</sup> *et al.* (2010); MARINEBIO, 2015; MEIRELLES *et al.* (2009, 2010); MAGALHÃES *et al.*, 2008; SICILIANO *et al.*, 2008; ARAGÃO *et al.*, 2011.

Categorias de ameaça:

EN (Em perigo) - “*Endangered*” - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) – “*Vulnerable*” - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

LC (Pouco preocupante) - “*Least Concern*” - Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias acima.

DD (Dados Insuficientes) – “*Data Deficient*” – Quando não existem dados suficientes para se definir uma característica de risco de extinção para a espécie.

NA (Não ameaçado)

**Ocorrência:**

C – Ocorrência Confirmada

P – Ocorrência Provável

Quanto à biologia dos cetáceos é importante observar que o período de gestação da maioria das espécies é de cerca de um ano, só nascendo um filhote por vez, e o período de lactação é altamente variável, podendo chegar a muitos anos em alguns odontocetos (JEFFERSON *et al.*, 2008).

Entre as espécies levantadas para a área de estudo destacam-se a cachalote (*Physeter macrocephalus*), a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*), a baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) e a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), por serem consideradas espécies ameaçadas de extinção em alguma esfera. A cachalote, a baleia-fin, a baleia-sei e a baleia-azul encontram-se ameaçadas de extinção a nível nacional e global (MMA, 2014; IUCN, 2014).

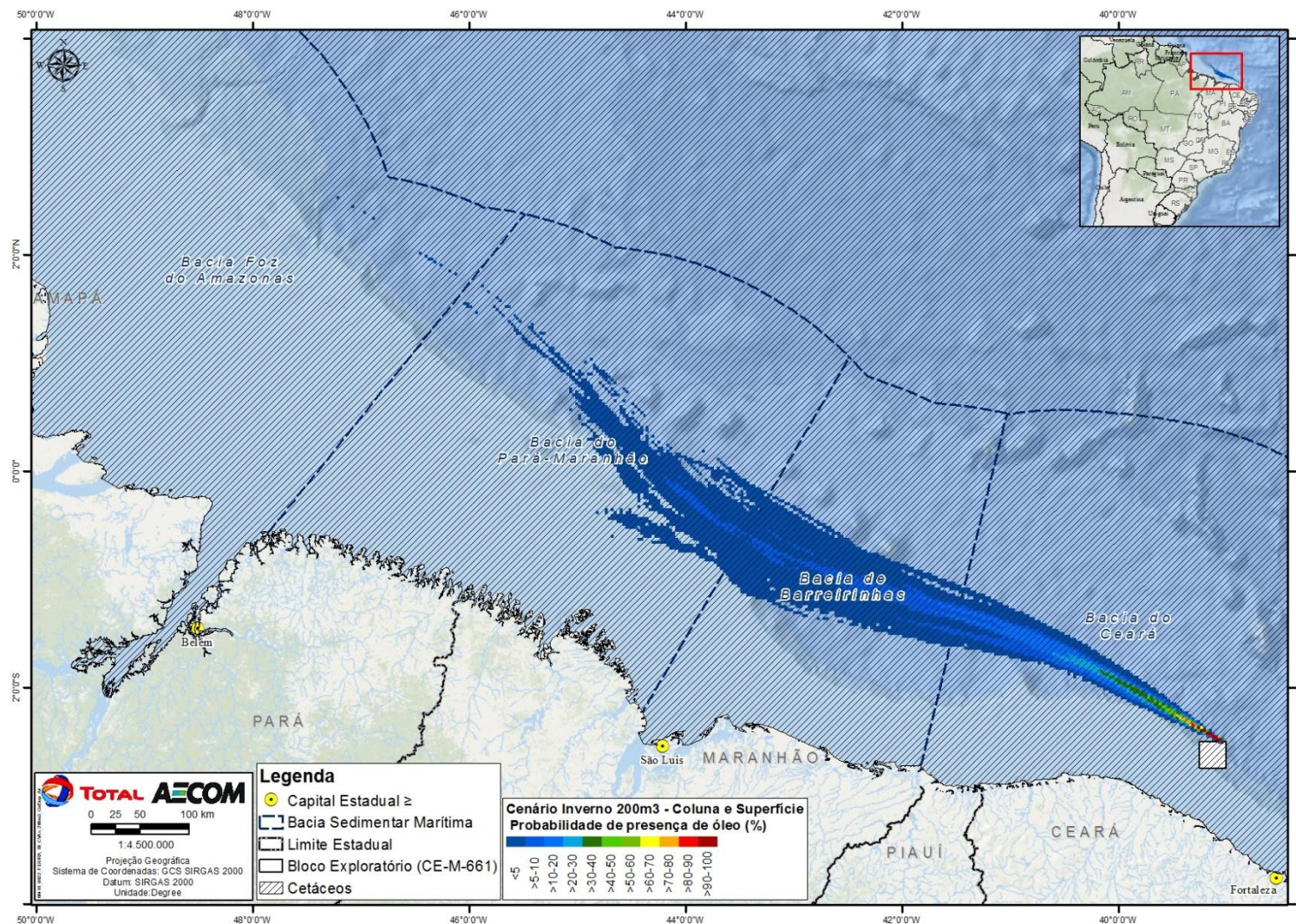
### C. Mapeamento

As Figuras II.9.4.2.18 à II.9.4.2.21 apresentam as áreas de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, nos cenários de vazamento de 200 m<sup>3</sup> e de pior caso, tanto no inverno como no verão. Para a definição dessas áreas foram usadas as informações provenientes do documento “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha” (MMA, 2002) e da sua atualização (MMA, 2007a).

<sup>26</sup> Coordenador técnico do GEMAM e colaborador em publicações pelo GEMAM.

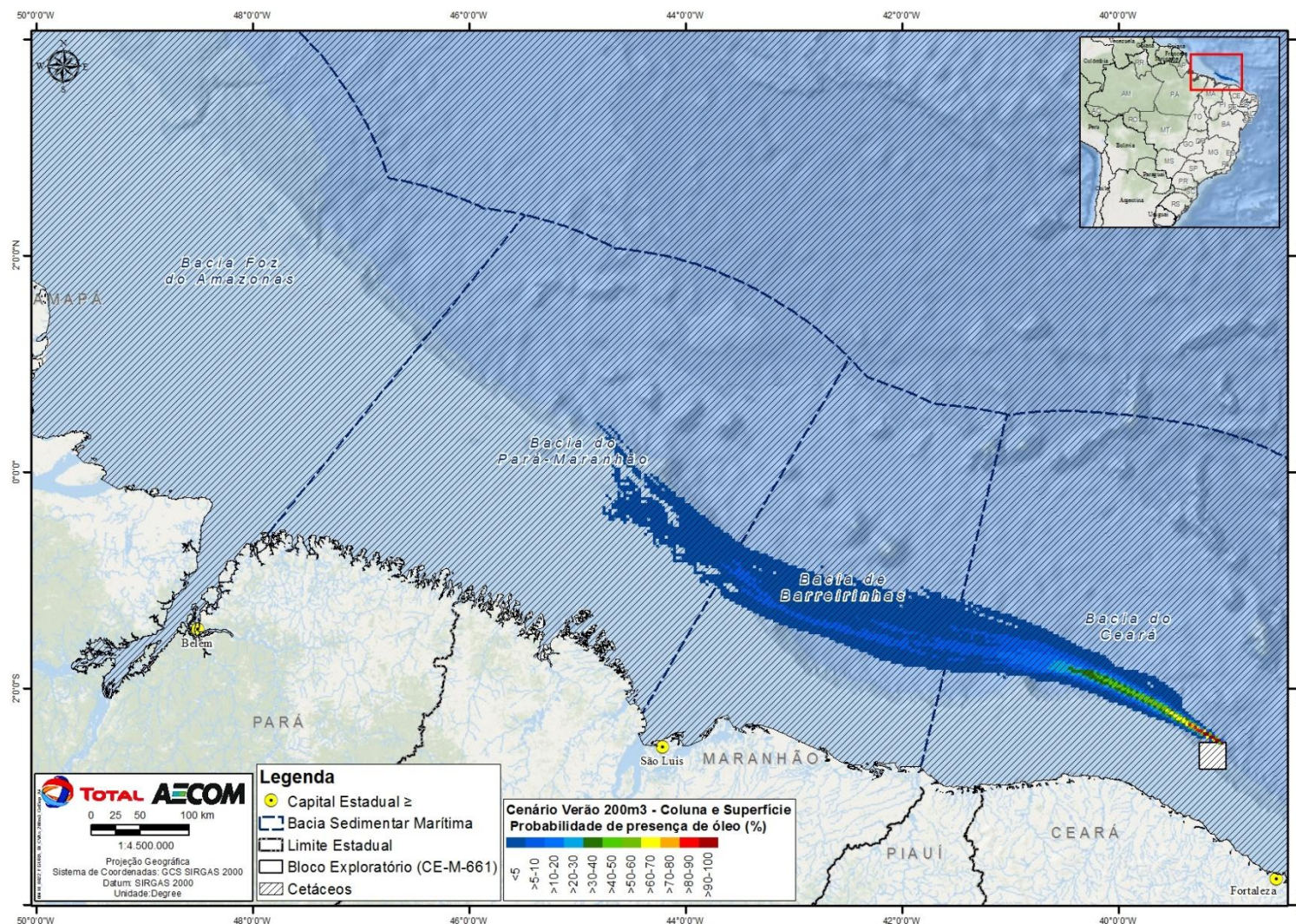
<sup>27</sup> Colaborador em publicações pelo GEMAM.





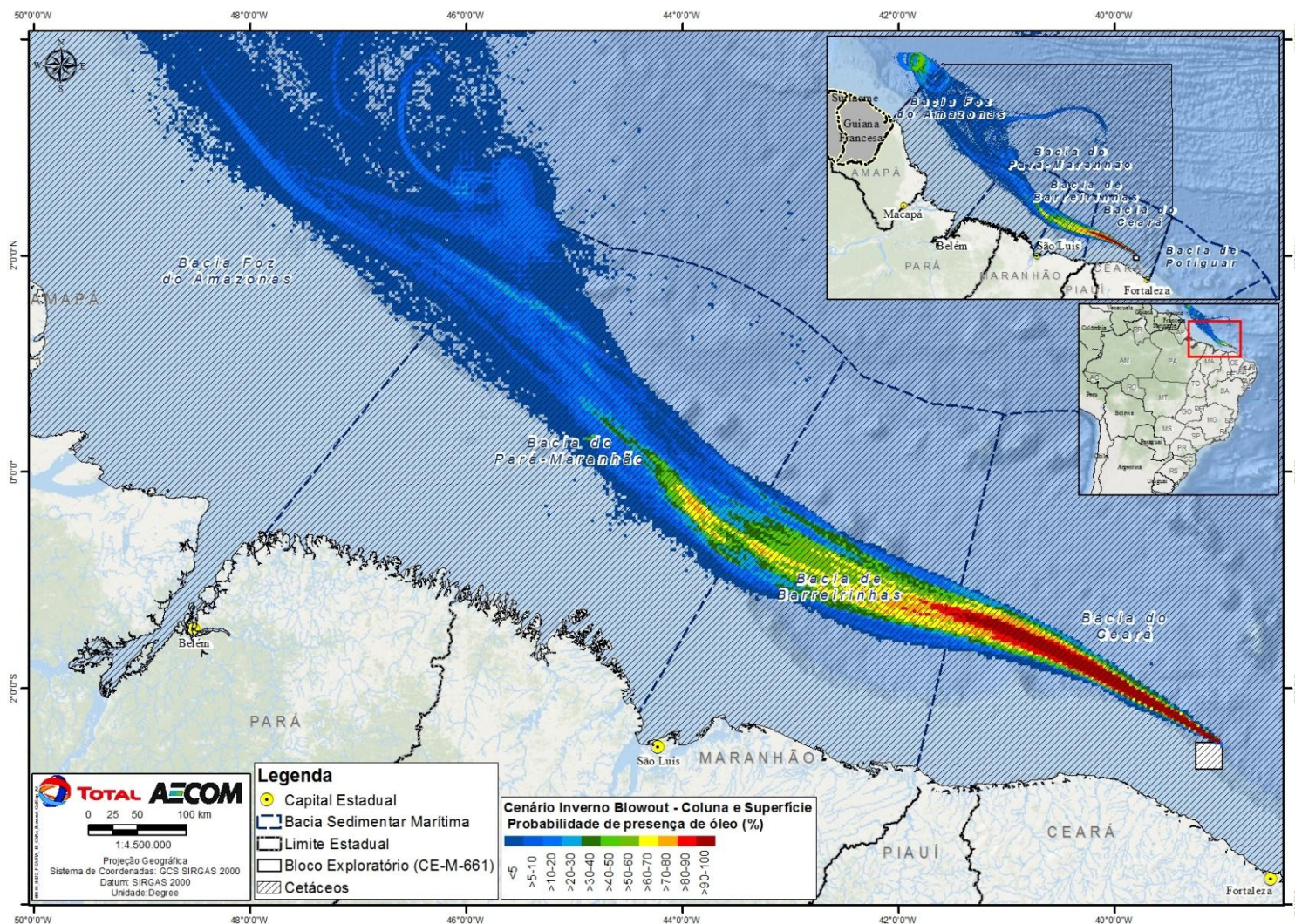
**FIGURA II.9.4.2.28 – Área de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, vazamento de 200 m<sup>3</sup>, na superfície.**





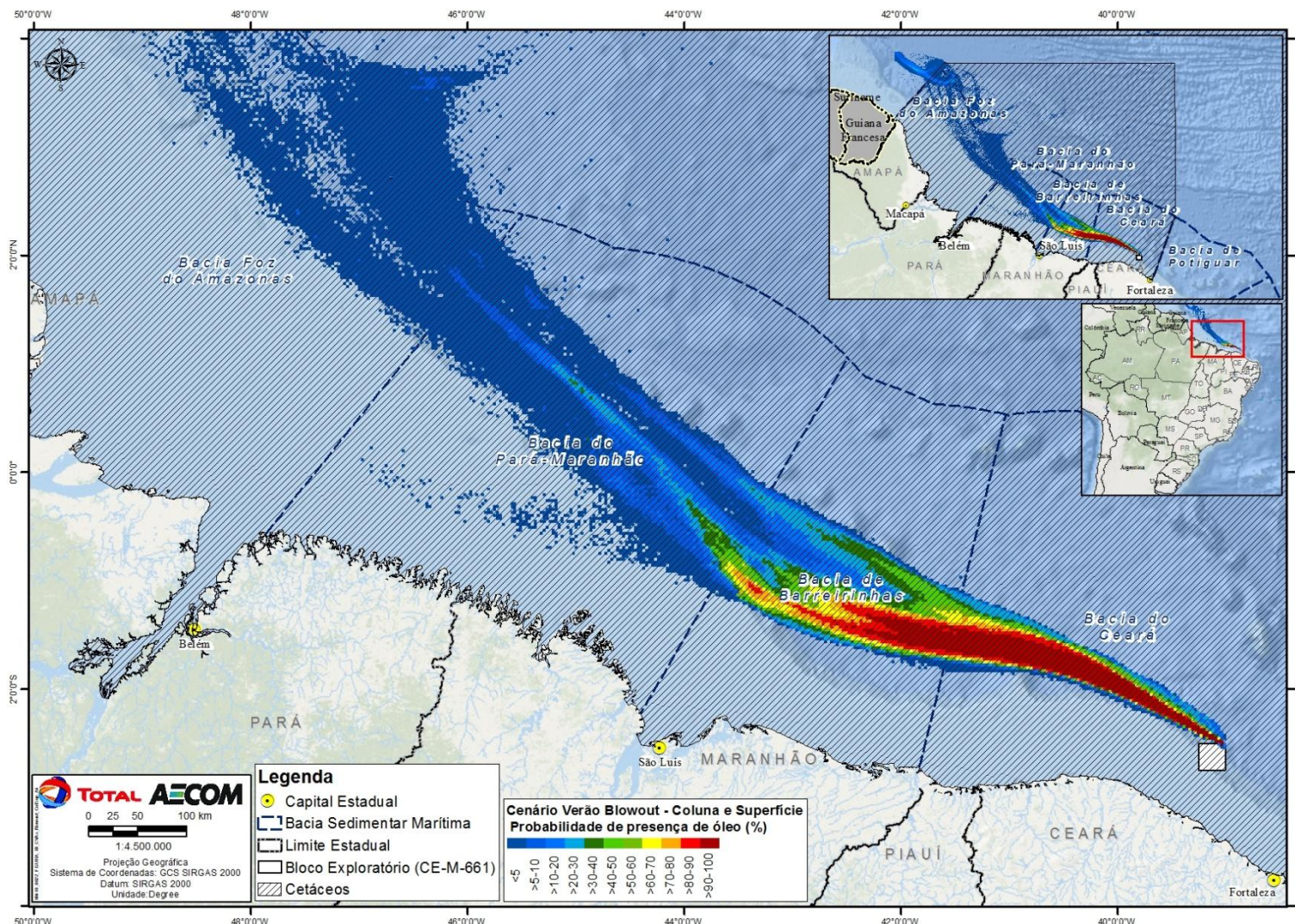
**FIGURA II.9.4.2.19 – Área de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, vazamento de 200 m<sup>3</sup>, na superfície.**





**FIGURA II.9.4.2.20 – Área de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso, no fundo.**





**FIGURA II.9.4.2.21 – Área de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso, no fundo.**

#### D. Tempo de Recuperação

Existem poucos estudos sobre impactos de óleo em cetáceos e praticamente nenhum sobre tempo de recuperação, salvo o realizado com orcas na Baía de Prince William Sound após o acidente com o Exxon Valdez, ocorrido em 1989 e que será discutido em detalhes no subitem de Estudos de Caso.

A existência de poucos estudos pode ser explicada, em parte, pelo fato de que as carcaças da maioria das espécies afundam no oceano, impossibilitando a coleta para pesquisa (GUBBAY & EARLL, 1999; MATKIN *et al.*, 2008). Em alguns casos, elas até podem flutuar e encalhar na região costeira, porém essa é uma situação mais comum para os animais que vivem nessas regiões costeiras, dificultando a realização deste tipo de estudo com espécies de hábitos oceânicos. Em outros casos, espécies oceânicas podem ser expostas ao óleo e nunca encalharem, podendo levar a uma subestimação do dano ambiental a tais espécies (WILLIAMS *et al.*, 2011).

Além disso, existem questões éticas sobre experimentos desnecessários e que causem sofrimento a esses animais (MATKIN *et al.*, 2008). Com isso, os dados de vazamentos parecem ser a melhor fonte de informações sobre estudos comportamentais e efeitos fisiológicos do óleo neste grupo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

As ameaças a uma espécie em particular variam bastante e irão depender do seu comportamento, da sua história de vida e das suas adaptações anatômicas e fisiológicas (St AUBIN, 1992). A composição do óleo e o quanto ele está intemperizado também são fatores importantes para determinar os impactos, uma vez que indivíduos atingidos por óleo logo após o vazamento podem ser expostos a mais componentes tóxicos pelo contato direto e ingestão do que indivíduos afetados pelo óleo já intemperizado (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Alguns estudos sugerem, ainda, que os cetáceos podem detectar o óleo na superfície da água, e com isso evitá-lo. Isso pôde ser comprovado pelo estudo realizado por St AUBIN (1992), no qual experimentos com golfinhos nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) em cativeiro mostraram que esses animais conseguem detectar, visualmente, uma lâmina de óleo cru de 1 mm de espessura na superfície da água do mar, evitando ir à superfície em locais onde a água do mar contém uma camada de 1 cm de óleo mineral. O mesmo resultado foi encontrado por SMITH *et al.* (1983).

Estratégias similares têm sido observadas durante outros eventos de vazamento, como o ocorrido com a população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) residente na Baía de Guanabara, que foi vista deixando o local após o incidente de vazamento de óleo ocorrido no ano 2000. A população foi para mar aberto, retornando para suas áreas de alimentação antes mesmo das operações de limpeza terem sido finalizadas, sem aparente alterações de comportamento (BARCELLOS & SILVA, 2003; SHORT, 2003). O fato das áreas de alimentação não terem sido atingidas por óleo, no entanto, pode ter contribuído para isso (SHORT, 2003). Ressalta-se que, embora o boto-cinza ocorra na área de estudo, não são esperadas interferências do óleo sobre eles uma vez que são animais costeiros e que, mesmo nos cenários de pior caso, não houve probabilidade de toque de óleo na costa ou próxima a ela.



Entretanto, os comportamentos citados acima contrastam com observações feitas em campo por outros autores, com esses e outros cetáceos que, aparentemente, nadaram e se comportaram normalmente no meio de manchas de óleo (MATKIN *et al.*, 2008; NOAA, 2010b). Durante o vazamento Mega Borg, no Novo México em 1990, por exemplo, foi reportado que indivíduos de um grupo de *Tursiops sp.*, não evitaram o contato com a mancha, nadando através das áreas com óleo (WURSIG & SMULTEA, 1991). MATKIN *et al.* (2008) também observaram que orcas não tentaram evitar as áreas contaminadas por óleo após o vazamento Exxon Valdez no Alaska.

Isso demonstra que, apesar da capacidade de alguns cetáceos em evitar áreas com óleo, o tamanho da mancha, a dependência por comida e uma interação social podem sobrepujar essa estratégia de evitação, com potenciais consequências negativas para essas espécies, tais como efeitos na reprodução e saúde, bem como comprometimento da disponibilidade/captura de alimento e coesão do grupo. Vale ressaltar que isso se aplica, principalmente, a espécies costeiras (nas quais não são esperados efeitos do óleo advindos da atividade em questão, considerando os estudos de modelagem realizados), que possuem fidelidade a determinadas áreas, enquanto que espécies pelágicas, por sua vez, seriam impactadas apenas se suas áreas de reprodução fossem atingidas.

Mesmo considerando-se que espécies de cetáceos possam ser atingidas por óleo, espera-se que o impacto sobre estas não seja tão severo, pois os cetáceos, ao contrário de outros mamíferos marinhos, não dependem da pele para regular sua temperatura corporal (ITOPF, 2010b; EPA, 1999; MOSBECH, 2002). Além disso, esta mesma pele é diferente da de qualquer outro mamífero, sendo predominantemente lisa e sem calosidades, como nos golfinhos, e com limitadas áreas recobertas com pelos ou superfícies rugosas devido à presença de cracas, como em misticetos (St AUBIN, 1992; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Em misticetos, apesar do óleo tender a aderir nessas partes rugosas (pelos e calosidades dos animais), como estas são limitadas a uma pequena área da pele dos animais, não afeta consideravelmente a saúde do animal (St AUBIN, 1992). Já nos golfinhos e outros cetáceos de pele lisa, por não apresentarem pelos nem calosidades, o óleo não se fixa na pele (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

St AUBIN (1992) testou o impacto do óleo sobre o tecido epitelial de golfinhos nariz de garrafa em cativeiro, colocando esponjas embebidas em óleo sobre a pele dos animais por cerca de 75 minutos para determinar os efeitos na integridade, crescimento e função das células da epiderme. Apesar dos resultados terem demonstrado alguns efeitos histopatológicos, após uma semana nenhum efeito no crescimento ou nas outras funções celulares pôde ser detectado a partir das técnicas utilizadas. Vale ressaltar que as condições desse experimento excedem a que cetáceos estariam normalmente expostos na natureza, exceto para animais em locais confinados, normalmente na região costeira, que no caso em questão não seria atingida. Ainda assim, sem pelo ou pele que retenha óleo, a superfície molhada da pele macia não permite que o óleo se fixe por muito tempo, reduzindo significativamente o efeito na epiderme.

Apesar dos danos causados por óleo à pele destes animais serem em princípio transitórios, a região dos olhos pode ser bastante afetada no caso de exposições prolongadas (ENGELHARDT, 1983; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Além disso, os cetáceos também podem inalar óleo ou vapores tóxicos ao subirem à superfície para respirar, se alimentar de presas contaminadas ou mesmo ficar cansados devido à ausência de alimento ou a incapacidade de encontrar comida.

Segundo RAAYMAKERS (1994), a inalação de porções de óleo, vapores e fumaça é bem provável se a subida dos cetáceos à superfície para respirar se der numa área oleada, principalmente em se tratando de indivíduos jovens. Exposições ao óleo desta maneira podem danificar as membranas mucosas, as vias aéreas, congestionar os pulmões, causar enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Orcas, por exemplo, são capazes de permanecer submersas por 3 a 10 minutos contínuos, e quando vão à superfície para respirar podem ter nadado por centenas de metros (MATKIN *et al.*, 2008)

Os cetáceos podem, ainda, em pânico, ingerir quantidade suficiente de óleo para lhes causar danos severos. Um golfinho estressado, por exemplo, pode se mover mais rapidamente e com isso subir mais frequentemente para respirar, aumentando assim sua exposição ao óleo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A intoxicação aguda por petróleo, entretanto, ainda não está bem estabelecida em cetáceos, não existindo estudos de laboratório que tenham estabelecido a quantidade mínima necessária para causar toxicidade (St AUBIN, 1992).

Em tese, o óleo ingerido poderia causar efeitos tóxicos e disfunção secundária dos órgãos, além de úlcera gastrointestinal e hemorragia (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Entretanto, um levantamento realizado com cetáceos encalhados impactados pelo óleo, mostrou baixos níveis de hidrocarbonetos em vários tecidos, mostrando que a eliminação do óleo acumulado parece ser rápida. Isto poderia ser explicado pelo fato dos cetáceos terem o potencial para metabolizar óleo devido à presença do Citocromo P-450 no fígado, uma vez que esse sistema enzimático está envolvido na quebra de compostos de hidrocarbonetos e foi identificado em varias espécies (ENGELHARDT, 1983).

No caso dos odontocetos, além da ingestão direta existe, ainda, a possibilidade de as espécies ingerirem óleo através das suas presas, embora dados publicados sugiram que uma pequena quantidade de óleo ingerida durante a alimentação não seja suficiente para causar danos. Além disso, a maior parte das presas dos odontocetos possui os sistemas enzimáticos necessários para metabolizar hidrocarbonetos de petróleo, reduzindo a possibilidade destas acumularem tais frações em seus tecidos, evitando assim a transferência dos componentes tóxicos através da cadeia alimentar (St AUBIN, 1992).

Contudo, a ingestão de óleo representa um diferente tipo de ameaça aos mysticetos, que se alimentam através de ingestão de grandes quantidades de água, utilizando suas cerdas orais para capturar o plâncton e krill existentes na mesma (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Estudos de laboratório têm mostrado que apesar do óleo incrustado entre os fios dessas cerdas restringirem a passagem de água, o fluxo constante com água limpa é capaz de remover a maior parte do óleo em menos de 24h, não sendo notados efeitos residuais após este período. Dependendo da magnitude do vazamento, porém, a alimentação pode ser interrompida por muitos dias causando diminuição da massa corpórea e trazendo consequências para o desenvolvimento do animal, principalmente para migração e reprodução (St AUBIN, 1992).

Além dos efeitos apresentados acima, pode-se citar, também, a possibilidade de infecções secundárias por fungos e bactérias, devido a deficiências causadas pelos componentes tóxicos do óleo no sistema imune dos animais (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

## C.1. Estudos de caso

Existem muito poucas evidências documentadas de que populações de cetáceos, principalmente baleias, tenham sido afetadas por vazamentos de óleo, a maior parte dos trabalhos analisa indivíduos separadamente, sem considerar a população como um todo.

A seguir são apresentados alguns estudos de caso em que houve a morte e/ou contaminação de cetáceos por causa de vazamento de óleo. Especial atenção será dada ao caso das populações de orcas em Prince William Sound após o vazamento do Exxon Valdez no Alaska, uma vez que se trata de um caso extremo em que populações pequenas e residentes foram afetadas, sendo esse também o único estudo em que o tema de recuperação é tratado. Vale ressaltar que, conforme exposto anteriormente, os resultados de modelagem não indicam probabilidade de toque de óleo na costa ou em áreas próximas, não havendo, portanto, risco de impacto em populações residentes como as do caso acima citado.

SHORT (2003) apresentou em seu trabalho dois estudos em que cetáceos foram encontrados mortos após acidentes com vazamentos de óleo, o primeiro no canal de Santa Barbara, Califórnia, EUA em 1969, no qual 4 golfinhos e 6 baleias foram encontrados mortos (BROWNWELL, 1971) e o outro foi o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no Alaska, EUA, em 1989, onde foram encontrados mortos nas praias da região 26 baleias-cinzentas (*Eschrichtius robustus*), 5 botos (*Phocoena phocoena*), 5 baleias minkes (*Balaenoptera bonaerensis*), 1 baleia fin (*Balaenoptera physalus*) e 3 baleias não identificadas (LOUGHLIN, 1994), além de orcas, conforme detalhado a seguir.

MATKIN *et al.* (2008) apresenta em seu trabalho um estudo realizado com orcas após o vazamento do Exxon Valdez em 1989, contendo dados oriundos de 16 anos de monitoramento após o acidente. Dois grupos foram estudados em detalhe, um grupo residente, chamado de AB, e uma população itinerante, AT1. Ambos os grupos sofreram perdas significativas (33 e 41%, respectivamente) no primeiro ano após o vazamento. O grupo AB (residente) perdeu 13 animais, entre machos e fêmeas, tanto juvenis quanto adultos em idade reprodutiva. Essa taxa de mortalidade no ano do vazamento e no ano subsequente foi 18 vezes maior do que o número esperado para o mesmo período de tempo, levando-se em conta a estrutura sexual e etária do grupo. O grupo AT1 (transeunte) perdeu 9 (nove) de um total de 22 animais, sendo importante observar que, nesse grupo, 4 (quatro) animais foram vistos nadando no óleo (**Figura II.9.4.2.22**) logo após o vazamento, e que nenhum recrutamento foi observado nessa população desde 1984.

Até a data da publicação do estudo os autores ainda não haviam observado recuperação nos grupos estudados, tendo concluído que, mesmo em condições ótimas, os grupos podem levar décadas para se recuperar, particularmente se fêmeas reprodutivas e/ou fêmeas juvenis tiverem sido perdidas.





Fonte: Matkin *et al.*, 2008

**FIGURA II.9.4.2.22 – Quatro membros do grupo AT1 próximo ao Exxon Valdez menos de 24h após o vazamento.**

Vale ressaltar, porém, que entre os anos de 1985-1986, período anterior ao acidente, seis orcas do grupo AB (residente) haviam sido perdidas, uma taxa de mortalidade cinco vezes maior que o esperado MATKIN & SAUTILIS (1997). Com isso, pode-se questionar se essa população já não possuía uma tendência a diminuir, e se outros fatores não poderiam ter atrapalhando a sua recuperação após o vazamento de óleo. Outro estudo que indica que o óleo sozinho pode não ter sido a causa da ausência de recuperação nos grupos de orca foi patrocinado pelo Instituto *Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council* (EVOSTC, 2010), no qual a espécie foi examinada quanto à presença de contaminantes em seus tecidos. Os resultados encontrados indicaram que os indivíduos da população AT1 (transeuntes) apresentavam elevados níveis de PCBs, DDT e metabólitos de DDT nos seus tecidos, contaminantes estes não associados a vazamentos de óleo. Além disso, as altas concentrações encontradas são comparáveis aos níveis que causam distúrbios reprodutivos em outros mamíferos marinhos, podendo justificar a ausência de recuperação dessa população.

TAYLOR & PLATER (2001) também estudaram a população residente AB da baía de Sound durante 26 anos, mesmo antes do acidente com o Exxon Valdez e indicaram que o óleo foi importante para diminuir o tamanho da população, mas não foi o único fator, com o declínio sendo atribuído a diversos impactos de fontes antropogênicas, como diminuição dos estoques alimentares, distúrbio por barcos de observadores de baleia e tráfego marítimo. Com isso, não se pode afirmar que a ausência de recuperação da população de orcas de Prince William Sound tenha sido causada, simplesmente, pelo impacto do Exxon Valdez. Acrescenta-se que MATKIN *et al.* (2008) citam que o fato da população transeunte se alimentar de leões marinhos pode ter influenciado na diminuição do número de indivíduos, pois os leões marinhos são particularmente sensíveis ao óleo e as orcas podem ter se contaminado ao ingerir a presa contaminada.

## C.2. Conclusão

Os mamíferos marinhos possuem uma ampla gama de sensibilidade ao óleo, demonstrada pela sua diversidade na morfologia, comportamento e ecologia. Para se estabelecer apropriadamente aos efeitos do petróleo em dada espécie são necessários mais conhecimento sobre a sua história natural e fisiologia, além de mais estudos sobre as características toxicológicas do óleo nesses animais.

Para definir o tempo de recuperação de cetáceos, é importante primeiramente entender se os cetáceos são ou não afetados em um vazamento de óleo. Os estudos ainda são incipientes e contraditórios, sendo as informações mais confiáveis aquelas provenientes de situações reais de acidentes.

Levando-se em consideração as informações apresentadas acima, além do fato de o tempo de recuperação ser definido para a comunidade como um todo, estima-se que o tempo para que a comunidade de cetáceos se recupere aos níveis anteriores ao de um acidente com vazamento de óleo esteja entre 3 e 10 anos.

Apesar de não ser considerada a limpeza dos indivíduos para o cálculo de tempo de recuperação dos animais, vale destacar que capturar e limpar mamíferos marinhos sujos com óleo geralmente não é possível. Tais procedimentos podem machucá-los mais que o óleo em si (EPA, 1999).

- **CVA Avifauna**

### A. Introdução

Podem ser encontradas diversas espécies de aves marinhas na área de estudo, totalizando 52 espécies com ocorrência factual e provável, distribuídas em seis ordens e 13 famílias (**Tabela II.9.4.2.7**). Dentre as aves marinhas pelágicas que apresentam principal ocorrência na área com probabilidade de toque de óleo, podem ser citadas os mandriões, trinta-réis, bobos e atobás, representantes das famílias Stercorariidae, Sternidae, Procellariidae e Sulidae (SICK, 1997; SIGRIST, 2009; RODRIGUES, 1995, 2000, 2001, 2007; MORRISON & ROSS, 1989; VALENTE *et al.*, 2011; CBRO, 2014).

**TABELA II.9.4.2.7 – Aves com registros na área de estudo ou áreas próximas (ocorrência potencial) e status de conservação.**

Ordem	Família	Nome científico	Nome comum	IUCN (2015)	MMA (2014)
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Falcão-peregrino	LC	NA
Pelecaniformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Tesourão	LC	NA
	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Atobá-grande	LC	NA
		<i>Sula sula</i>	Atobá-de-pé-vermelho	NAV	EN
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-de-bando	LC	NA
Phaethontiformes	Phaethontidae	<i>Phaeton aethereus</i>	Rabo-de-palha-de-bico-vermelho	LC	NA
Charadriiformes	Laridae	<i>Anous minutus</i>	Trinta-réis-preto	LC	NA
		<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaivota-de-cabeça-cinza	LC	NA
		<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaivota alegre	LC	NA
		<i>Larus dominicanus</i>	Gaivotão	LC	NA
		<i>Rynchops niger intercedens</i>	Talha-mar	NAV	NA
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Maçarico-pintado	LC	NA
		<i>Arenaria interpres</i>	Vira-pedras	LC	NA

Ordem	Família	Nome científico	Nome comum	IUCN (2015)	MMA (2014)	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Maçarico-branco	LC	NA	
		<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-papo-vermelho	LC	CR	
		<i>Calidris minutilla</i>	Maçariquinho	LC	NA	
		<i>Calidris pusilla</i>	Maçarico-rasteiro	NT	EN	
		<i>Calidris fuscicollis</i>	Maçarico-de-sobre-branco	LC	NA	
		<i>Calidris melanotos</i>	Maçarico-de-colete	LC	NA	
		<i>Calidris himantopus</i>	Maçarico-pernilongo	LC	NA	
		<i>Limnodromus griseus</i>	Maçarico-de-costas-branca	LC	CR	
		<i>Numenius phaeopus phaeopus</i>	Bico-torto	LC	NA	
		<i>Tringa flavipes</i>	Maçarico-de-perna-amarela	LC	NA	
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçarico-grande-de-perna-amarela	LC	NA	
		<i>Tringa semipalmata</i>	Maçarico-asa-branca	LC	NA	
		Stercorariidae	<i>Stercorarius skua</i>	Mandrião-grande	LC	NA
	<i>Stercorarius parasiticus</i>		Mandrião	LC	NA	
	<i>Stercorarius maccormicki</i>		Mandrião-do-sul	LC	NA	
	<i>Stercorarius longicaudus</i>		Mandrião-parasítico	LC	NA	
	<i>Stercorarius pomarinus</i>		Mandrião-pomarino	LC	NA	
	Sternidae	<i>Chlidonias niger</i>	Trinta-réis-negro	LC	NA	
		<i>Gelochelidon nilotica</i>	Trinta-réis-de-bico-preto	NAV	NA	
		<i>Phaetusa simplex</i>	Trinta-réis grande	LC	NA	
		<i>Sterna dougallii</i>	Trinta-réis-róseo	LC	VU	
		<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal	LC	NA	
		<i>Sterna paradisaea</i>	Trinta-réis-ártico	LC	NA	
		<i>Sternula antillarum</i>	Trinta-réis miúdo	NAV	NA	
		<i>Sternula superciliaris</i>	Tirnta-réis-anão	LC	NA	
		<i>Thalasseus acutiflavus</i>	Trinta-réis-de-bando	LC	NA	
		<i>Thalasseus maximus</i>	Trinta-réis-real	LC	EN	
	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	LC	NA	
		<i>Pluvialis dominica</i>	Batuiruçu	LC	NA	
		<i>Pluvialis squatarola</i>	Batuiruçu-de-axila-preta	LC	NA	
	Procellariiformes	Oceanitidae	<i>Fregetta tropica</i>	Painho-de-barriga-preta	LC	NA
			<i>Oceanites oceanicus</i>	Alma-de-mestre	LC	NA

Ordem	Família	Nome científico	Nome comum	IUCN (2015)	MMA (2014)
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Hydrobates leucorhous</i>	Painho-de-asa-furcada	LC	NA
	Procellariidae	<i>Fulmarus glacialisoides</i>	Pardelão-prateado	LC	NA
		<i>Ardenna gravis</i>	Bobo-grande-de-sobre-branco	LC	NA
		<i>Ardenna griseus</i>	Bobo-escuro	LC	NA
		<i>Puffinus puffinus</i>	Bobo-pequeno	LC	NA
		<i>Calonectris borealis</i>	Pardela-de-bico-amarelo	LC	NA

Legenda:

NAV: Não avaliado

NA: Não ameaçado

NT (Quase ameaçado) – “*Near Threatened*” - Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias acima, mas está perto de ser classificada.

LC (Pouco preocupante) - “*Least Concern*” - Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias acima.

VU (Vulnerável) – “*Vulnerable*” - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

EN (Em perigo) - “*Endangered*” - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

CR – Criticamente em perigo - Risco extremamente alto de extinção na natureza.

É importante ressaltar que algumas das espécies citadas para a área de estudo são consideradas ameaçadas de extinção a nível nacional (MMA, 2014) e/ou global (IUCN, 2015). Podemos citar as espécies presentes na **Tabela II.9.4.2.8**.

**Tabela II.9.4.2.8 – Espécies de aves que podem ser encontradas na área de estudo e que estão ameaçadas de extinção.**

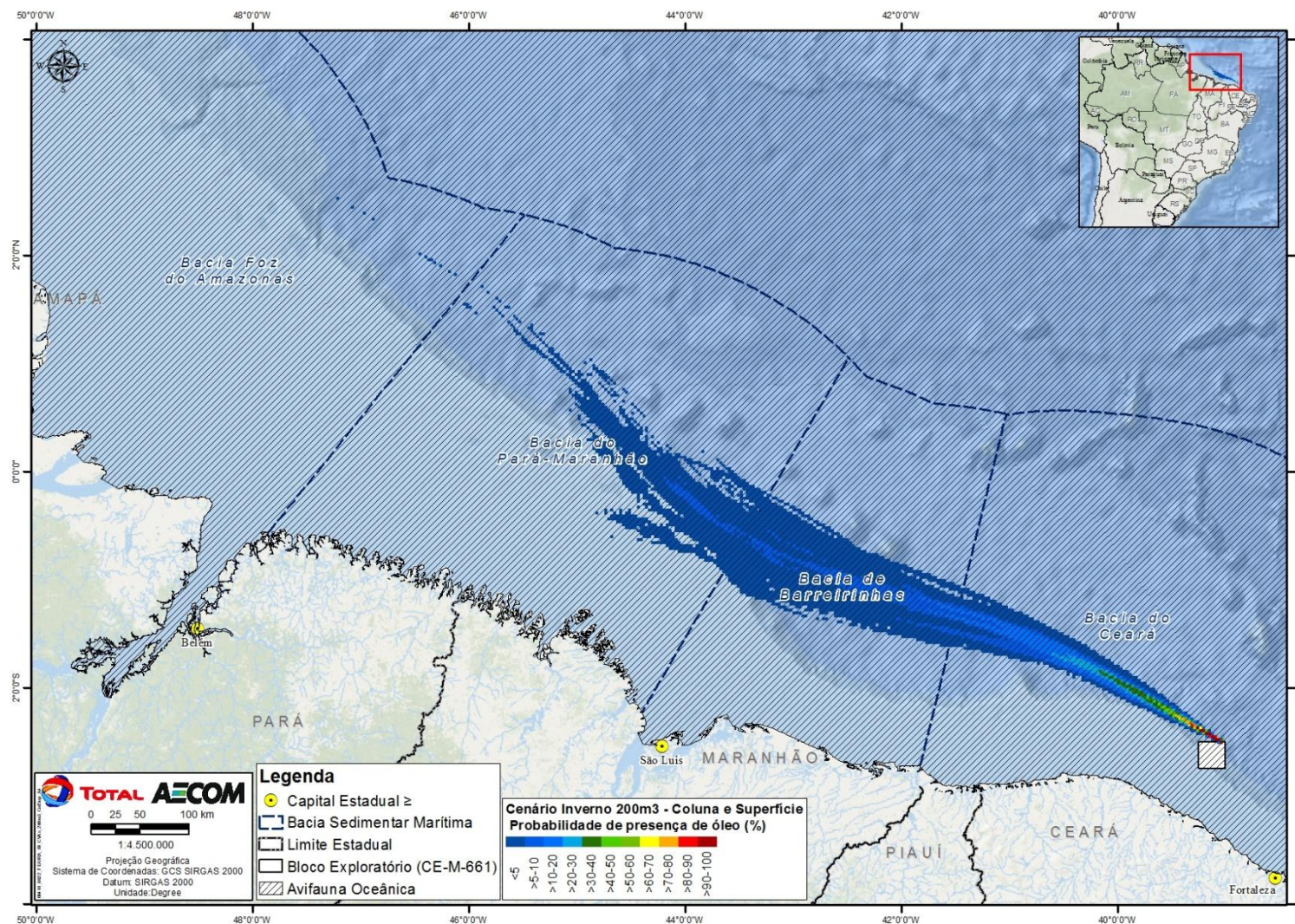
Espécie	Status de Conservação	
	Nacional	Mundial
<i>Limnodromus griseus</i> (Maçarico-de-costas-brancas)	Criticamente em perigo	Não ameaçado
<i>Calidris canutus</i> (Maçarico-de-papo-vermelho)	Criticamente em perigo	Não ameaçado
<i>Sula sula</i> (Atobá-de-pé-vermelho)	Em perigo	Não ameaçado
<i>Calidris pusilla</i> (Maçarico-rasteirinho)	Em perigo	Não ameaçado
<i>Thalasseus maximus</i> (Trinta-réis-real)	Em perigo	Não ameaçado
<i>Sterna dougallii</i> (Trinta-réis-róseo)	Vulnerável	Não ameaçado

Vale ressaltar, ainda, que para a avaliação deste CVA considerou-se, apenas as aves marinhas oceânicas e costeiras que habitam a região litorânea, por serem aquelas passíveis de serem impactadas por óleo proveniente do vazamento de óleo no Bloco CE-M-661. Destaca-se que a área com probabilidade de presença de óleo encontra-se a, no mínimo, 75 km de distância da costa.

## B. Mapeamento

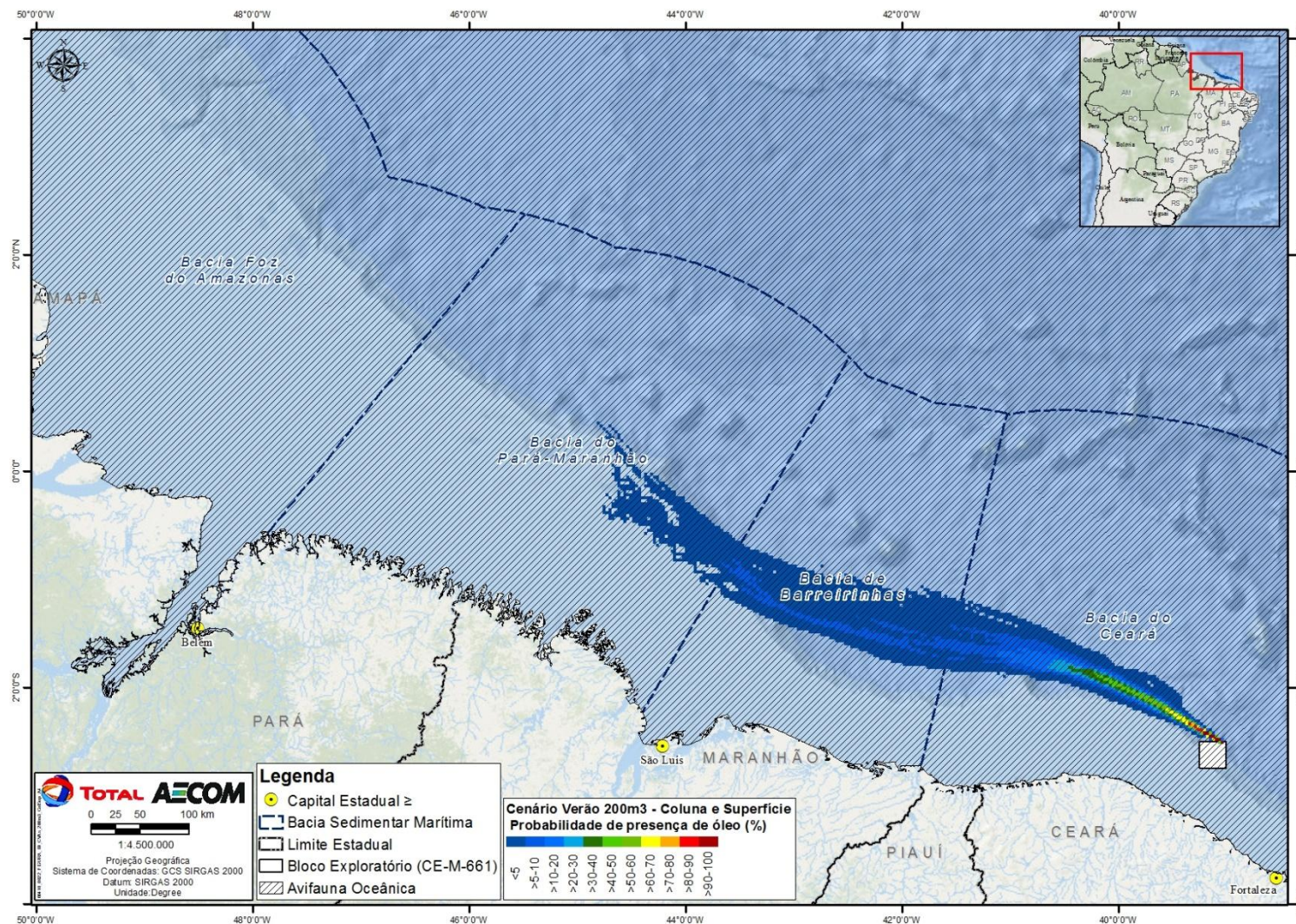
As **Figuras II.9.4.2.23 à II.9.4.2.26** apresentam as áreas de concentração de avifauna marinha oceânica áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de vazamento de 200 m<sup>3</sup> e no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. Essa área representa uma distribuição muito abrangente, sendo, portanto, um CVA difuso.





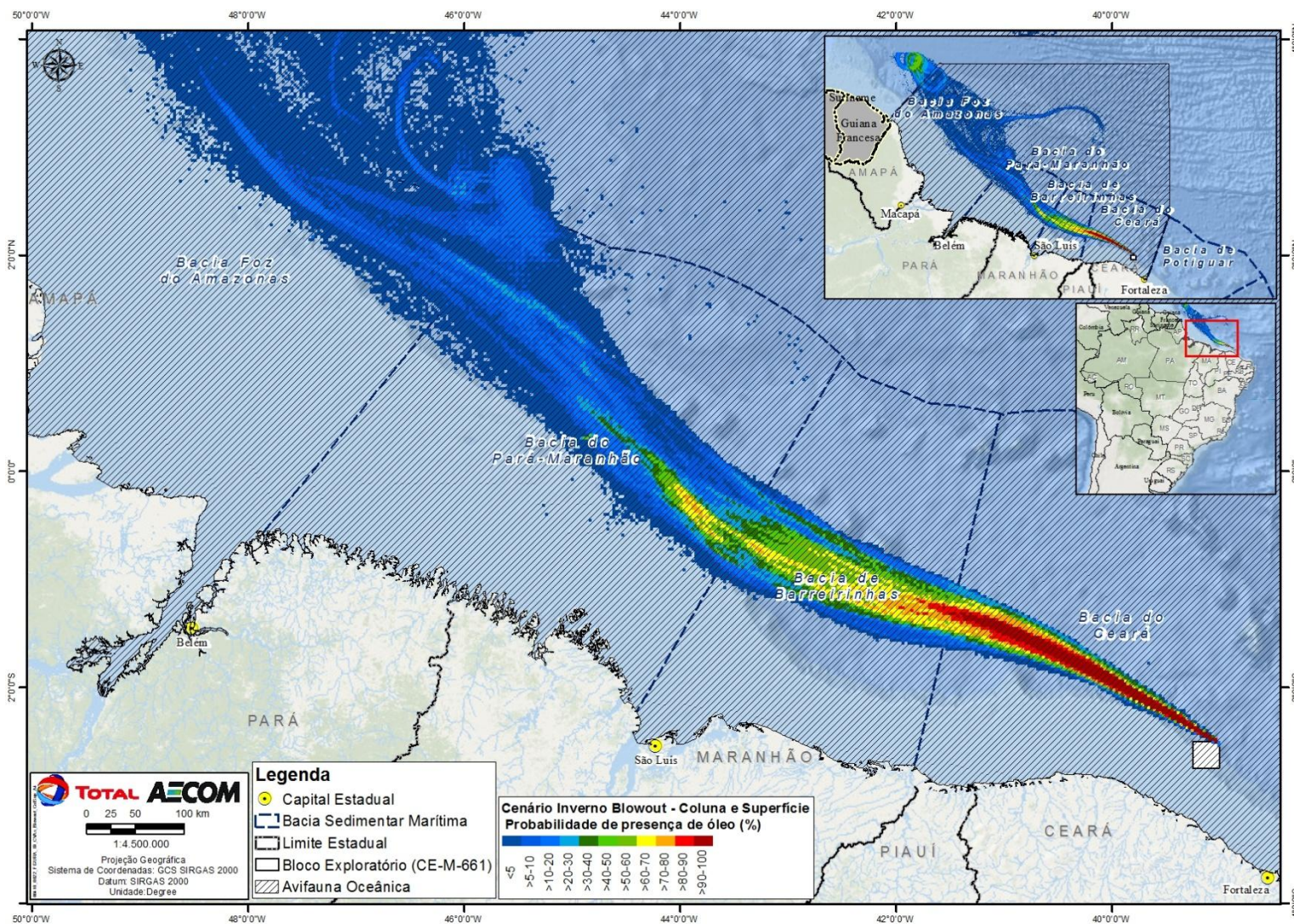
**FIGURA II.9.4.2.23 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha oceânica na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, vazamento de 200 m<sup>3</sup> (na superfície).**





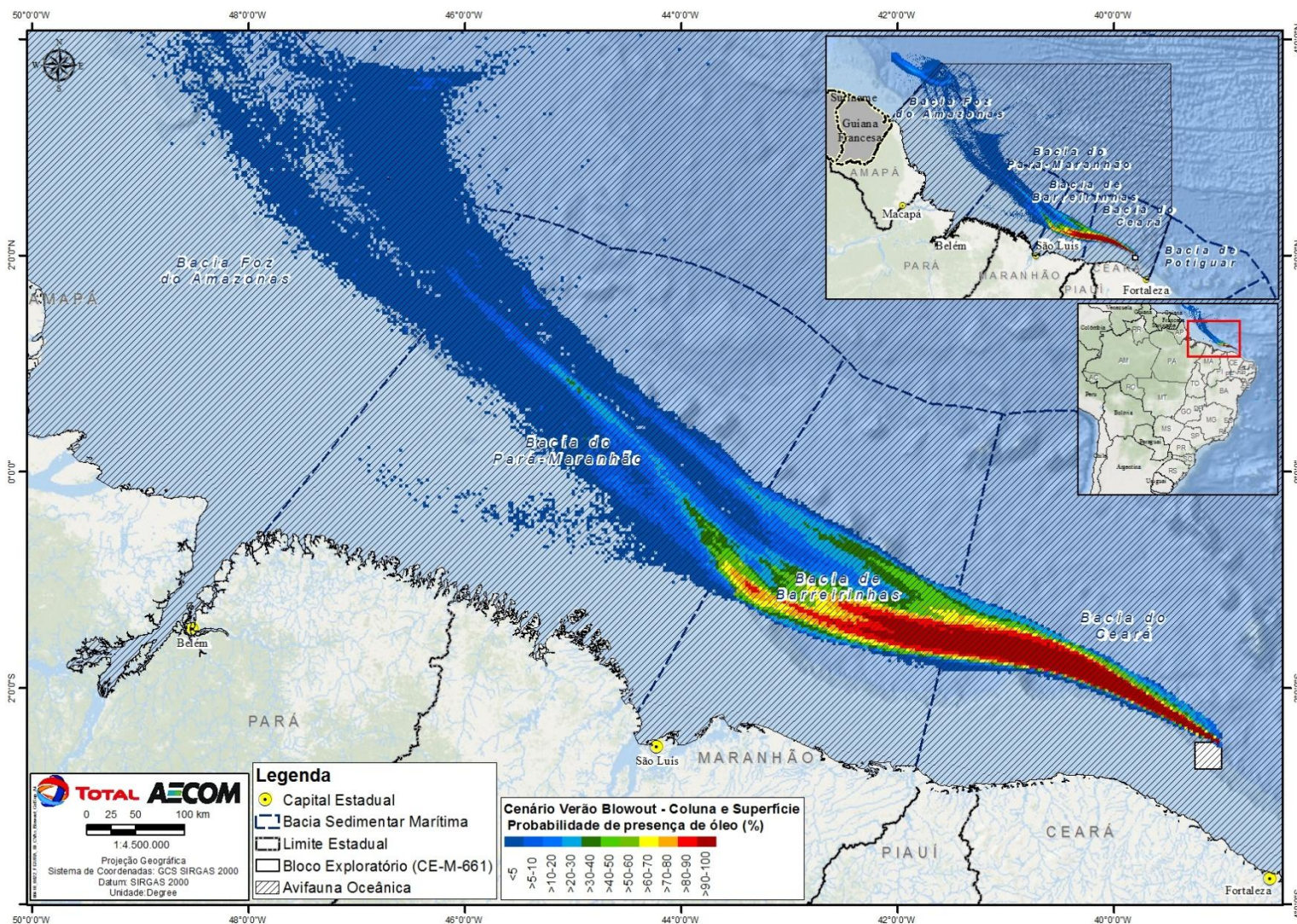
**FIGURA II.9.4.2.24 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha oceânica na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, vazamento de 200 m<sup>3</sup> (na superfície).**





**FIGURA II.9.4.2.25 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha oceânica na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso (blowout de fundo).**





**FIGURA II.9.4.2.26 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha oceânica na área com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso (blowout de fundo).**

### C. Tempos de Recuperação

De todos os grupos impactados por óleo, as aves provavelmente atraem a maior preocupação do público (KINGSTON, 2002). Grandes vazamentos costumam impactar um grande número de aves, que são muito sensíveis, tanto aos efeitos externos quanto internos do óleo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; HEUBECK *et al.*, 2003; ZAFONTE & HAMPTON, 2005).

As aves marinhas são particularmente sensíveis e têm um alto risco de contato com o óleo vazado devido à quantidade de tempo em que ficam sobre, ou perto, da superfície do mar, ou em áreas costeiras afetadas, além de possuírem baixas taxas reprodutivas (EPA, 1999; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Populações de aves com um pequeno número de indivíduos, distribuição geográfica restrita ou com espécies ameaçadas (EPA, 1999) também são bastante afetadas.

Na maior parte dos acidentes em que há documentação de morte de aves marinhas, o número de aves impactadas tem sido apenas estimado, enquanto que os impactos a nível populacional têm sido dificilmente determinados devido a dificuldade de análise. Os únicos dados confiáveis são a contagem de carcaças que aparecem no litoral. Porém, mesmo esse valor é subjetivo e o método possui grandes limitações, uma vez que desconsidera variáveis como intensidade de busca, acessibilidade da linha de costa e condições do mar na hora do vazamento (KINGSTON, 2002).

Como a maior parte das espécies possui alta mobilidade e pode viajar grandes distâncias, tanto para suas áreas de reprodução quanto para encontrar comida, na ausência de dados precisos e sem conhecimento da estrutura etária e da possível origem das aves envolvidas, é muito difícil prever ou interpretar tendências populacionais após um acidente com vazamento de óleo (HEUBECK *et al.*, 2003).

Os danos causados por incidentes variam com o tipo e volume do óleo, condições ambientais e a área e época do ano onde o acidente ocorreu, mas sempre há consequências ambientais (HEUBECK *et al.*, 2003).

#### ○ Contaminação externa dos indivíduos

O óleo presente na porção externa do corpo das aves é provavelmente o responsável pela maior parte da mortalidade e estresse em aves marinhas após um vazamento de óleo, sendo que os efeitos podem ocorrer mesmo com quantidades muito pequenas na plumagem (e.g. 12.5 ml de óleo pesado) (BURGER, 2003; MOSBECH, 2002). É importante observar que como o comportamento das aves marinhas é variável, quanto mais tempo a ave gastar no mar, seja mergulhando para encontrar comida, nadando ou pousada na superfície, mais susceptível ela está à contaminação por óleo no caso de um vazamento. As aves sujas de óleo podem sofrer hipotermia, desidratação, afogamento e fome, e se tornam presas fáceis (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Entre os efeitos causados pela contaminação externa das aves pode-se citar o colapso das penas e alterações na plumagem, que causam a diminuição do isolamento térmico. A queda das penas também é outro fator a ser considerado, pois pode alterar a cobertura e dificultar, severamente, a habilidade das aves para voar. A quebra na impermeabilização e no isolamento térmico proporcionado pelas penas pode levar à hipotermia. As penas encharcadas com óleo, por sua vez, provocam uma diminuição ou perda de flutuabilidade, podendo



levar ao afogamento por causa do aumento do peso ou da falta de aeração entre as penas. O óleo pode, ainda, irritar a pele, os olhos, a boca e a cavidade nasal, além de inibir o comportamento de procura por alimento, como o mergulho e o nado (MOSBECH, 2002; ITOPI, 2010b; BURGER, 2003; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

É importante observar que experimentos de campo demonstram que aves adultas, quando contaminadas mesmo que levemente, podem transferir óleo para os ovos durante a incubação, com conseqüente diminuição do sucesso de nascimento (LEWIS & MALECKI, 1984 *apud* MOSBECH, 2002).

Um estudo sobre os efeitos do óleo no comportamento alimentar do maçarico-branco (*Calidris alba*) e da batuíra de bando (*Charadrius semipalmatus*), ambos presentes na área de estudo, realizado após um vazamento de óleo na costa atlântica de Nova Jersey, mostrou que o tempo gasto por essas espécies na alimentação diminuiu quanto maior a presença de óleo em suas penas. Isso ocorre, pois aves contaminadas gastam mais tempo se limpando e ajustando suas penas do que as não contaminadas. Tal alteração de comportamento aumenta o estresse energético durante a migração. Para espécies que capturam o alimento na água, o aumento da demanda energética é combinado com a redução da habilidade da ave em se alimentar, devido à perda de flutuabilidade das penas encharcadas (BURGUER, 1997 *apud* MOSBECH, 2002).

#### o **Contaminação interna dos indivíduos**

Muitos estudos apresentam efeitos tóxicos do óleo em aves, com resultados variáveis dependendo da composição química do óleo, da espécie e da idade do indivíduo (BURGER, 2003). As aves podem ingerir óleo ao realizar a manutenção da plumagem através do alisamento das penas com o bico ou quando se alimentam de presas contaminadas, podendo sofrer efeitos a longo prazo (EPA, 1999; ITOPI, 2010b).

A ingestão de óleo causa envenenamento e intoxicação, além de irritação gastro-intestinal, rompimento da adrenal, níveis anormais de corticosteróides (hormônios de estresse), danos no fígado, disfunção renal, anemia e disfunção da glândula de sal. As células sanguíneas também podem ser destruídas causando distúrbios no sistema imune. Entre os efeitos na reprodução, pode-se citar a redução da habilidade de se reproduzir e do número de ovos previsto, diminuição da fertilidade dos ovos, da espessura da casca, e interrupção do comportamento normal de incubação (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; BURGER, 2003; MOSBECH, 2002).

O acompanhamento de indivíduos de pato-real (*Anas platyrhynchos*) alimentados com óleo intemperizado proveniente do acidente Exxon Valdez mostrou que não houve interferência significativa sobre a sobrevivência, o crescimento e a reprodução dos mesmos. Os resultados indicaram, porém, que em concentrações extremamente altas (20g de óleo/kg de alimento) existiram reduções significativas na espessura média e na resistência da casca dos ovos. Baseando-se nesses resultados e na literatura toxicológica disponível, foi possível concluir que os efeitos tóxicos subletais do óleo intemperizado na vida selvagem em vazamentos como o Exxon Valdez parecem ser bastante improváveis (MOSBECH, 2002). Destaca-se, contudo, que essa espécie não ocorre na área de estudo e que, ainda que existisse, por ser uma espécie tipicamente costeira não seria afetada pelo óleo já que mesmo no cenário de pior caso, não há probabilidade do óleo chegar até a costa.



É importante destacar que não se sabe, ao certo, se aves marinhas são capazes de intencionalmente evitar áreas com manchas de óleo. Contudo, evidências encontradas em um experimento realizado na Noruega sugerem fortemente que a espécie fulmar-glacial (*Fulmarus glacialis*) evita se estabelecer na superfície marinha poluída com óleo pesado (LORENTSEN & ANKER-NILSSEN, 1993 *apud* MOSBECH, 2002). Isso pode ser verdade, também, para outras espécies de aves, entretanto ainda são necessários muitos estudos para que isso seja comprovado. Essa espécie também não ocorre na área de estudo, porém, foi considerada para colaborar com o embasamento teórico do relatório.

#### ○ **Efeitos a longo prazo nos indivíduos**

Efeitos a longo prazo são muito difíceis de detectar e monitorar porque as aves podem colocar seus ovos a centenas de milhares de quilômetros do local do acidente. Além disso, os efeitos do óleo podem ser sutis, afetando as populações por longos períodos, diminuindo o sucesso reprodutivo e o recrutamento. Esses efeitos devem, contudo ser avaliados, pois podem vir a influenciar, fortemente, no tempo de recuperação de uma população (BURGER, 2003).

Entre os efeitos a longo prazo pode-se citar o atraso na maturação dos ovários em fêmeas, a alteração nos níveis hormonais, a redução na sobrevivência e crescimento de embriões e filhotes cujos pais tenham sido externamente contaminados por óleo, a supressão da imunidade e da resistência a doenças, efeitos mutagênicos, interrupção da monogamia (caso um dos pares esteja contaminado e deixe de reproduzir temporariamente) e redução da sobrevivência no inverno após o acidente (BURGER, 2003).

#### ○ **Efeitos na População**

O impacto do óleo sobre uma população de aves ocorre em função de dois fatores: grau (i.e. o número inicial de aves mortas) e a duração (i.e. o tempo que a população impactada leva para recuperar a condição pré-vazamento) (ZAFONTE & HAMPTON, 2005).

Para detectar efeitos na população são necessárias informações das espécies envolvidas, sua origem reprodutiva e geográfica, idade e estrutura sexual dos indivíduos que morreram. A composição etária dos indivíduos também é importante, pois algumas espécies levam muitos anos até atingir a idade reprodutiva. Se, por exemplo, a maioria das vítimas estiver na idade adulta, um efeito pode ser detectado no próximo período reprodutivo, enquanto que se a maioria for imatura, os efeitos podem demorar anos para aparecer (HEUBECK *et al.*, 2003).

Uma importante questão que deve ser feita com relação aos impactos de exposição ao óleo sobre as populações de aves é se existe a possibilidade destas se tornarem extintas após serem impactadas por um acidente com vazamento de óleo. Exemplos históricos mostram que populações de aves, em geral, se recuperam a partir de grupos muito pequenos, dificultando que uma extinção da população ocorra (RYAN & SIEGFRIED, 1994 *apud* MOSBECH, 2002). Entretanto, são relatados casos de extinção de espécies de aves em algumas regiões, principalmente devido à destruição do habitat e a caça predatória (MOSBECH, 2002).

Um exemplo a ser citado é o caso das populações marginais de papagaios-do-mar na região da Bretanha, onde uma colônia destes animais sofreu grandes perdas, devido à combinação de causas naturais e poluição

por óleo, após o naufrágio do Amoco Cadiz, tendo que ser repovoada com indivíduos de outras colônias (HOPE JONES *et al.* 1978 *apud* MOSBECH, 2002). Além disso, no sul da Califórnia uma colônia de pombos Guillemot foi dizimada em 1980 principalmente devido ao grande número de vazamentos de óleo que ocorreram na região (PARKER *et al.*, 1997 *apud* MOSBECH, 2002).

Adicionalmente, é importante observar que o volume de óleo vazado não está necessariamente correlacionado com o número de aves mortas, uma vez que outros fatores podem possuir efeitos mais fortes, como, por exemplo, a densidade de aves na água no momento do acidente, o comportamento das aves afetadas, a proximidade das colônias e de outras agregações, a direção do vento, a ação das ondas, a temperatura e o tipo do óleo. Contudo, pequenos vazamentos de poucas toneladas podem matar milhares de aves se este ocorrer em uma área com grande concentração de indivíduos (BURGER, 1993). É válido destacar que no caso de um vazamento a partir da atividade em questão, mesmo para os cenários de pior caso, uma vez que não há registros de área com grande concentração de indivíduos na porção da área de estudo com probabilidade de alcance de óleo, mesmo nos cenários de pior caso.

#### ○ **Recuperação de populações**

Apesar de haver relatos, na literatura disponível, de tempos de tempos de recuperação para espécies após acidentes com vazamentos de óleo, relatos, modelagens matemáticas são, atualmente, as ferramentas mais utilizadas para a obtenção de tais estimativas, já que dificilmente são encontrados estudos a longo prazo de populações impactadas. Devido à escassez de estudos que abordem tempos de recuperação de aves disponíveis na literatura científica, os casos levantados abordarão espécies contaminadas em ambientes costeiros, onde a contaminação tende a ser mais crítica uma vez que pode atingir espécies estritamente costeiras e colônias reprodutivas. Esse não é o caso da atividade da Total, que apresenta probabilidade de dispersão do óleo restrita a áreas oceânicas.

É difícil determinar o tempo de recuperação de uma população de aves, uma vez que a reposição ou recuperação de uma população não é somente o retorno ao número de indivíduos anterior, mas também de toda a estrutura da população. A dinâmica populacional e a ecologia alimentar de aves marinhas são complexas e informações importantes para modelagens matemáticas ainda são escassas (MOSBECH, 2002).

Como as aves marinhas têm uma alta expectativa de vida, com alta sobrevivência e diferentes expectativas por classe etária, estudos de populações a longo prazo são extremamente necessários para entender e prever um tempo de recuperação.

De modo a recuperar uma população, os indivíduos podem tender a usar estratégias que agilizem esse processo, como colocar mais ovos que o habitual, reproduzir-se mais frequentemente ou inserir aves jovens nos grupos reprodutivos. Embora esses processos possam ajudar, mesmo assim a recuperação pode levar muitos anos e irá depender de outros fatores como, por exemplo, o alimento disponível. Embora seja comum que ocorra a perda de indivíduos a curto e médio prazo, existem poucos registros de que vazamentos tenham causado prejuízos a longo prazo em populações de ovos ou causado declínio permanente em uma colônia (ITOPF, 2010b).

Atualmente, o estabelecimento de um tempo de recuperação relativamente curto para as populações de aves tem sido justificado pelas boas taxas demográficas (p. ex. taxas de sobrevivência) observadas, pela baixa mortalidade aguda e pela flutuação normal no número de indivíduos dentro das populações, demonstrando a resiliência das espécies. Em contraste, longos tempos de recuperação têm sido prescritos com base em evidências de declínio das populações, na idade tardia da primeira reprodução, no baixo sucesso reprodutivo da maioria das espécies e na grande mortalidade (ZAFONTE & HAMPTON, 2005).

Monitorar a mortalidade e a recuperação através de estudos populacionais pode ser difícil, pois esses estudos inevitavelmente têm erros de medição, algumas vezes maiores do que as estimativas de mortalidade aguda. Além disso, o monitoramento não mede simultaneamente impacto e condições pré-acidente e a variabilidade ambiental pode dificultar a definição de uma condição pré-acidente estática (ZAFONTE & HAMPTON, 2005).

Em relação às espécies impactadas pelo vazamento com o Exxon Valdez, é muito importante citar o artigo de DAY *et al.* (1996), no qual estudou-se o uso de habitats afetados por óleo por 42 espécies de aves marinhas, dois anos e meio após o acidente. Os autores consideraram a população como recuperada quando já não se podia mais detectar uma relação significativa entre a abundância de espécies e o nível de óleo. Os resultados encontrados mostram que 23 (55%) das 42 espécies estudadas não mostraram impactos negativos iniciais no uso de seu habitat. Das 19 espécies que apresentaram impactos negativos, 13 (68%) mostraram evidências de recuperação dentro dos 2 anos e meio de monitoramento. Apenas 6 (seis) espécies não mostraram clara evidência de recuperação dentro do período estudado, ou seja, menos de 15% das espécies estudadas. A proporção de espécies registradas em campanhas individuais que mostraram impactos negativos diminuiu ao longo do estudo, de 54% na primeira campanha (1989) para 10% na última (1991). Ressalta-se que as espécies que não mostraram sinais de recuperação tendiam a se alimentar na zona entremarés e a ser residentes, sendo que essas características também existiram para algumas espécies que não apresentaram os impactos iniciais. Os autores, portanto, concluem que o vazamento do Exxon Valdez impactou o uso de habitat para quase metade das espécies estudadas, sugerindo efeitos iniciais na adequação de habitat por essas espécies. Entretanto, para a maioria das espécies afetadas, os impactos persistiram por menos de 2 anos e meio. Essa taxa de recuperação no uso de habitat, paralelamente à rápida recuperação da abundância das espécies (geralmente menor que dois anos) também foi documentada para outras comunidades afetadas pelo óleo (invertebrados da região entremarés, peixes e aves) que foram estudados no Alasca e em outros locais.

Outro exemplo no qual foi observada recuperação após um vazamento de óleo de grandes proporções é o da águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*), espécie residente e abundante na região costeira da área atingida pelo óleo oriundo do vazamento do Exxon Valdez, onde um total de 151 carcaças foi recuperado da área atingida, sendo importante considerar que a região fornece habitat permanente e sazonal para cerca de 6000 águias. Foi estimado que, dentro da baía, 250 aves morreram como resultado do vazamento. Adicionalmente à mortalidade direta, a produtividade foi reduzida nas áreas impactadas. Entretanto, observou-se um retorno da taxa reprodutiva aos valores de pré-vazamento entre 1990 e 1991. Da mesma forma, vistoria aérea realizada em 1995 indicou que a população tinha retornado ou até excedido os valores pré-vazamento dentro da baía. Em setembro de 1996, o *Trustee Council* classificou a águia americana como recuperada dos efeitos do vazamento de óleo do Exxon Valdez (EVOSTC, 2010). Portanto, essa espécie se recuperou e pode até ter excedido o número inicial de indivíduos seis anos após o vazamento.

KINGSTON (2002) reporta que estudos com airos (*Uria aalge*), cujos sítios reprodutivos foram atingidos pelo vazamento de óleo, demonstraram que o número de indivíduos encontrado foi geralmente similar às estimativas históricas do final dos anos 70, evidenciando a questão da flutuação natural das populações e a boa capacidade de recuperação de espécies de aves. A recuperação rápida dos sítios reprodutivos de airos no Alaska sugere que o número de animais mortos deve ser menor que a estimativa inicial ou que pares reprodutores foram repostos por aves jovens que vieram do oceano (BOERSMA *et al.*, 1995 *apud* KINGSTON, 2002).

Conforme dito anteriormente, o uso da modelagem matemática tem sido importante na antecipação dos impactos populacionais causados por vazamentos de óleo através de modelos de simulação. Normalmente, as estimativas feitas indicam tempos de recuperação muito grandes. Vale ressaltar, porém, que esses modelos não levam em consideração o crescimento populacional devido à diminuição da competição em uma população impactada (ou seja, em que indivíduos foram mortos), superestimando, possivelmente, o tempo de recuperação (MOSBECH, 2002).

Vale ressaltar que, para o presente empreendimento, não existe risco das aves existentes terem seus habitats impactados, uma vez que a região com probabilidade de alcance do óleo encontra-se distante da costa, mesmo no cenário de pior caso, e não existem ilhas oceânicas que possam servir de local de concentração e nidificação destes animais.

A seguir são apresentados estudos em que foram estimados tempos de recuperação para populações de aves após vazamento de óleo.

### **C1. Estudos de caso**

Assim como feito anteriormente para outros grupos biológicos, a maior parte dos estudos de caso encontrados na bibliografia científica aborda os efeitos do impacto do óleo e o tempo de recuperação de animais contaminados em ambientes costeiros. Sabe-se, portanto, que aves costeiras que costumam se alimentar em ambientes rasos apresentam um quadro de contaminação crônica já que a comunidade bentônica que constitui a base de sua dieta alimentar pode armazenar as substâncias tóxicas por muitos anos (PETERSON *et al.*, 2003). Ainda assim, considerando a ausência de estudos com espécies oceânicas, esses casos foram considerados e seus tempos de recuperação foram adotados, de forma conservadora, para a presente análise, mesmo que não exista previsão de toque de óleo na costa ou próxima a ela.

Conforme dito anteriormente, um dos impactos mais visíveis de acidentes com vazamentos de óleo é o sobre a avifauna. Muitos estudos reportam tais impactos, porém poucos falam de tempo de recuperação. A seguir serão citados alguns desses trabalhos, evidenciando aqueles que citam tempo de recuperação.

Após o acidente com o navio-tanque Exxon Valdez, em 1989, vários estudos sobre tempo de recuperação e impactos sobre aves foram realizados, uma vez que um dos mais conspícuos efeitos desse acidente foi a morte de um grande número de aves. Dentre esses, pode-se citar o realizado por GERTLER (1992), no qual ele indica que aproximadamente 36.000 aves mortas foram coletadas da área atingida. Segundo o autor, porém, esse valor representaria somente uma pequena porção da mortalidade total de aves, cujas estimativas indicariam, na realidade, entre 260.000 a 580.000, ou mais precisamente entre 350.000 e 390.000 indivíduos

mortos durante e imediatamente após o vazamento. Monitoramentos de colônias de aves marinhas foram iniciados em 1989 e continuaram até 1991 buscando determinar se houve diminuição do número de indivíduos em comparação com os valores encontrados antes do vazamento ou com o número de animais em colônias que não foram atingidas. O airo (*Uria aalge*) foi a espécie mais severamente impactada, com 60 a 70% de mortalidade de aves adultas em fase reprodutiva nas colônias impactadas e completa falha na reprodução nos anos de 1989 e 1990. Essa mortalidade já era esperada uma vez que airos adultos se agruparam em antecipação ao período reprodutivo no mesmo momento em que as áreas foram atingidas pelo óleo. A diminuição da densidade de aves em fase reprodutiva, o atraso no início da reprodução e o rompimento da sincronia da reprodução nas colônias afetadas causaram essa completa falha reprodutiva. As colônias de airo não atingidas pelo óleo não apresentaram impacto e tiveram reprodução normal.

GERTLER (1992) também cita, em seu trabalho, um estudo focado em espécies que utilizam as áreas entremarés e zonas rasas do infralitoral, áreas muito contaminadas pelo óleo. Todas as espécies que vivem nesses ambientes se alimentam de invertebrados como mexilhões e continuam a ficar expostas ao petróleo remanescente através da sua alimentação. Os arlequins (*Histrionicus histrionicus*), que fazem parte desse grupo, foram as aves mais impactadas pelo vazamento, com cerca de 33% de indivíduos coletados no inverno de 1989-1990 apresentando más condições corporais e cerca de 40% com os tecidos contaminados. Resultados preliminares indicam que o arlequin pode ter sido impactado nas suas áreas reprodutivas.

ESLER *et al.* (2002) também estudando os impactos do acidente do Exxon Valdez sobre a população de arlequins (*Histrionicus histrionicus*) entre 1995 e 1998, apresentaram estudos de recuperação. Foram avaliadas as eventuais limitações como a exposição ao óleo residual, a redução da disponibilidade de comida, limitações demográficas intrínsecas e taxas de crescimento populacional. Concluiu-se que as populações ainda não tinham se recuperado totalmente em 1998 (nove anos após o acidente). Além disso, os efeitos adversos continuam a ser registrados, em contraste com o paradigma convencional de que os efeitos do óleo em populações de aves têm vida curta. As características da história de vida dos arlequins fazem com que a espécie seja particularmente sensível, uma vez que eles se alimentam de organismos bentônicos nas zonas entremarés, passando a maior parte do ano próximos à costa, podendo ser impactados tanto a curto como a longo prazo.

É importante citar, também, o estudo realizado por BARCELLOS & SILVA (2003) com as aves impactadas após o vazamento de óleo que ocorreu na Baía de Guanabara em 2000, onde o biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) foi a espécie mais afetada devido ao seu comportamento de mergulho. Estudos anteriores sobre a abundância e a distribuição dessas populações na região, no entanto, não permitiu determinar o grau de impacto na população local.

## C2. Conclusão

Considerando o exposto anteriormente, pode-se dizer que a variação natural e a enorme gama de fatores que influenciam as estatísticas populacionais de aves tornam difícil avaliar o impacto e a recuperação deste grupo a um evento único, como o vazamento accidental de óleo. Entretanto, existem poucas evidências concretas de que as aves sofrem efeitos a longo prazo decorrentes de eventos deste tipo.



Experimentos com vazamentos indicaram uma considerável resiliência de aves marinhas a um único evento catastrófico, sendo improvável que um vazamento de óleo possa aniquilar uma população sem a influência de outros fatores (como a caça e a captura em redes de pesca), especialmente no caso da atividade em questão, em que não existe probabilidade de presença de óleo na região costeira ou próximo a ela.

É importante considerar que a maior parte dos estudos citados se refere a poucas espécies e casos extremos de um único acidente. Além disso, ressalta-se que as espécies que utilizam os ecossistemas para reprodução ou como habitat já estão apropriadamente resguardadas dentro desses, uma vez que esses componentes (manguezais, estuários e recifes) já possuem tempo de recuperação acima de 10 anos.

Embora a literatura científica apresente alguns estudos sobre recuperação de populações de aves após eventos de vazamento de óleo, a ausência de estudos prévios na região de estudo dificulta qualquer predição sobre o tempo de recuperação das populações de aves numa determinada região. Além disso, os casos estudados se limitam ao ambiente costeiro onde a contaminação tende a ser mais grave, já que nesses locais existe uma agregação muito maior de aves formadoras de colônias reprodutivas, somada à presença de espécies que se alimentam de espécies bioacumuladoras, como mexilhões e outros invertebrados marinhos, presentes na zona de infralitoral e entremarés, áreas normalmente muito contaminadas em eventos em que o óleo chega à costa.

Levando-se em consideração, portanto, estudos com espécies características de locais temperados e em áreas onde houve contaminação costeira, adaptando-se à realidade local, considerou-se, conservadoramente, para fins desta análise, que o tempo de recuperação para a avifauna na região está entre 3 e 10 anos.

### • Considerações Finais

O impacto de um vazamento de óleo na vida marinha depende, em sua maioria, das características químicas e físicas do óleo derramado e da maneira como ele se altera com o tempo, em um processo conhecido como intemperismo. Alguns importantes processos físicos que atuam no óleo são a evaporação, a dispersão natural e, em menor grau, a dissolução e a sedimentação. O tempo predominante e as correntes marinhas também irão determinar o movimento do óleo vazado, sendo a gravidade específica, a viscosidade, a composição química e a toxicidade do poluente as principais propriedades que determinarão o provável impacto do óleo nos organismos marinhos (ITOPF, 2004).

A **Tabela II.9.4.2.9** apresenta um resumo das informações apresentadas no item 4.2, mostrando em que classes de tempo de recuperação os CVAs identificados foram dispostos e qual o valor foi utilizado para o cálculo da tolerabilidade.

**TABELA II.9.4.2.9 – Tempo de recuperação dos componentes ambientais ao óleo.**

Componentes	Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo da Tolerabilidade	Classificação quando à distribuição
Recifes de corais	>10 anos	30 anos	Fixo
Recursos pesqueiros costeiros	1-3 anos	3 anos*	Difuso
Recursos pesqueiros oceânicos	1-3 anos	3 anos*	Difuso

Componentes	Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo da Tolerabilidade	Classificação quando à distribuição
Tartarugas marinhas	3-10 anos	10 anos*	Difuso
Cetáceos	3-10 anos	10 anos*	Difuso
Avifauna marinha oceânica	3-10 anos	10 anos*	Difuso

\*Valor utilizado seguindo orientações da CGPEG/DILIC/IBAMA recebida em pareceres técnicos para outras atividades, na qual se deve usar o limite superior da Classe de Tempo de Recuperação para efeito do cálculo da tolerabilidade, visando ao conservadorismo.

As características diferenciadas de cada incidente encontradas nas bibliografias consultadas, associadas a enorme dificuldade de se estabelecer apropriadamente tempos de recuperação para ambientes onde não existem estudos que corroborem tais números, faz com que seja preciso criar categorias onde ocorre a maior parte dos valores para cada componente. É válido ressaltar que, mesmo que categorias sejam estabelecidas, são usados valores específicos para o cálculo do risco ambiental e conforme citado acima, tais valores foram, em sua maioria, selecionados como o valor máximo da classe na qual o componente se encontra, seguindo a orientação da CGPEG em pareceres técnicos para estudos de Análise de Riscos Ambientais desenvolvidos para outras atividades. São exceções aqueles CVAs que se inserem na categoria “<10 anos”, para as quais o valor de tempo de recuperação foi estabelecido usando-se as referências bibliográficas consultadas e considerando-se as características da região que pode vir a ser impactada.

Além disso, é importante considerar que, na maioria dos casos, a recuperação ambiental em ambientes marinhos é relativamente veloz e, excetuando-se recifes de corais, que podem levar décadas, espera-se que seja concluída em 2 a 10 anos (KINGSTON, 2002). Além disso, se uma área é suprimida de sua fauna e flora, a fauna pode se recuperar através do recrutamento de populações próximas (KINGSTON, 2002). No caso do estudo em questão, essa situação é bem provável para a maioria das espécies, pois os animais presentes na região não estão restritos apenas à área atingida pelo óleo, com suas populações podendo ser estabelecidas através da migração de indivíduos de populações adjacentes e que estão em ambiente não impactado.

Por fim, entende-se a importância da existência de espécies ameaçadas de extinção e áreas de concentração reprodutivas na área de estudo, inclusive com essa informação sendo considerada para se estabelecer os Componentes de Valor Ambiental. Entretanto, a existência de algumas espécies ameaçadas dentro da comunidade (valor não significativo), por si só, não aumenta o tempo de recuperação da comunidade como um todo, até porque o tempo de recuperação estabelecido nesse estudo é uma estimativa entre o pior e o melhor caso.

Considerando que a atividade em questão ocorre há no mínimo 70 km da costa, onde não há probabilidade de toque de óleo, e o tempo mínimo de chegada de óleo na região dos Parques Estaduais Marinhos do Parcel de Manuel Luís e Banco do Álvaro (onde estão localizados os recifes de corais) foi de aproximadamente nove dias, pode-se considerar que o tempo de recuperação estabelecido é apropriado para os componentes que poderão vir a ser impactados.

### II.9.4.3. Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Considerando os resultados da modelagem de óleo e os componentes e subcomponentes ambientais (CVAs) identificados, calculou-se a probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por óleo.

Para cada CVA mapeado foram extraídos os resultados (probabilidade de presença de óleo) do cruzamento da área de concentração/ocorrência do CVA com as probabilidades de chegada de óleo, para os seis cenários avaliados, a fim de que a probabilidade individual de cada CVA, em cada um dos cenários, fosse inferida.

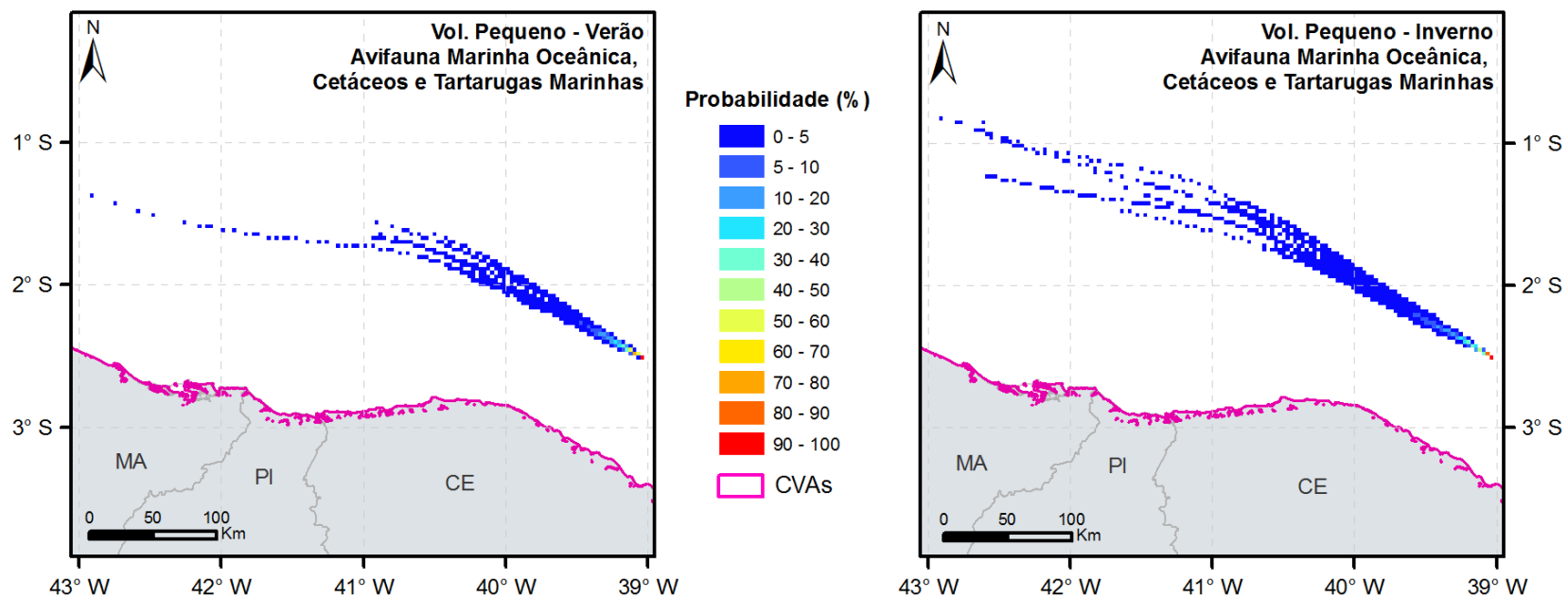
Conforme apresentado no item Metodologia, o cálculo da probabilidade de um dado CVA de distribuição dispersa (Recursos Pesqueiros Costeiros e Oceânicos, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos – Cetáceos e Avifauna Marinha Oceânica) ser atingido considera a média ponderada das probabilidades de toque em relação à área de ocorrência potencial atingida. No caso do CVA considerado sem mobilidade/costeiro (Recifes de Corais), utilizou-se a maior probabilidade de toque encontrada, conforme orientação da CGPEG/DILIC/IBAMA.

Nos itens a seguir, serão apresentadas as probabilidades de presença de óleo para cada CVA, em determinada faixa de volume (8 m<sup>3</sup> – pequeno, 200 m<sup>3</sup> – médio, e pior caso, que é de 13.307 m<sup>3</sup>, e cenários sazonais (verão e inverno).

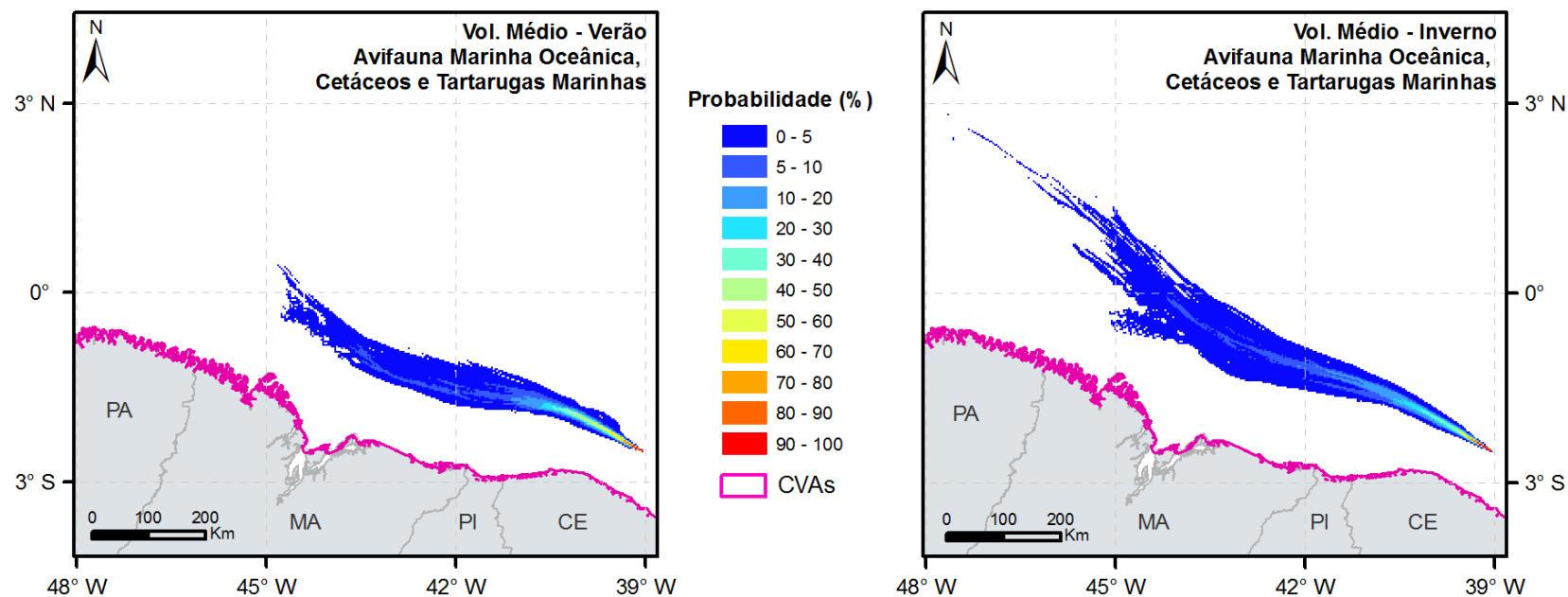
Os CVAs Cetáceos, Tartarugas Marinhas e Avifauna Marinha Oceânica possuem mesma área de ocorrência e, por isso, serão apresentados juntos.

- **CVAs – Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas**

Os resultados referentes aos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas para os seis cenários, são apresentados juntos, devido à área de ocorrência igual, da **Figura II.9.4.3.1** a **Figura II.9.4.3.3**, e na **Tabela II.9.4.3.1**.

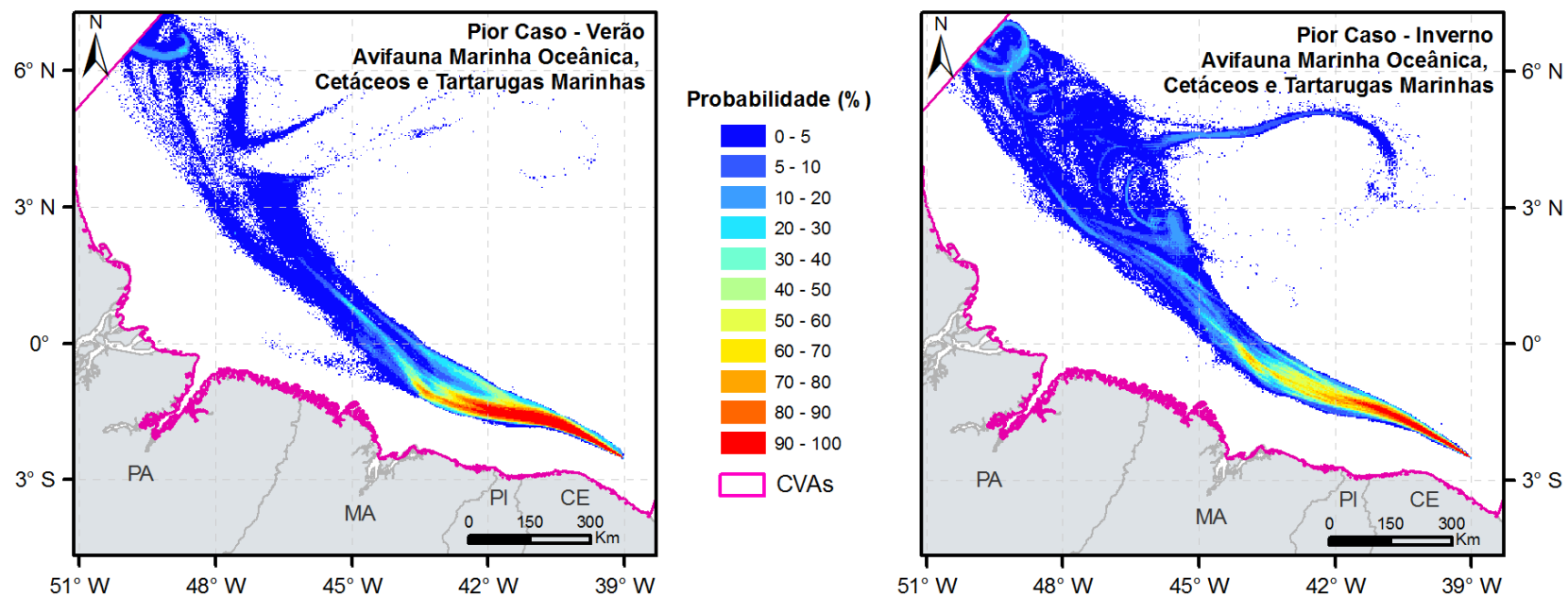


**FIGURA II.9.4.3.1 – Probabilidade de presença de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos; Tartarugas Marinhas, nos cenários 1 e 2.**



**FIGURA II.9.4.3.2 – Probabilidade de presença de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos; Tartarugas Marinhas, nos cenários 3 e 4.**





**FIGURA II.9.4.3.3 – Probabilidade de presença de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos; Tartarugas Marinhas, nos cenários 5 e 6.**

**TABELA II.9.4.3.1 – Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos; Tartarugas Marinhas em cada cenário.**

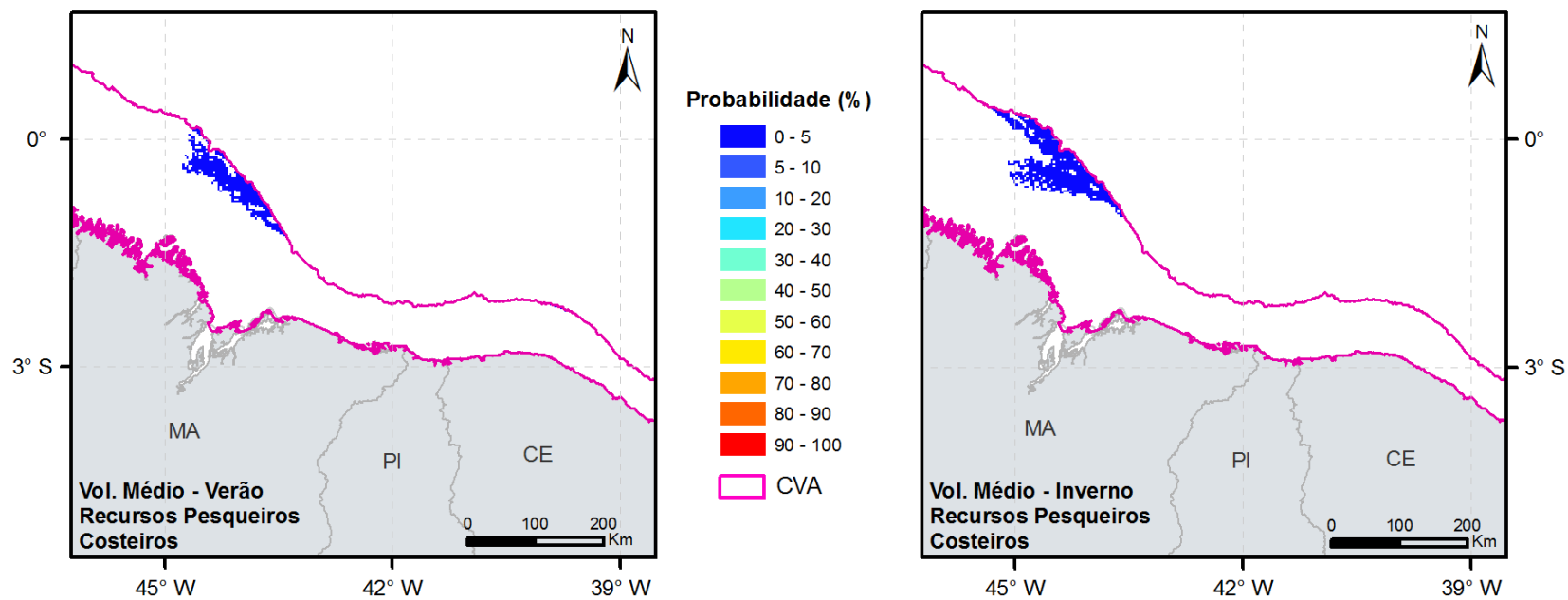
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	2,45	1,0
2	Inverno	8	2,00	1,0
3	Verão	200	4,91	1,0
4	Inverno	200	3,51	1,0
5	Verão	13.307	12,14	6,0
6	Inverno	13.307	9,62	6,0

A probabilidade de presença de óleo, ponderada pela área, nos CVAs, tende a ser maior nos cenários de verão em relação aos cenários de inverno de mesmo volume, devido à menor área com possibilidade de ser atingida. As probabilidades ponderadas nos cenários de volume pequeno (8 m<sup>3</sup>) e médio (200 m<sup>3</sup>) são inferiores a 5%, enquanto o maior valor é observado no cenário 5 (pior caso – 13.307 m<sup>3</sup>, verão), com aproximadamente 12%.

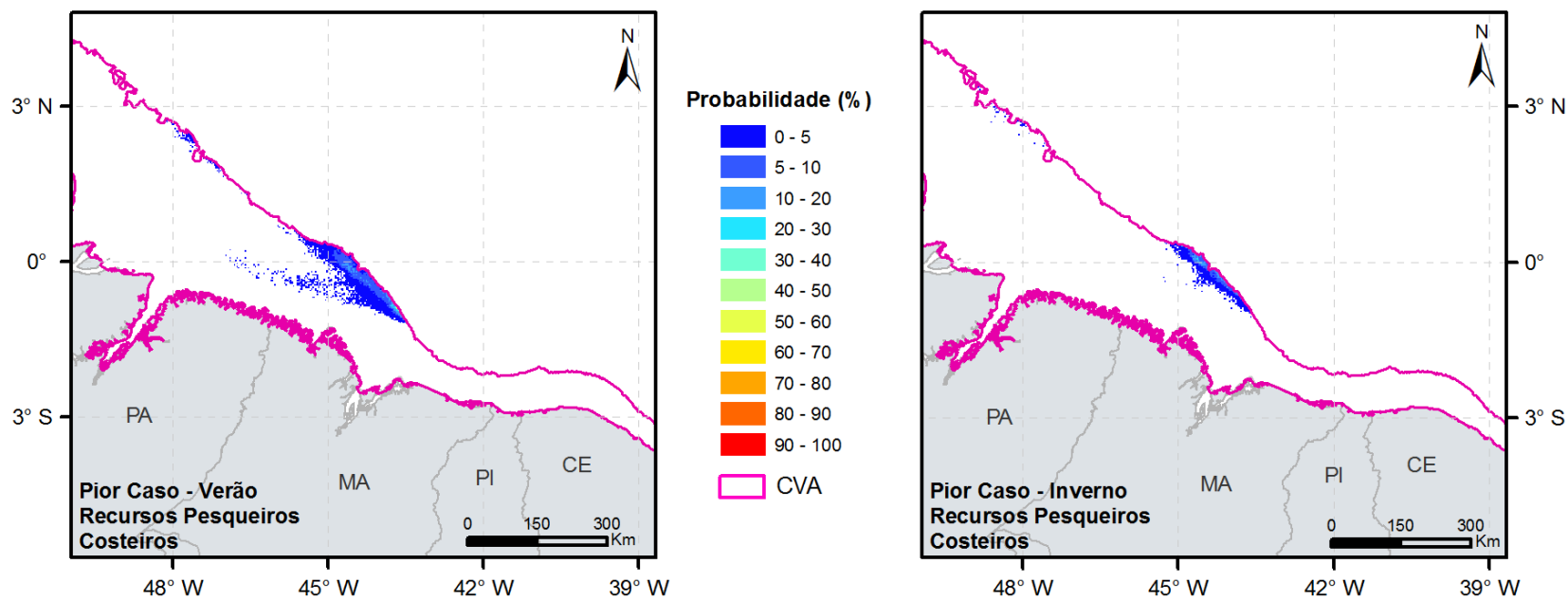
O tempo mínimo de chegada de óleo aos CVAs foi o mesmo em todos os cenários com vazamento na superfície, de 1 hora. Nos vazamentos de fundo o tempo mínimo de chegada foi de 6 horas.

- **CVA - Recursos Pesqueiros Costeiros**

Os resultados referentes ao CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros, para os seis cenários, são apresentados na **Figura II.9.4.3.4** e na **Figura II.9.4.3.5**, e na **Tabela II.9.4.3.2**.



**FIGURA II.9.4.3.4 – Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros, nos cenários 3 e 4.**



**FIGURA II.9.4.3.5 – Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros, nos cenários 5 e 6.**

**TABELA II.9.4.3.2 – Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros.**

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	-	-
2	Inverno	8	-	-
3	Verão	200	0,61	14,0
4	Inverno	200	0,62	22,0
5	Verão	13.307	3,55	132,0
6	Inverno	13.307	4,06	103,0

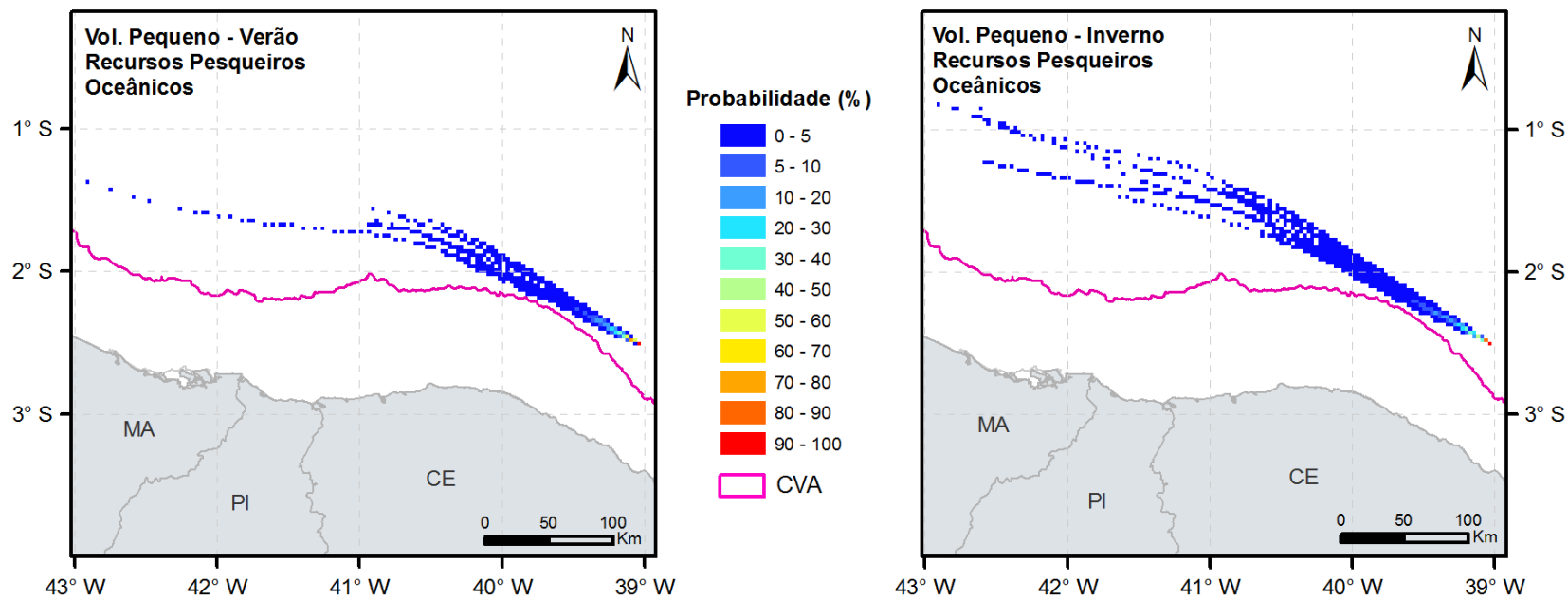
Nos cenários de volume pequeno (8 m<sup>3</sup>), não houve probabilidade de chegada de óleo na região do CVA. Nos cenários de volume médio (200 m<sup>3</sup>), a área com probabilidade se restringe à plataforma continental à frente do estado do Maranhão, e nos cenários de pior caso essa área se estende até o estado do Pará. A maior probabilidade ponderada pela área no CVA é observada no cenário 6 (pior caso - verão), com 4,06%.

O tempo mínimo de chegada de óleo no CVA variou entre 14 e 22 horas nos cenários com vazamentos na superfície e entre 103 e 132 horas para os vazamentos de fundo.

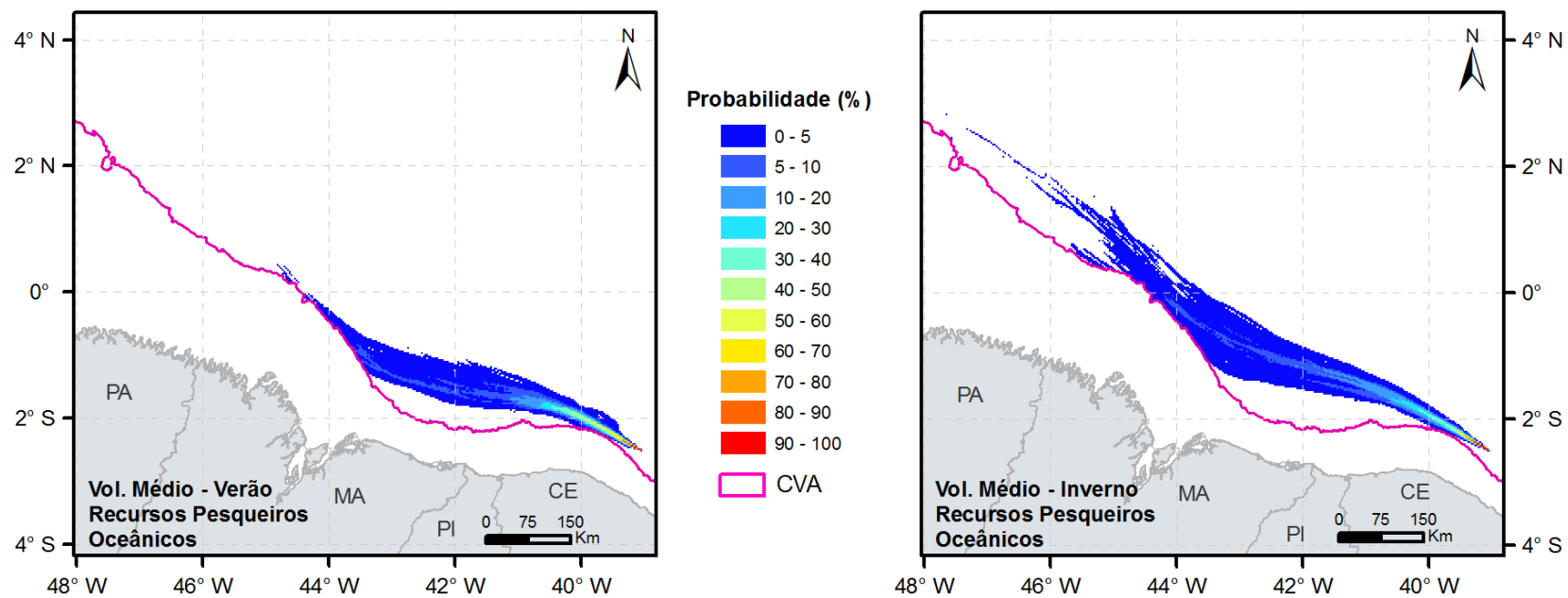
- **CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos**

Os resultados referentes ao CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos, para os seis cenários, são apresentados da **Figura II.9.4.3.6** à **Figura II.9.4.3.8**, e na **Tabela II.9.4.3.3**.

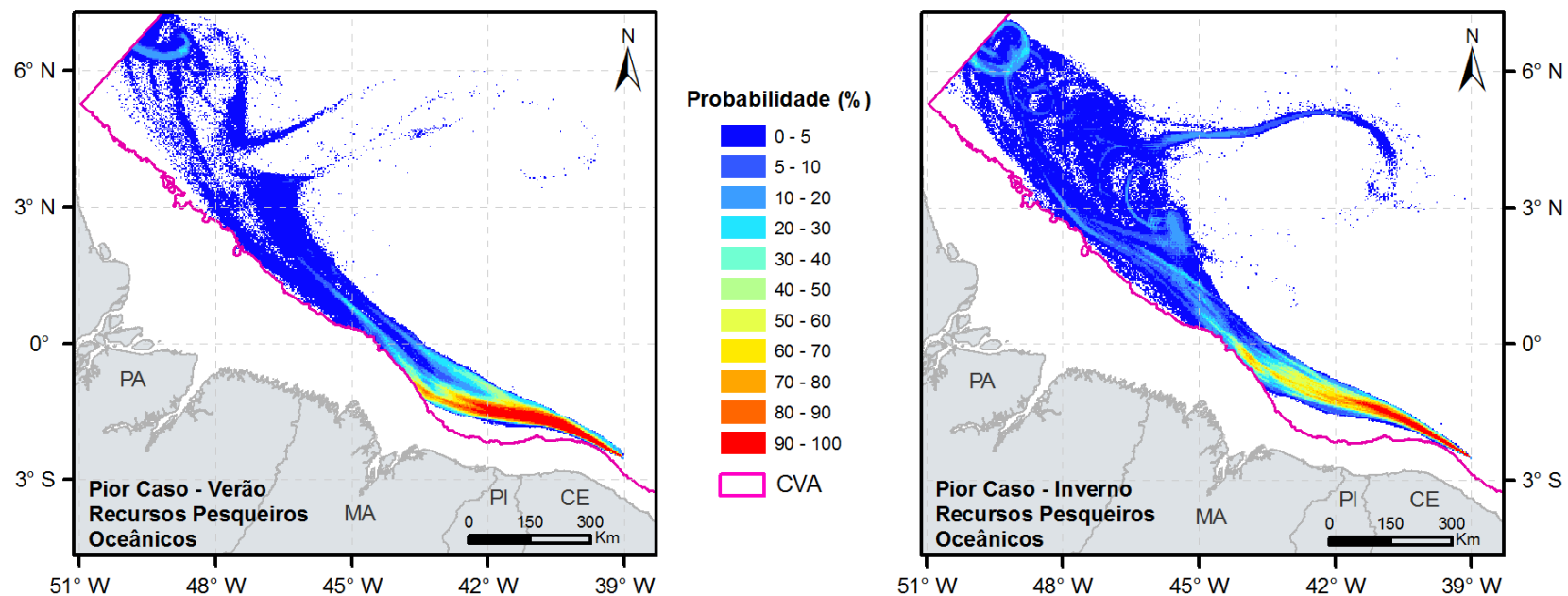




**FIGURA II.9.4.3.6 – Probabilidade de presença de óleo no CVA –Recursos Pesqueiros Oceânicos, nos cenários 1 e 2.**



**FIGURA II.9.4.3.7 – Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos, nos cenários 3 e 4.**



**FIGURA II.9.4.3.8 – Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos, nos cenários 5 e 6.**

**TABELA II.9.4.3.3 – Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos.**

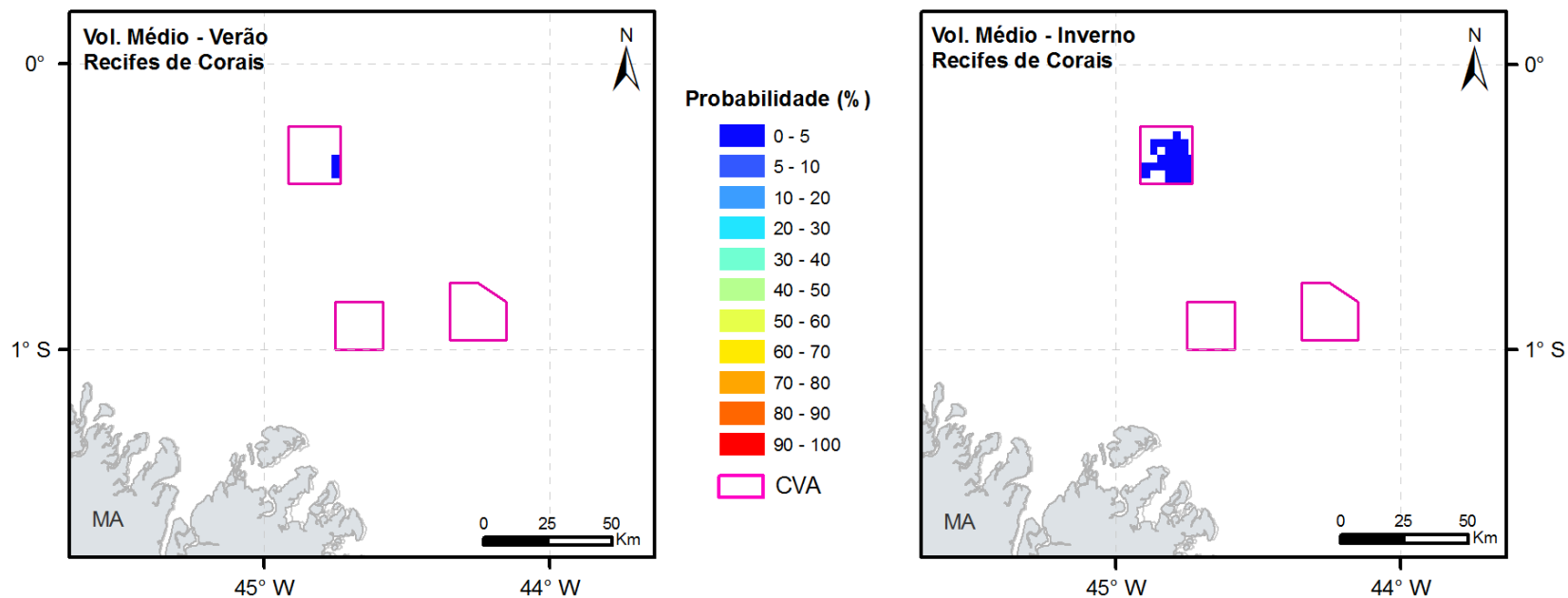
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	2,45	1,0
2	Inverno	8	2,00	1,0
3	Verão	200	5,61	1,0
4	Inverno	200	3,97	1,0
5	Verão	13.307	12,84	6,0
6	Inverno	13.307	9,76	6,0

Nos cenários de volume pequeno (8 m<sup>3</sup>) e médio (200 m<sup>3</sup>), as probabilidades ponderadas são inferiores a 6%. A maior probabilidade foi calculada para o cenário 5 (piores caso-13.307, verão), sendo de 12,84%.

O tempo mínimo de chegada de óleo ao CVA foi o mesmo em todos os cenários com vazamento na superfície, de 1 hora. Nos vazamentos de fundo o tempo mínimo de chegada foi de 6 horas.

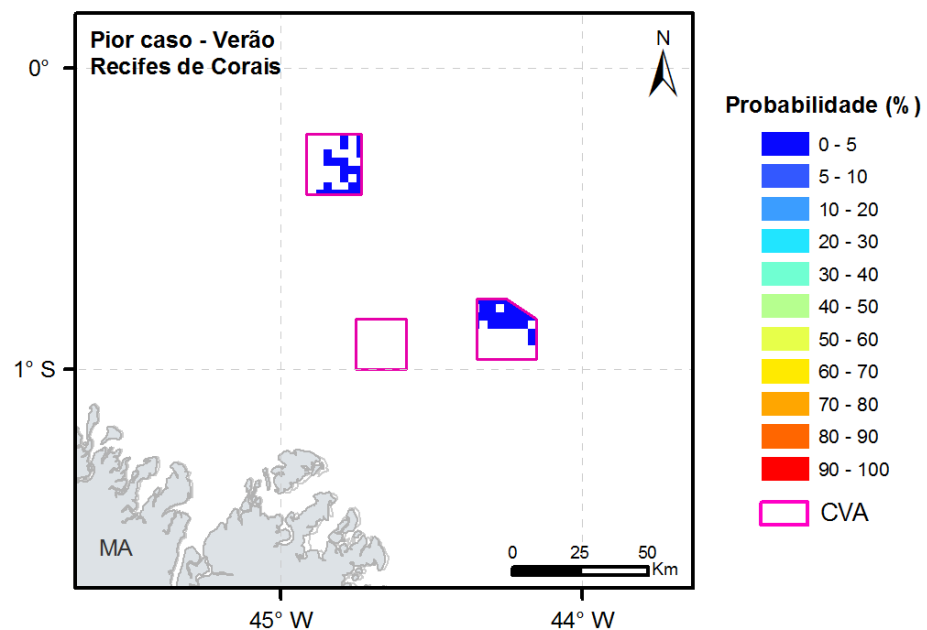
- **CVA – Recifes de Corais**

Os resultados referentes ao CVA –Recifes de Corais, para os cenários em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.9.4.3.9** e **Figura II.9.4.3.10** e na **Tabela II.9.4.3.4**.



**FIGURA II.9.4.3.9 – Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recifes de Corais, nos cenários 3 e 4.**





**FIGURA II.9.4.3.10 – Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recifes de Corais, no cenário 5.**

**TABELA II.9.4.3.4 – Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recifes de Corais.**

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	-	-
2	Inverno	8	-	-
3	Verão	200	0,33	186,0
4	Inverno	200	0,67	156,0
5	Verão	13.307	1,34	224,0
6	Inverno	13.307	-	-

Não há probabilidade de chegada de óleo no CVA nos vazamentos de volume pequeno (8 m<sup>3</sup>). Nos vazamentos de volume médio (200 m<sup>3</sup>), as probabilidades máximas são baixas em ambos os cenários sazonais (<1%). No vazamentos de pior caso apenas no período de verão foi observada probabilidade no CVA, de 1,34%

O tempo mínimo de chegada de óleo no CVA é de 156 horas (6,5 dias) no cenário 4 (200 m<sup>3</sup>, inverno).

## II.9.5. CÁLCULOS DOS RISCOS AMBIENTAIS

Com base no somatório das frequências de ocorrência dos cenários acidentais de contaminação ambiental (obtidas através das árvores de falhas e árvores de eventos desenvolvidas para os cenários identificados nas APRs) e nas probabilidades de alcance de óleo em cada CVA, foram calculados, através da fórmula abaixo, os Riscos Ambientais inerentes a cada CVA, em cada faixa de volume e cenário sazonal, conforme descrito no item Metodologia.

$$RA(x) = F_{total-y} \times Prob(x)$$

O resultado do somatório das frequências encontradas, considerando o volume de óleo vazado, é apresentado na **Tabela II.9.5.1**, a seguir. Destaca-se que, tais valores tiveram origem na **Tabela II.9.3.21** (Frequência dos cenários acidentais), item 3.5, mais especificamente na coluna “Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano<sup>-1</sup>)”.

**TABELA II.9.5.1 - Somatório das frequências de ocorrência dos cenários acidentais para cada faixa de volume.**

Faixa de Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	≤ 8	> 8 e ≤ 200	> 200 e ≤ 13.307
Somatório da Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	7,12E-04	2,38E-04	6,23E-03

Vale mencionar aqui que as diferenças obtidas nas ordens de grandeza entre os somatórios das frequências obtidas para os pequenos ( $V_{\text{óleo}} \leq 8 \text{ m}^3$ ) /médios ( $8 \text{ m}^3 < V_{\text{óleo}} \leq 200 \text{ m}^3$ ) e grandes ( $V_{\text{óleo}} > 200 \text{ m}^3$ )

vazamentos de óleo devem-se ao fato de grande parte dos pequenos e médios vazamentos ficarem contidos dentro da unidade de perfuração, ou seja, sem que haja liberação de óleo para o mar. Desta forma, nem todos os cenários envolvendo pequenos e médios vazamentos de óleo identificados no **item II.9.3 – Identificação dos Cenários Acidentais** são contabilizados no somatório das frequências para o cálculo do Risco Ambiental (**Tabela II.9.5.1**), mas somente aqueles em que há possibilidade de ocorrer vazamento de óleo para o mar.

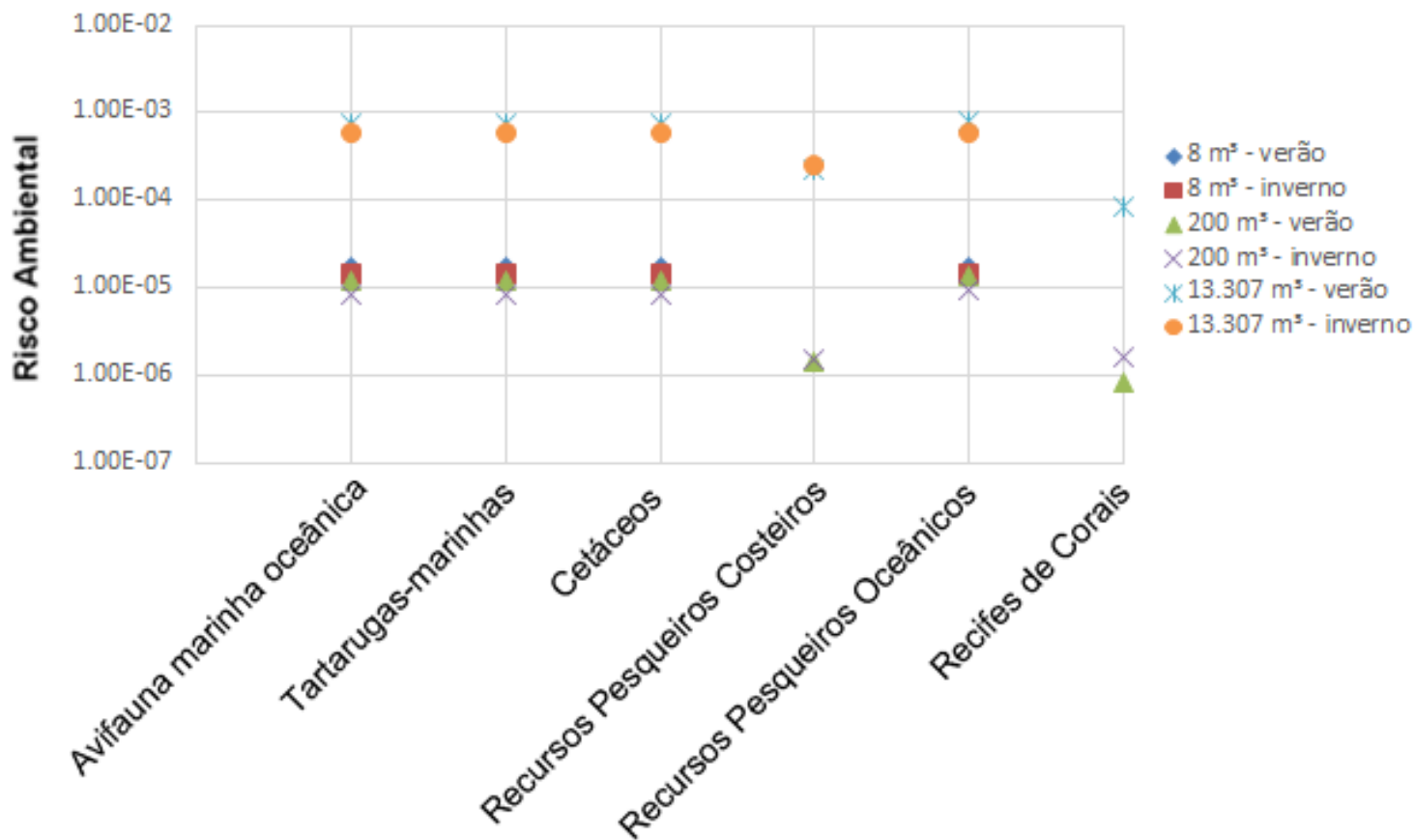
Já com relação aos grandes vazamentos de óleo, onde não há contenção secundária capaz de conter estes grandes vazamentos dentro da unidade, todos eles foram considerados no somatório das frequências apresentado na **Tabela II.9.5.1**. Porém, vale mencionar ainda que o valor obtido para o somatório das frequências associadas aos grandes vazamentos de óleo é conservador por considerar liberações de diferentes magnitudes, incluindo todos os vazamentos entre 200 m<sup>3</sup> e 13.307m<sup>3</sup>.

As probabilidades de presença de óleo encontradas por CVA em cada faixa de volume e cenário sazonal, e os valores de **Risco Ambiental** associados são apresentados na **Tabela II.9.5.2**, a seguir. Para uma melhor visualização dos resultados, na **Figura II.9.5.1** é apresentado um gráfico do Risco Ambiental por cenário de vazamento para todos os CVAs/SVAs.

**TABELA II.9.5.2 – Probabilidade de presença de óleo e Risco Ambiental por Componente de Valor Ambiental (CVA), Cenário Sazonal, Volume Vazado.**

Cenário		1	2	3	4	5	6
Cenário Sazonal		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Volume Vazado (m3)		8	8	200	200	13,307	13,307
Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais		7,12E-04	7,12E-04	2,38E-04	2,38E-04	6,23E-03	6,23E-03
Probabilidade (%)	Avifauna marinha oceânica	2,45	2,00	4,91	3,51	12,14	9,62
	Tartarugas-marinhas	2,45	2,00	4,91	3,51	12,14	9,62
	Cetáceos	2,45	2,00	4,91	3,51	12,14	9,62
	Recursos Pesqueiros Costeiros	-	-	0,61	0,62	3,55	4,06
	Recursos Pesqueiros Oceânicos	2,45	2,00	5,61	3,97	12,84	9,76
	Recifes de Corais	-	-	0,33	0,67	1,34	-
Risco Ambiental	Avifauna marinha oceânica	1,75E-05	1,42E-05	1,17E-05	8,37E-06	7,56E-04	5,99E-04
	Tartarugas-marinhas	1,75E-05	1,42E-05	1,17E-05	8,37E-06	7,56E-04	5,99E-04
	Cetáceos	1,75E-05	1,42E-05	1,17E-05	8,37E-06	7,56E-04	5,99E-04
	Recursos Pesqueiros Costeiros	NA	NA	1,46E-06	1,48E-06	2,21E-04	2,53E-04
	Recursos Pesqueiros Oceânicos	1,74E-05	1,42E-05	1,34E-05	9,45E-06	7,99E-04	6,07E-04
	Recifes de Corais	NA	NA	7,97E-07	1,59E-06	8,33E-05	NA

\*NA – Não aplicável devido à ausência de probabilidades.



Componente de Valor Ambiental

FIGURA II.9.5.1 – Risco Ambiental de todos os Componentes de Valor Ambiental para cada cenário de vazamento.

O CVA sem mobilidade/costeiro (Recifes de Corais) só apresentou probabilidade de chegada de óleo nos cenários de médios vazamentos e no de pior caso no cenário de verão. Para os CVAs de distribuição difusa, os maiores valores, no geral, foram para os cenários de pior caso. A maior probabilidade foi de 12,84% no CVA Recursos Pesqueiros no cenário 5 (pior caso – 13.307 m<sup>3</sup>, verão).

Os maiores **Riscos Ambientais** foram observados nos cenários de pior caso devido à maior frequência de Risco Operacional e maiores probabilidades de presença de óleo. De forma geral, para os CVAs difusos, os riscos ambientais em ambos os cenários sazonais de pior caso foram praticamente os mesmos, enquanto no CVA sem mobilidade o máximo foi no cenário de inverno, já que não houve probabilidade no cenário de verão. No CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos, no qual é observado o maior de todos os Riscos, de  $7,99 \times 10^{-4}$  o máximo é observado no cenário de verão. O menor Risco, de  $7,97 \times 10^{-7}$  é observado no CVA Recifes de Corais no cenário 3 (200 m<sup>3</sup>, verão).

## II.9.6. TOLERABILIDADE DOS RISCOS

A **Tolerabilidade** dos Riscos Ambientais foi calculada por meio da razão entre o **Tempo de Recuperação** ( $T_{rec}$ ) de cada CVA e o **Tempo de Recorrência** do dano ambiental (obtido pelo inverso do Risco Ambiental, RA, associado a cada faixa de volume vazado, em cada cenário sazonal), conforme especificado no item Metodologia. A tolerabilidade percentual é obtida por:

$$\text{Tolerabilidade\% (x)} = 100 * \frac{T_{rec}(x)}{1/RA(x)}$$

Com esse cálculo é possível estabelecer se o Tempo de Recuperação de um CVA pode ser considerado insignificante quando comparado ao Tempo de Recorrência de vazamentos de determinado volume e cenário sazonal.

Cabe ressaltar que, apesar do **Tempo de Recuperação** ser classificado em categorias estabelecidas, para o cálculo da Tolerabilidade são necessárias referências numéricas. Sendo assim, foram estabelecidos valores para cada categoria, onde para aquelas que possuem definição de extremos, como as de consequência Moderada (1-3 anos) e Considerável (3-10 anos), de forma conservativa e atendendo à determinação da CGPEG, foi utilizado o valor máximo das faixas estabelecidas conforme justificado no item II.9.4.2 deste documento - Identificação, Mapeamento e Tempo de Recuperação dos Componentes com Valor Ambiental. O resumo com as classes de Tempo de Recuperação determinadas para cada CVA, assim como os valores utilizados nos cálculos de Tolerabilidade foram apresentados na **Tabela II.9.4.2.7**. Ressalta-se que, para os dois CVAs relativos a Recursos Pesqueiros (Costeiros e Oceânicos) foram utilizados os mesmos tempos de recuperação.

Para a definição do **Tempo de Recorrência** utilizou-se o espaço de tempo entre eventos de vazamento de óleo no mar que poderiam causar danos a um determinado CVA. Ele é apresentado em anos e, conforme já mencionado, corresponde ao inverso do valor do Risco Ambiental, representando o tempo necessário para que um evento capaz de atingir o CVA ocorra.



A Tabela II.9.6.1 apresenta os **Tempos de Recorrência** de cada evento, por CVA, bem como os resultados referentes à **Tolerabilidade** percentual aos riscos, considerando os cenários de vazamento. A Figura II.9.6.1 apresenta um gráfico da Tolerabilidade de cada Componente, por cenário de vazamento.

**TABELA II.9.6.1 – Tolerabilidade percentual e Tempo de Recorrência de um evento por Componente de Valor Ambiental (CVA), Cenário Sazonal e Volume vazado.**

Cenário		1	2	3	4	5	6
Cenário Sazonal		Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Volume Vazado (m3)		8	8	200	200	13,307	13,307
Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais		7,12E-04	7,12E-04	2,38E-04	2,38E-04	6,23E-03	6,23E-03
Tolerabilidade (%)	Avifauna marinha oceânica	0,017	0,014	0,012	0,008	0,756	0,599
	Tartarugas-marinhas	0,017	0,014	0,012	0,008	0,756	0,599
	Cetáceos	0,017	0,014	0,012	0,008	0,756	0,599
	Recursos Pesqueiros Costeiros	NA	NA	0,000	0,000	0,066	0,076
	Recursos Pesqueiros Oceânicos	0,005	0,004	0,004	0,003	0,240	0,182
	Recifes de Corais	NA	NA	0,002	0,005	0,250	NA
Tempo de Recorrência (anos)	Avifauna marinha oceânica	57280,4	70310,4	85419,9	119424,9	1323,3	1669,7
	Tartarugas-marinhas	57280,4	70310,4	85419,9	119424,9	1323,3	1669,7
	Cetáceos	57280,4	70310,4	85419,9	119424,9	1323,3	1669,7
	Recursos Pesqueiros Costeiros	NA	NA	685795,0	677340,8	4526,8	3954,0
	Recursos Pesqueiros Oceânicos	57324,2	70341,5	74797,6	105792,1	1251,3	1646,1
	Recifes de Corais	NA	NA	1254924,8	629561,2	12008,0	NA

\*NA – Não aplicável devido à ausência de probabilidades.

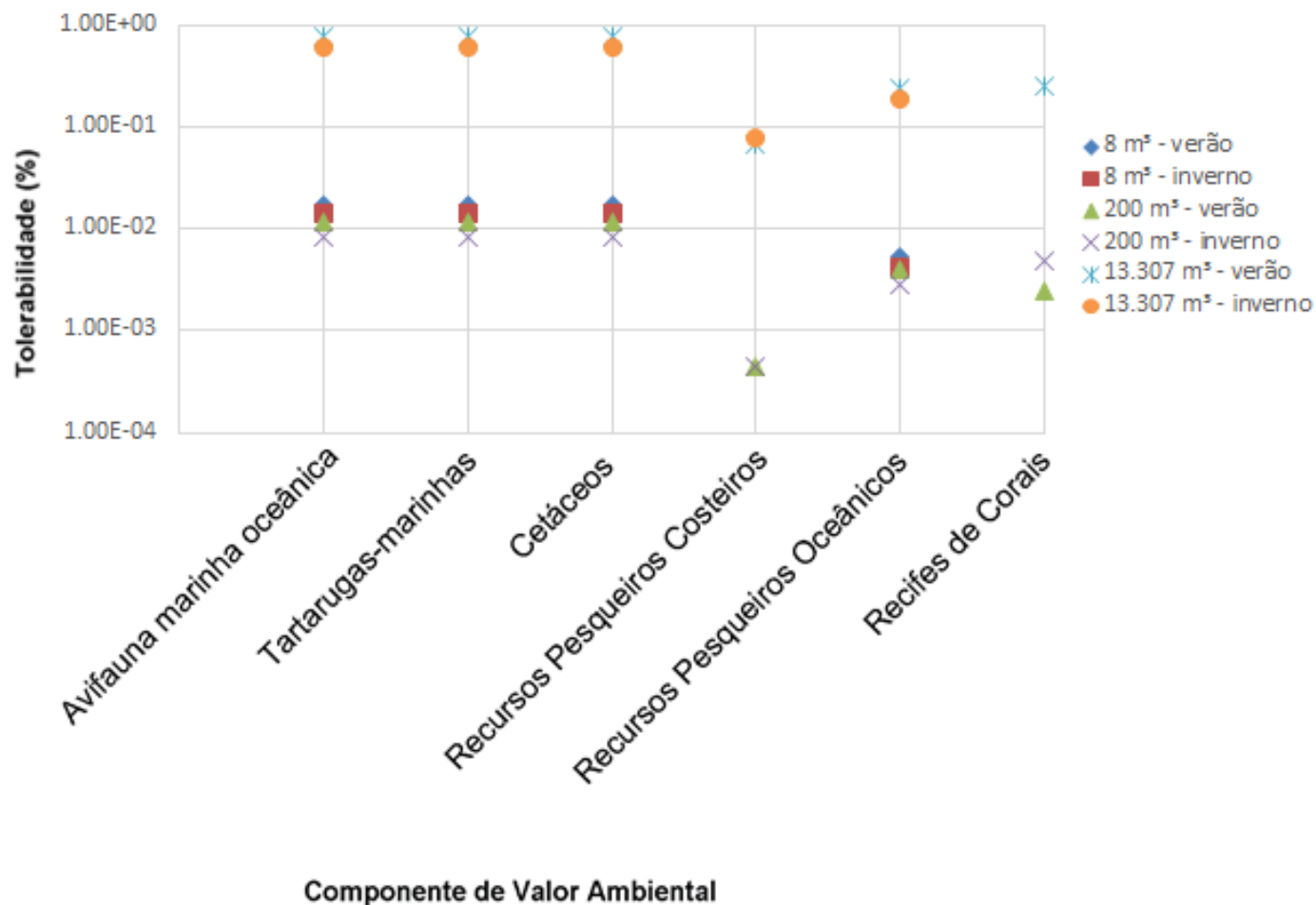


FIGURA II.9.6.1 – Tolerabilidade de cada Componente de Valor Ambiental, para cada cenário de vazamento de óleo.

A partir da análise dos resultados de Tolerabilidade apresentados na tabela acima, é possível estabelecer se o Risco Ambiental é considerado tolerável do ponto de vista ambiental, ou seja, se o Tempo de Recuperação do CVA é insignificante em comparação ao Tempo de Recorrência do dano.

A maior **Tolerabilidade** foi observada para os CVAs Cetáceos, Tartarugas Marinhas e Avifauna Marinha Oceânica, no cenário 5 (pior caso, 13.307 m<sup>3</sup>, verão), com 0,756%. Nos demais CVAs, as tolerabilidades em todos os cenários ficaram abaixo de 0,3%. O cenário de maior tolerabilidade está associado a um dos menores **Tempos de Recorrência**, de 1323,3 anos, porém este é 132,33 vezes superior ao **Tempo de Recuperação** dos CVAs Cetáceos, Tartarugas Marinhas e Avifauna Marinha Oceânica considerado para o fim desta análise (10 anos). Ressalta-se que os valores de Tempo de Recuperação adotados foram bastante conservadores.

A partir dos percentuais de **Tolerabilidade** baixos e à relação **Tempos de Recorrência/Tempo de Recuperação** observados, conclui-se que o empreendimento e os seus procedimentos de segurança operacional são toleráveis ao meio ambiente.

## II.9.7. REVISÃO DO ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS

Uma vez que os **Riscos Ambientais** encontrados foram considerados toleráveis para essa região e tipo de atividade, não será necessário revisar o estudo e a análise de riscos.

## II.9.8. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

### II.9.8.1. INTRODUÇÃO

Um Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) se define como um conjunto de procedimentos e ações que têm por objetivo reduzir os riscos avaliados na APR fazendo com que os níveis de risco permaneçam toleráveis. Observa-se que o risco é uma combinação da frequência de ocorrência das hipóteses acidentais e suas respectivas consequências. Portanto, os procedimentos e medidas que constam num PGR tem duplo objetivo: de um lado reduzir as frequências de ocorrências das hipóteses acidentais – medidas preventivas, e de outro lado minimizar as consequências destas hipóteses acidentais – medidas mitigadoras. O PGR, tal como definido, é abordado por todo um sistema de gestão de segurança ou integrado de HSE, que contemple em seus elementos a identificação e análise de riscos como ferramenta para o planejamento de HSE de uma organização.

### II.9.8.2. ESTIMATIVA DE RISCO RESIDUAL

O risco residual se define como o nível de risco existente mesmo após a aplicação das recomendações constantes da APR. Ao nível qualitativo, o qual se refere uma APR, espera-se que a implementação dos procedimentos e ações que definem o PGR seja suficiente para levar os riscos a níveis aceitáveis. A **Tabela II.9.8.1**, a seguir, descreve a Matriz de Gerenciamento de Riscos:

**TABELA II.9.8.1 – Matriz de Gerenciamento de Risco**

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
R1	Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da unidade de perfuração.	Inspeção Periódica Manutenção Preventiva e Corretiva. Capacitação Técnica.
R2	Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.	Inspeção Periódica Capacitação Técnica. Procedimentos Operacionais
R3	Disponer de Plano de Emergência Individual.	Inspeção Periódica Capacitação Técnica.
R4	Evitar a realização de operações de transferência no período noturno.	Procedimentos Operacionais
R5	Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos.	Inspeção Periódica Manutenção Preventiva e Corretiva. Capacitação Técnica. Procedimentos Operacionais
R6	Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência.	Inspeção Periódica Manutenção Preventiva e Corretiva. Capacitação Técnica Procedimentos Operacionais
R7	Manter operadores na unidade de perfuração e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação.	Inspeção Periódica Capacitação Técnica.
R8	Controlar nível de água do tanque de lastro.	Inspeção Periódica Capacitação Técnica. Procedimentos Operacionais
R9	Assegurar que a Unidade possua sinalização diurna e noturna para orientação.	Inspeção Periódica Manutenção Preventiva e Corretiva. Procedimentos Operacionais
R10	Antes da aproximação à Unidade, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.	Procedimentos Operacionais Práticas de Trabalho Seguro
R11	Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.	Inspeção Periódica Capacitação Técnica. Procedimentos Operacionais
C1	A atividade será apoiada por embarcações certificadas, dotadas, para essas operações, de sistemas de posicionamento dinâmico, cuja condição de funcionamento é garantida pelo atendimento do programa de inspeção e manutenção da embarcação.	Procedimentos Operacionais Inspeção Periódica Manutenção Preventiva e Corretiva.
C2	A unidade de perfuração é dotada de sistema de posicionamento, cuja condição de funcionamento é garantida pelo atendimento do programa de inspeção e manutenção da unidade.	Procedimentos Operacionais Inspeção Periódica Manutenção Preventiva e Corretiva.



### II.9.8.3. PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO

Os itens a seguir descrevem os principais procedimentos adotados pelo navio-sonda SEADRILL WEST POLARIS. Tais itens visam o controle contínuo dos riscos previamente identificados para as atividades de perfuração marítima no Bloco CE-M-661, buscando a redução da frequência esperada de ocorrência de eventos acidentais ou das suas consequências para o meio ambiente, garantindo, assim, que as operações sejam realizadas dentro de níveis de risco aceitáveis.

#### II.9.8.3.1. Plano de Atividades de HSE

Os procedimentos e ações necessários para o correto gerenciamento dos riscos fazem parte dos elementos de gestão de HSE (*Health, Safety e Environment*) da atividade de perfuração e apresentam como objetivo a redução dos riscos levantados na APR. O conjunto destes procedimentos funciona como ferramenta essencial para garantir o gerenciamento adequado e seguro da atividade.

Os elementos apresentados a seguir fazem parte do Programa de Gerenciamento de Riscos da *Seadrill* para a unidade marítima de perfuração SEADRILL WEST POLARIS:

- Definição de atribuições;
- Plano de inspeções periódicas;
- Programas de manutenção (preventiva e corretiva);
- Plano para capacitação técnica dos funcionários/treinamentos;
- Processo de contratação de terceiros;
- Registro e investigação de acidentes;
- Gerenciamento de mudanças;
- Sistema de permissão para trabalho.

#### II.9.8.3.2. Definição de Atribuições

São apresentadas neste item algumas atribuições e respectivas responsabilidades pertinentes às operações da atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-661.

##### ➤ **Todos os Funcionários**

Todos os funcionários presentes na Unidade são responsáveis por:

- Realizar suas funções de trabalho de acordo com os procedimentos operacionais e com o sistema de HSE;
- Seguir normas e requerimentos pré-estabelecidos;
- Cooperar com a supervisão e gerenciamento;
- Promover ativamente a segurança no ambiente de trabalho;
- Reportar situações ou condições perigosas.

➤ **Gerentes**

Dentre as atribuições dos Gerentes da Unidade pode-se citar:

- Propiciar um local seguro de trabalho, controlando as perdas de propriedades e reduzindo a ocorrência de acidentes e incidentes;
- Designar profissionais competentes para administrar programas de segurança;
- Estar de acordo com todas as normas de segurança, códigos e práticas industriais aceitáveis, por meio de inspeções e auditorias;
- Providenciar treinamento adequado de HSE;
- Assegurar que todos os acidentes/incidentes sejam reportados e investigados.

➤ **Supervisores**

Algumas das atribuições dos Supervisores da Unidade são:

- Estabelecer um bom exemplo, observando todas as normas de segurança e utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPI) sempre que necessário;
- Estimular os funcionários a praticar as normas de segurança;
- Assegurar que o local de trabalho incluindo as ferramentas, equipamentos e máquinas, esteja em segurança e em condições próprias, além de assegurar que dispositivos adequados de proteção estejam em vigor;
- Intervir ao observar que práticas de trabalho inseguras estejam sendo praticadas de forma a garantir a execução de operações seguras e bem sucedidas, eliminando riscos;
- Desligar qualquer operação, equipamento ou máquina que apresente perigo e retirar de serviço qualquer ferramenta defeituosa;
- Reportar imediatamente ao gerente da sonda qualquer ação, condição, acidente ou dano que não seja seguro à propriedade.

➤ **Imediato / Líder da Seção de Estabilidade (Vice: Operador de Posicionamento Dinâmico)**

Algumas das áreas/equipamentos sob responsabilidade do Oficial Chefe da Unidade são:

- Convés antecastelo;
- Convés superior;
- Construção de acomodações (dentro e fora);
- Ginásio com equipamentos;
- Tanques de lastro;
- Tanques de água potável;
- Sala de bomba de carga e linhas/sistemas de carga;
- Antecastelo;
- Todos os guinchos de atracação e de âncora;
- Passadiços e escadas piloto;

- Compra de materiais de pintura;
- *Helideck*;
- Planta de combustível do *helideck*;
- Sala de recepção do helicóptero;
- Sala de equipamento de segurança;
- Ponte;
- Sala de *back up* do posicionamento dinâmico;
- Barco salva-vidas e estações de barco salva-vidas;
- Balsa salva-vidas e estações de balsa salva-vidas;
- Todos os equipamentos de combate a incêndio e de segurança que estejam a bordo da unidade;
- Estações de carregamento.

➤ **Líder da Seção de Perfuração (Vice: Encarregado da Sonda)**

Algumas das áreas/equipamentos sob responsabilidade do líder da Seção de Perfuração são:

- Armazenar as sacarias;
- Sala de bomba do fluido;
- Sala de tratamento de fluido;
- Sala da peneira vibratória;
- Sala de granéis com tanques;
- Sistemas e tanques de salmoura e granéis;
- Equipamento para drenagem de água do piso da sonda e módulos de perfuração;
- Tanques de água de perfuração;
- Sala de controle de *subsea* e BOP
- Equipamentos submarinos;
- Unidade de cimentação;
- BOP e manuseio/disposição do BOP;
- Todos os conveses e áreas de armazenamento de perfuração no módulo superior (dentro e fora);
- Convés de teste de poço;
- Unidade ROV (*Remotely Operated underwater Vehicle* – Veículo submarino Operado Remotamente).

➤ **Líder Técnico da Seção (Vice: Assistente Técnico)**

Algumas das áreas sob responsabilidade do Líder Técnico da Seção são:

- Toda a sala de *thruster* com equipamentos;
- Espaço de maquinário da proa com todos os equipamentos técnicos e elétrico/eletrônicos;
- Sala de engenharia da popa com todos os equipamentos técnicos e elétrico/eletrônicos;
- Parte técnica de todos os guinchos de atracação e de âncora;
- Sala de incineração;
- Sala de gás inerte;
- Sala de CO<sub>2</sub> e disposição local de CO<sub>2</sub>;

- Todos os HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning* – Aquecimento, Ventilação e Condicionamento de Ar) e Ventilação;
- Sala do gerador de emergência;
- Superestrutura da popa (todos os compartimentos internos).

### ➤ **Operador de Posicionamento Dinâmico**

Algumas atribuições e/ou áreas sob responsabilidade do Operador de Posicionamento Dinâmico são:

- Ponte de comando com equipamento e posicionamento dinâmico e todos os sistemas e equipamentos relacionados ao posicionamento dinâmico;
- Posicionamento dinâmico e equipamentos relacionados na sala de back-up de posicionamento dinâmico;
- *Transponder* e equipamentos correlatos, incluindo o sistema de ancoragem do *transponder*, incluindo o controle da quantidade de baterias sobressalentes para o *transponder* e a solicitação de âncoras e baterias para o *transponder*;
- Responsável pelo atendimento do Sistema de Permissão para Trabalho
- Verificar todas as permissões para trabalho e certificados;
- Correlacionar todas as permissões para trabalho e certificados;
- Ter uma visão geral de todas as atividades de permissão para trabalho e certificados;
- Solicitar permissões para trabalho como e quando necessário;
- Responsável pela conexão com a emissão de rádios UHF/VHF portáteis e instrumentos de medição de gás combustível/oxigênio;
- Conexão/desconexão de rádios UHF/VHF.

### ➤ **Roustabout Pusher**

Algumas das áreas/equipamentos sob responsabilidade do *Roustabout Pusher* são:

- Convés superior;
- Acomodações da proa;
- Convés do helicóptero;
- Planta de combustível do helicóptero;
- Sistema de ancoragem e equipamentos correlatos;
- Convés antecastelo;
- Tanques de lastro;
- Tanques de água potável;
- Barcos e balsas salva-vidas e suas estações;
- Área de teste de poço;
- Guindastes *offshore*;
- Todos os equipamentos de combate a incêndio e resgate;
- Estações de carregamento.

➤ **Torrista**

Algumas das áreas sob responsabilidade do Torrista são:

- Sacarias;
- Sala de bombeamento de fluidos;
- Sala de fluidos, incluindo os fluidos;
- Sala de tratamento dos fluidos;
- Sistemas de cimento, incluindo os tanques de cimento seco;
- Equipamento para drenagem de água do piso da sonda e módulos de perfuração;
- Salmoura e sistema de óleo base e seus tanques;
- Tanques de água de perfuração;
- Unidade de cimentação.

➤ **Assistente de Perfuração**

Algumas das áreas sob responsabilidade do Assistente de Perfuração são:

- Piso de perfuração e ponto de estaleiramento vertical;
- Piso de perfuração inferior;
- *Moonpool* e árvore de natal;
- Guias de gavetas;
- Áreas de armazenamento de equipamentos de perfuração (proa e popa);
- Área de teste do convés.

➤ **Engenheiro *Subsea***

Algumas das áreas sob responsabilidade do Engenheiro de *Subsea* são:

- *Subsea*/sala de controle do BOP/escritório/*workshop*;
- Tensionadores do *riser*;
- Equipamentos submarinos na área do *moonpool*;
- BOP;
- Área de assentamento do *riser*.

➤ **Técnico de Instrumentação/Dados**

Algumas das áreas/equipamentos sob responsabilidade do Técnico de Instrumentação/Dados são:

- Sala de instrumentação (LIR) no piso de perfuração;
- Sala de comunicação no convés;
- Sala de equipamentos na popa do *helideck*;
- Todos os guindastes do convés (equipamentos elétricos/eletrônicos).



## ➤ Operador da Sala de Engenharia

Algumas das atribuições e/ou áreas/equipamentos sob responsabilidade do Operador da Sala de Engenharia são:

- Assistir o operador de posicionamento dinâmico com o Sistema de Permissão para Trabalho;
- Todas as salas do *thruster* com equipamentos;
- Maquinários localizados na proa com todos os equipamentos técnicos e elétricos/eletrônicos;
- Sala de máquinas da popa com todos os equipamentos técnicos e elétricos/eletrônicos;
- Todos os guindastes do convés (equipamentos mecânicos);
- Aspectos técnicos de todos os guinchos de ancoragem;
- Sala de incineração;
- Sala de gás inerte;
- Sala de CO<sub>2</sub> e disposição local de CO<sub>2</sub>;
- Todos os HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning* – Aquecimento, Ventilação e Condicionamento de Ar) e Ventilação;
- Sala do gerador de emergência;
- Sala de acetileno e oxigênio e disposição;
- Workshops técnicos de mecânica, eletricidade e instrumentação;
- Superestrutura da popa com todas as salas incluídas.

### II.9.8.3.3. Inspeções Periódicas

O objetivo das inspeções técnicas nas unidades pertencentes à *Seadrill*, como é o caso do navio-sonda SEADRILL WEST POLARIS, é verificar a condição técnica da unidade e determinar a existência de qualquer não conformidade em relação aos requisitos exigidos. Além disso, as inspeções periódicas têm o papel de verificação do cumprimento das regras estabelecidas pelos órgãos de regulamentação, além de permitir a apresentação de propostas de melhoria.

De acordo com as normas da *Seadrill*, as inspeções técnicas em suas unidades devem ser realizadas pelo menos uma vez por ano, devendo inspeções adicionais ser realizadas sempre que o chefe do departamento técnico julgar necessário. É importante ressaltar que as normas da *Seadrill* estabelecem que em um período de cinco anos todos os equipamentos, sistemas, estruturas e operações importantes de cada área sejam inspecionados. As inspeções técnicas devem abranger as seguintes áreas:

- Operações de perfuração;
- Operações com posicionamento dinâmico e equipamentos relacionados;
- Sistemas de manutenção;
- Sistemas e equipamentos de controle do poço;
- Equipamentos de perfuração;
- Elétrica/automação;
- Sistemas/estruturas marinhas;
- Aparelhos de elevação/guindastes;
- Sistemas de geração e distribuição de energia.

O planejamento das inspeções é realizado pelo chefe do departamento técnico da respectiva área inspecionada, devendo o plano de inspeções elaborado conter o nome da unidade e a duração das inspeções. Cabe ao Gerente do Departamento Técnico coordenar os planos de inspeção individuais em um plano anual unificado, o qual deve conter todas as inspeções técnicas planejadas para as unidades operadas pela *Seadrill*. Este plano faz parte de uma supervisão global da *Seadrill*.

Para que a inspeção seja realizada, o Gerente da Unidade de Perfuração a ser inspecionada deve ser notificado da ocorrência desta antecipadamente pelo chefe da inspeção, devendo ser definido por comum acordo o horário da inspeção e o seu tipo, bem como o número de profissionais que executarão a inspeção. Todas as condições insatisfatórias observadas durante a realização das inspeções devem ser notificadas, havendo para tal um formulário específico denominado “Formulário de Condições Insatisfatórias”. Sempre que possível, recomendações devem ser feitas de modo a diminuir quaisquer condições insatisfatórias que tenham sido encontradas durante as inspeções realizadas.

#### **II.9.8.3.4. Sistema de Gerenciamento de Manutenção**

O sistema gerencial de manutenção da *Seadrill* assegura a manutenção, preventiva e corretiva, adequada dos equipamentos do navio-sonda SEADRILL WEST POLARIS de acordo com as exigências legais e especificações técnicas definidas pelos fabricantes.

Dentre as principais ações que norteiam a decisão pela execução de operações de manutenção pode-se citar:

- Otimizar os processos de gerenciamento de ativos dos equipamentos e de todo o custo de vida dos ativos;
- Assegurar que os riscos e os requisitos de segurança estejam incluídos e avaliados no Programa de Manutenção;
- Alinhar a disponibilidade de ativos com requisitos de negócio.

Na unidade SEADRILL WEST POLARIS é aplicado o processo de manutenção denominado RCM (*Reliability Centred Maintenance* – Manutenção Centrada na Confiabilidade), o qual fornece métodos sobre como identificar e selecionar políticas de gerenciamento de falhas visando à segurança, disponibilidade e economia das operações.

O processo RCM visa à criação de melhoria contínua de todos os elementos relacionados aos processos da Unidade, garantindo o desenvolvimento de um sistema que reforce a segurança dos processos e reduza o seu tempo de ociosidade.

De uma forma geral, a aplicação de Programas de Manutenção visa assegurar que os equipamentos estejam prontos para uso quando necessário e que funcionem eficazmente durante sua vida útil. Adicionalmente, os equipamentos também serão operados de maneira a minimizar o risco aos trabalhadores e de uma possível influência com o meio ambiente.

### II.9.8.3.5. Treinamentos de Pessoal

O objetivo do plano de capacitação técnica dos funcionários da SEADRILL WEST POLARIS é garantir que todos os funcionários da empresa estejam devidamente treinados, instruídos e conscientizados para a execução de suas tarefas da maneira mais segura possível, de forma a prevenir acidentes/incidentes ou danos à saúde humana.

Os funcionários são capacitados através de um sistema de treinamento corporativo, o qual prioriza os aspectos de segurança, como proteção contra incêndio, salvamento de vidas, sobrevivência e proteção do meio ambiente, destacando-se os seguintes itens como principais assuntos abordados em treinamentos na Unidade:

- Equipamentos de proteção individual;
- Equipamentos de resgate/salvatagem;
- Combate a incêndio;
- Espaços confinados;
- Trabalho seguro;
- Proteção contra quedas;
- Operações com guindaste;
- Manuseio e transporte de materiais perigosos;
- Segurança em serviços de instalações elétricas.

Além destes, existem treinamentos específicos para funções relacionadas com outras atividades, como as de operação e controle do poço.

No caso de contratação de terceiros, estes também deverão passar por processo de treinamentos adequados (específico para execução da função desejada, em práticas de trabalho seguro e em respostas ambientais e emergenciais), essenciais para a obtenção da capacitação necessária, conscientização e garantia de segurança do trabalho.

Os treinamentos são periodicamente revistos para verificação da eficácia de suas implantações e necessidade de eventuais mudanças.

### II.9.8.3.6. Registro e Investigação de Acidentes

De acordo com os procedimentos da *Seadrill* a investigação e análise de acidentes devem ser conduzidas de forma consistente e formal de forma a reduzir a possibilidade de recorrência destes incidentes. Os incidentes investigados são aqueles que se enquadram nos seguintes grupos:

- Acidentes relacionados à HSE;
- Funcionários gravemente feridos;
- Requisitos contratuais que levem a investigações realizadas por equipes independentes.

Investigações devem ser iniciadas ainda para outros acidentes que não se enquadrem nas classes listadas anteriormente, devendo as investigações analisar todas as partes da sequência de eventos. Além disso, todos os níveis da análise devem ser revistos de forma a assegurar que as medidas corretivas possam ser identificadas e implementadas.

Nas unidades da *Seadrill*, a investigação de acidentes deve seguir a análise do tipo “TOP-SET (*Timeline, Organization, People, Similar events, Environment, Technology* – Cronograma, Organização, Pessoas, Eventos similares, Meio Ambiente e Tecnologia)”, cujas etapas a serem seguidas são apresentadas na sequência.

- **Análise dos Fatos**

- Verificação de todos os fatos e condições, incluindo as notificações;
- Estabelecimento de prioridades em relação à evidência factual;
- Estabelecimento da sequência atual de eventos.

- **Análise TOP-SET**

- Identificação das barreiras/indicadores que tenham sido estabelecidas (ou que deveriam ter sido estabelecidas);
- Avaliação de probabilidade para barreiras insuficientes;
- Determinação, de forma lógica e clara, das causas do incidente;
- Identificação de todas as razões que possam ter contribuído para a ocorrência do incidente investigado;
- Identificação do motivo pelo qual condições de risco as quais, caso tivessem sido detectadas e mitigadas poderiam ter prevenido a ocorrência de incidentes, não tenham sido identificadas;
- O processo de análise não deve ser concluído antes que as causas tenham sido identificadas.

### **II.9.8.3.7. Gerenciamento de Mudanças**

O processo de Gerenciamento de Mudanças abrange as funções, responsabilidades e processos de trabalho que precisam ser aplicados em conjunto com as especificações de alterações técnicas, modificações ou instalação de sistemas ou equipamentos a bordo da unidade.

O procedimento de controle de mudança assegura que as mudanças permanentes sejam identificadas, avaliadas, verificadas e registradas de forma que não ocorram efeitos indesejáveis no sistema de funcionamento, prevenindo a ocorrências de riscos para os funcionários, para o meio ambiente e para aspectos econômicos, além de atuar na redução do índice de inatividade da sonda.

O procedimento de Controle de Mudança corresponde a uma sistemática utilizada apenas para o controle de qualidade de modificações, não correspondendo a um custo ou método de controle de progresso. Este

procedimento deve ser aplicado a todas as modificações de *hardware*, *software* ou de equipamentos da sonda, assim como para a aquisição e instalação de novos equipamentos.

De uma forma geral, o procedimento de Controle de Mudança deve ser utilizado nas seguintes circunstâncias:

- Sistemas da sonda – modificação ou mudanças nas especificações técnicas;
- Equipamentos – modificação ou mudança nas especificações técnicas;
- Especificação técnica para a aquisição caso esta distinga da especificação técnica existente para o equipamento ou da especificação do fornecedor original. Todas as especificações dos novos equipamentos;
- Modificação estrutural em uma estrutura rolamento de carga ou em uma estrutura de casco (aço especial, primário ou secundário);
- Mudança de *software* para um programa de sistema;
- Qualquer alteração que exija uma atualização de documentação (incluindo desenhos, manuais de usuários e de operação).

Por sua vez, o procedimento de Controle de Mudança não é requerido nas seguintes situações:

- Manutenções de rotina;
- Reparação de equipamentos (manutenção corretiva), enquanto não houver alteração em suas especificações;
- Soldagem de estruturas de aço em estruturas que não sejam de rolamento de carga;
- Alterações nos parâmetros operacionais nos sistemas de *software*;
- Alterações temporárias, tais como inibição, desvio ou *lock out*.

É importante mencionar que o procedimento de Gerenciamento de Mudanças adotado pela *Seadrill* está em conformidade com os princípios contidos no código ISM (*International Safety Management Code*) e com os requisitos da norma ISO 9001/9004 (2000).

#### **II.9.8.3.8. Processo de Contratação de Terceiros**

Este item descreve os procedimentos adotados para com os contratados de modo que os mesmos atendam os procedimentos relacionados à política de saúde, segurança e meio ambiente nas instalações da unidade.

As empresas terceirizadas precisam atender todas as diretrizes e políticas de HSE da *Seadrill*. A fim de se garantir que estas cumpram com as qualificações necessárias, existe um programa de avaliação de alguns importantes critérios, sendo alguns destes:

- Histórico prévio da empresa;
- Qualidade dos bens e serviços fornecidos pela empresa;
- Requisitos de responsabilidade e seguros adequados;
- Atendimento aos requisitos do sistema de segurança e meio ambiente da *Seadrill*;
- Aprovação em auditoria.



As empresas contratadas deverão garantir a realização de suas atividades com segurança, assegurar a manutenção dos equipamentos e executar as atividades de forma segura e eficaz.

#### **II.9.8.3.9. Sistema de Permissão para Trabalho**

O Sistema de Permissão para Trabalho tem como objetivo principal garantir que qualquer trabalho a ser executado seja planejado, preparado, executado e conduzido de forma segura, garantindo o controle de perigos nas operações.

Com o Sistema de Permissão para Trabalho assegura-se que todos os funcionários envolvidos em atividades nas Unidades sejam capazes de identificar riscos e pôr em prática as medidas de segurança necessárias relacionadas às potenciais situações de perigo. Adicionalmente, o Sistema de Permissão para Trabalho, autoriza e aprova as responsabilidades designadas e definidas, bem como as medidas de controle para mitigar os perigos identificados.

Dentre as principais regras de Permissão para Trabalho pode-se citar:

- Sempre que possível uma solicitação de Permissão para Trabalho deve ser revista no dia anterior ao início do trabalho planejado. Com esta medida garante-se que o gerenciamento tenha uma visão geral de todo o trabalho planejado. Ao revisar a aplicação do Sistema de Permissão para Trabalho, deve-se considerar o possível aumento do nível de risco da instalação causado por atividades simultâneas;
- Todas as permissões de trabalho devem ser suspensas caso haja acionamento do alarme geral. Outras atividades que requeiram a suspensão do Sistema de Permissão para Trabalho devem incluir (mas não se limitar) ao acionamento de alarmes do sistema de gás do poço, à transferência de óleo e ao abastecimento de combustível;
- Uma Permissão para Trabalho tem uma validade de doze horas, podendo ser estendido por um período máximo de quatro horas;
- A Permissão para Trabalho deve ser fixada no local de trabalho juntamente com qualquer documentação de apoio existente;
- O escopo do trabalho realizado não deve exceder o que tenha sido estipulado na Permissão para Trabalho;
- A Permissão para Trabalho deve ser auditada, documentando-se as discrepâncias identificadas.

Os trabalhos que necessitam de autorização prévia do Sistema de Permissão para Trabalho para serem executados são divididos em quatro categorias: “trabalhos a quente”; “isolamento de energia”, “entrada” e “trabalhos a frio”.

“Trabalhos a Quente” envolvem chamas ou outras fontes potenciais de ignição. Por sua vez, “Isolamento de Energia” contempla as atividades que requeiram o isolamento elétrico e/ou mecânico de equipamentos. Já a “Entrada” contempla a autorização de acesso a uma única área, como, por exemplo, tanque. Por fim, “Trabalhos a Frio” englobam todos os demais tipos de trabalho que não se enquadrem nas categorias anteriormente citadas.

São listados a seguir alguns exemplos de atividades, agrupadas por categoria, que requerem a solicitação prévia de Permissão para Trabalho na Unidade Seadrill West Polaris:

- **Trabalhos a quente**
  - Classe A (temperatura de superfície superior a 400 °C);
  - Classe B (temperatura de superfície entre 200 e 400 °C).
  
- **Isolamento de Energia**
  - Trabalhos que requeiram o isolamento de equipamentos elétricos e/ou mecânicos.
  
- **Entrada**
  - Trabalhos em tanques, barcos e espaços confinados.
  
- **Trabalhos a frio**
  - Trabalho em mar aberto;
  - Trabalhos envolvendo produtos químicos perigosos, amiantos e matérias similares perigosos;
  - Utilização e manuseio de fontes radioativas e raios-X;
  - Operações de poço;
  - Utilização e manuseio de explosivos;
  - Operações especiais de elevação como, por exemplo, elevação de cargas pesadas;
  - Testes de pressão ou trabalhos em sistemas normalmente pressurizados;
  - Conexão, alteração, expansão e desmontagem de andaimes;
  - Trabalhos no sistema de distribuição de hidrocarbonetos;
  - Trabalhos que requeiram a desconexão ou o fechamento de qualquer sistema ou equipamento de segurança da Unidade; ou que de alguma forma afetem os sistemas críticos de segurança da Unidade;
  - Outros
    - Instalação e remoção de flanges;
    - Uso de gás inerte;
    - Trabalhos que envolvam risco de vazamentos para o meio ambiente (por exemplo, carga, descarga, ou transferência interna de hidrocarbonetos, produtos químicos – não incluindo transferências de combustível ou sistemas relacionados à perfuração – ou qualquer outra substância que tenha potencial de afetar o meio ambiente);
    - Trabalhos em sistemas de controle eletrônico;
    - Água de jateamento de alta pressão (superior a 200 bar), jateamento de areia ou pintura em *spray*.

#### **II.9.8.3.10. Cronograma para Implantação/Acompanhamento das Ações Propostas**

As medidas propostas neste Plano de Gerenciamento de Riscos serão iniciadas antes mesmo da mobilização da Unidade, mas todas serão executadas com vistas à atividade de perfuração.

## II.9.9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os vazamentos a partir do Poço Itarema do bloco CE-M-661, em três faixas de volume (8 m<sup>3</sup>, 200 m<sup>3</sup>, 13.307 m<sup>3</sup>) resultaram em Riscos Ambientais e Tolerabilidades percentuais baixos, devido às baixas probabilidades encontradas nos Componentes e Subcomponentes de Valor Ambiental (CVAs) e às frequências de Risco Operacional.

Os valores máximos de probabilidade para a maioria dos CVAs foram observados para o vazamento de pior caso, principalmente no cenário de verão. As frequências de risco operacional foram maiores para os cenários do vazamento de pior caso, seguida pelas dos vazamentos de 8 m<sup>3</sup> e de 200 m<sup>3</sup>. Por isso, o volume de pior caso apresentou os maiores valores de Risco Ambiental e de Tolerabilidade.

Todas as tolerabilidades foram inferiores a 0,8%. A maior tolerabilidade foi observada no CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas no cenário de pior caso, verão. Porém, esta tolerabilidade está associada a um Tempo de Recorrência considerado aceitável para o empreendimento em questão, por ser cerca de 132 vezes maior que o Tempo de Recuperação deste componente.

Vale ressaltar que a abordagem do estudo foi bastante conservadora em relação aos Tempos de Recuperação considerados para os componentes ambientais possíveis de serem impactadas. O fato do cálculo de Tolerabilidade levar em consideração apenas a probabilidade de chegada de óleo no CVA e não considerar fatores como volume e o tempo de residência do óleo no ambiente, é outro aspecto conservador, pois representa uma extrapolação dos potenciais impactos.

Mesmo com os aspectos conservadores adotados, os valores de Risco Ambiental e Tolerabilidade encontrados foram baixos, o que permite concluir que o empreendimento associado aos seus procedimentos de segurança operacional, é tolerável ao meio ambiente.