

II.8. ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO

A) INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta a Análise de Riscos Ambientais (ARA) para os Blocos BM-C-39 e BM-C-40, na Bacia de Campos (Figura 1), seguindo as diretrizes apresentadas no Termo de Referência 007/11, elaborado pela CGPEG/DILIC/IBAMA, no âmbito do Licenciamento Ambiental para a Atividade de Desenvolvimento e escoamento da Produção de Petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, Bacia de Campos.

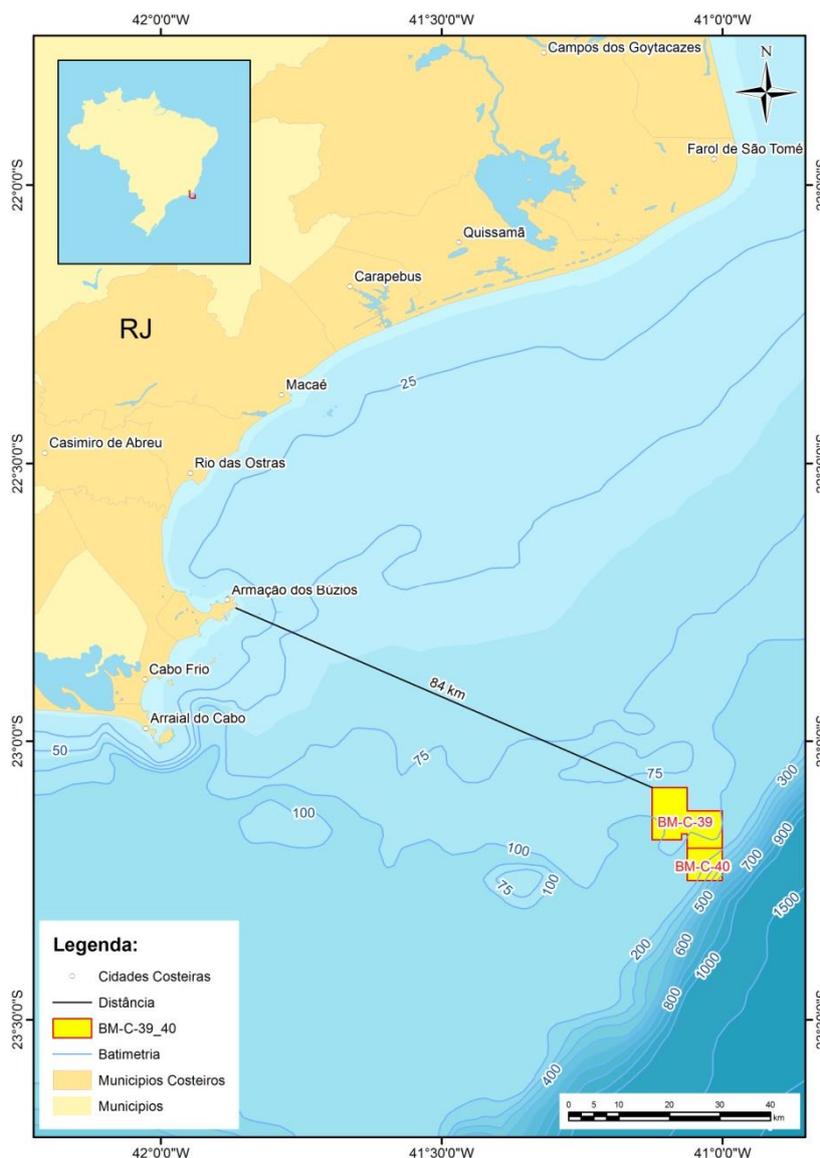


FIGURA 1 – Localização dos blocos, Bacia de Campos.

A região costeira que pode ser afetada caso haja acidente com vazamento de óleo possui diversidade físico-biológica, destacando-se a presença de praias, costões rochosos e manguezais, dispostos em ilhas costeiras, baías e estuários.

Os manguezais da região possuem considerável biodiversidade, apesar de em alguns locais apresentarem-se bastante descaracterizados devido à ação antrópica. Os costões rochosos encontrados na região, por sua vez, abrigam diversas espécies de peixes e invertebrados, e são freqüentes no litoral dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

A área passível de ser atingida pelo óleo também é área de alimentação e desova de tartarugas marinhas, local de hibernagem e rota migratória de aves costeiras e marinhas provenientes tanto do hemisfério norte como do hemisfério sul, além de apresentar rotas migratórias e áreas de reprodução para cetáceos e diversas espécies de peixes ameaçadas de extinção ou sobreexploradas.

Para a realização da Análise de Risco Ambiental (ARA) dessa atividade foi desenvolvida, a partir de uma parceria entre as empresas AECOM e PROOCEANO, uma metodologia que permitiu a determinação dos Riscos Ambientais desse empreendimento. 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 mais 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 onde a atividade será desenvolvida, e que consequentemente poderão ser impactados, assim como no seu tempo de recuperação.

Para a análise do Risco Ambiental, ou seja, da probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por faixa de volume de óleo, são necessários o cálculo do Risco Operacional, a modelagem de Dispersão de Óleo no Mar, a identificação dos Componentes Ambientais e seus Tempos de Recuperação. Com a junção desses componentes é possível se calcular o Risco Ambiental para cada faixa de volume e cenário sazonal (Figura 2).

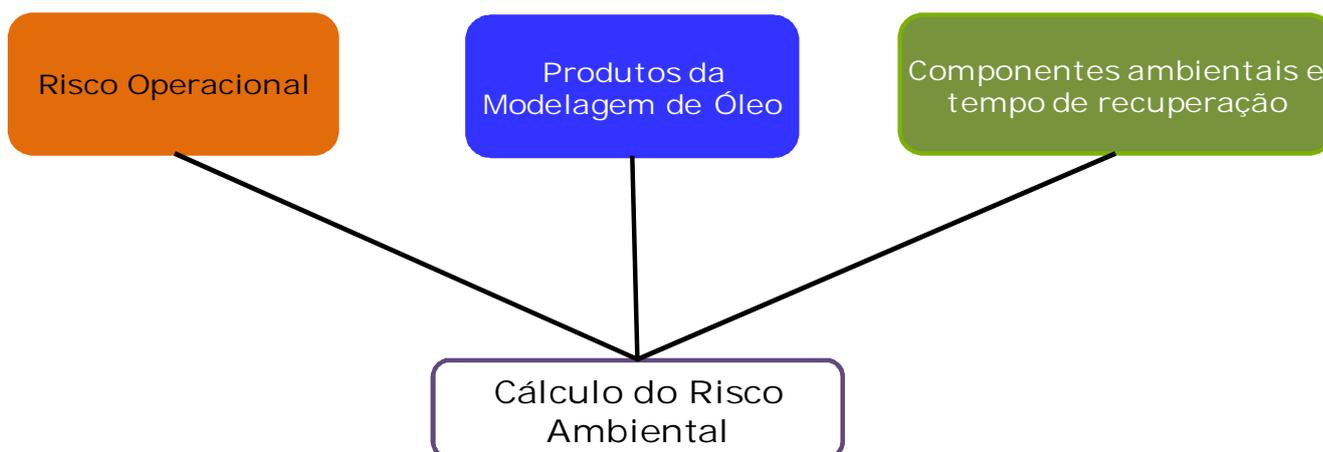


FIGURA 2 – Componentes necessários para o Cálculo do Risco Ambiental.

Para melhor entendimento da metodologia aplicada, cada etapa necessária para o cálculo do Risco Ambiental será apresentada em detalhes a seguir. Ao final será apresentada uma figura que resume o apresentado.

- **RISCO OPERACIONAL**

Para se estabelecer o Risco Operacional é preciso identificar as Hipóteses e Cenários Acidentais através da Análise Preliminar de Riscos (APR). Com isso, é possível elaborar a Árvore de Falhas e classificar as Hipóteses e Cenários Ambientais identificados dentro das categorias de volume de óleo vazado. A partir desses resultados é possível obter as frequências de ocorrências das Hipóteses Acidentais para cada faixa de volume, as quais corresponderão às frequências dos eventos iniciadores das Árvore de Eventos. A elaboração das Árvore de Eventos viabiliza a determinação das frequências de ocorrência de cada uma das tipologias/Cenários Acidentais possíveis de ocorrer a partir dos eventos iniciadores analisados por faixa de volume, um dos componentes do cálculo do Risco Ambiental (Figura 3).

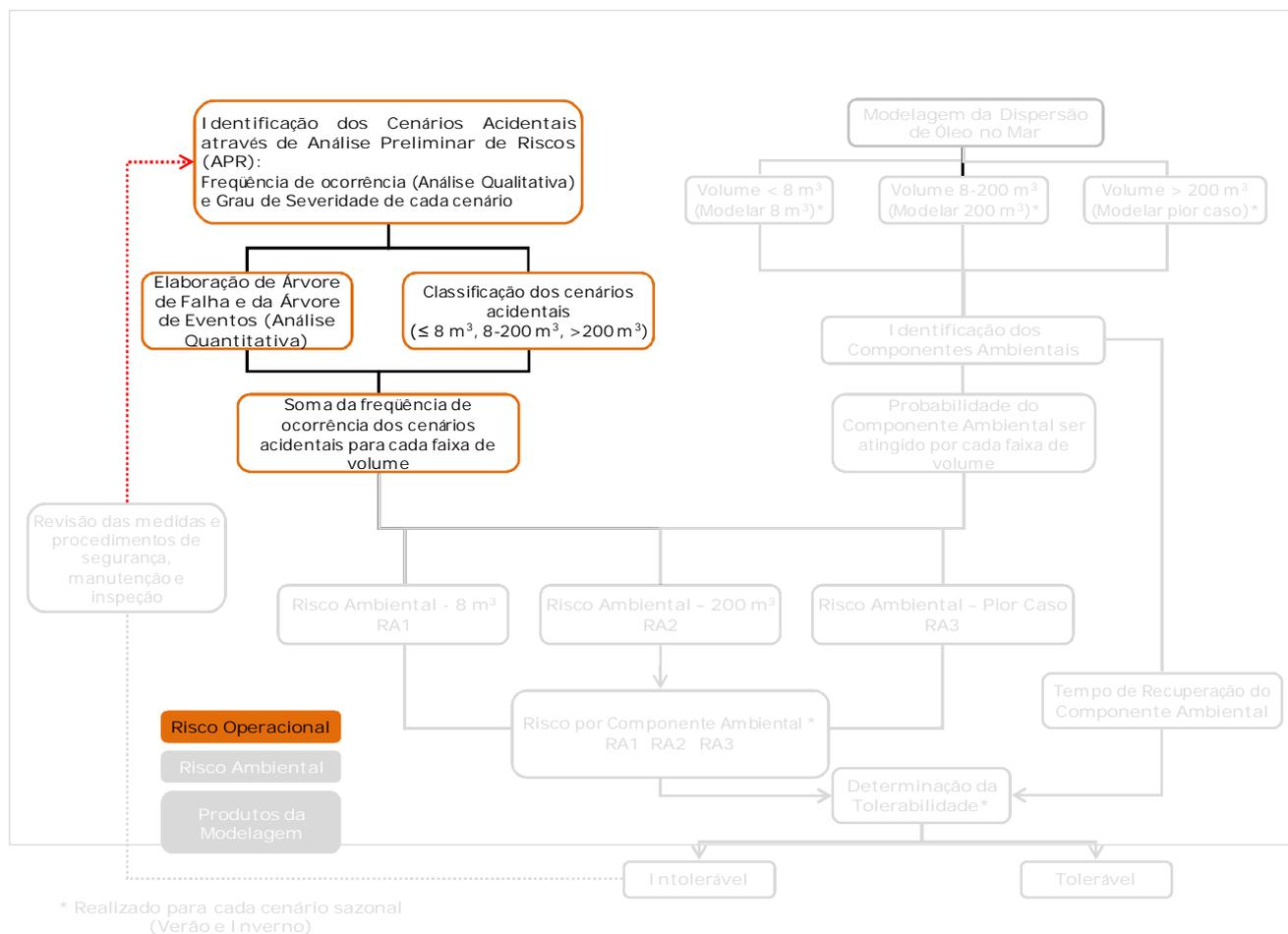


FIGURA 3 – Etapas para o cálculo do Risco Operacional.

Os cenários e hipóteses acidentais avaliados neste estudo foram formulados a partir da análise dos sistemas das três unidades de produção envolvidas na atividade (FPSO¹ OSX-3 e WHPs² 2 e 4), além das unidades de apoio envolvidas na operação, que pudessem gerar danos ao meio ambiente. Para esses sistemas e operações de unidades de apoio, foram identificados os perigos que pudessem resultar em liberação de hidrocarbonetos e/ou outros produtos químicos segundo as seguintes causas, conforme recomendações de normas internacionais:

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

A metodologia empregada para identificar os cenários e hipóteses acidentais avaliados foi a Análise Preliminar de Riscos – APR, a qual 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.

¹ FPSO (*Floating Production, Storage and Offloading*) – Navio de Produção, Estocagem e Transferência

² WHP (*Wellhead Platform*) – Plataforma Fixa com poços (sem planta de processo)

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 das diferentes hipóteses acidentais, a severidade e do risco associado.

É importante mencionar que todos os cenários e hipóteses acidentais identificados 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 $\leq 8 \text{ m}^3$
- **Médio Vazamento (Faixa 2):** $8 \text{ m}^3 < \text{volume vazado} \leq 200 \text{ m}^3$
- **Grande Vazamento (Faixa 3):** volume vazado $> 200 \text{ m}^3$

Uma vez identificadas as hipóteses acidentais por meio da APR, determinou-se as suas respectivas frequências de ocorrência para que, conjuntamente com a severidade de cada hipótese acidental analisada pudesse ser determinado o risco operacional associado a cada sistema analisado.

Para a classificação quantitativa das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais foram analisados, através dos fluxogramas da Unidade de Produção, os equipamentos envolvidos em cada um dos sistemas, cujas taxas de falhas foram obtidas de bancos de dados, tais como WOAD, HSE e TNO.

A partir da análise dos sistemas, verificou-se que a falha em cada um dos equipamentos avaliados isoladamente resultaria na ocorrência de vazamento de óleo e/ou produtos químicos. Dessa forma, as frequências dos eventos iniciadores foram obtidas pela soma das taxas de falha de cada um dos equipamentos constituintes do sistema sob análise. Estas frequências, obtidas para cada evento iniciador, foram consideradas como sendo a frequência das hipóteses acidentais para efeitos de classificação das respectivas severidades e consequente determinação do risco operacional associado às hipóteses acidentais analisadas nas planilhas de APR. É importante ressaltar que esta é uma abordagem conservativa, já que as frequências dos eventos iniciadores são superiores às frequências dos eventos consequentes devido a baixa probabilidade de ocorrerem simultaneamente (como exemplo, possibilidade de incêndio em poça, explosão, contaminação ambiental, etc.).

Para fins de determinação dos prováveis cenários acidentais decorrentes das hipóteses acidentais identificadas nas planilhas de APR foram construídas árvores de eventos, partindo-se dos eventos iniciadores e considerando-se o desdobramento do perigo referente a cada hipótese acidental, em diferentes tipologias/cenários acidentais.

Ressalta-se que para o estudo realizado as tipologias acidentais, corresponderam a incêndio em poça, explosão e contaminação ambiental.

A construção de árvores de eventos possibilitou o cálculo das probabilidades de ocorrência de contaminação ambiental por óleo associadas a cada um dos cenários acidentais identificados e analisados nas planilhas de APR e conseqüentemente, da frequência dos diferentes cenários/tipologias acidentais. É importante mencionar que, para a construção das árvores de eventos, foram considerados apenas os cenários acidentais envolvendo derramamento de óleo no mar, por ser este o efeito da contaminação ambiental foco do presente

estudo (conforme orientação do Termo de Referência nº 007/11). Além de este ser o cenário acidental, dentre todos os identificados, que possui a maior frequência de ocorrência.

Após o cálculo, as frequências de ocorrência dos cenários acidentais, para cada faixa de volume, foram somadas, conforme equação a seguir:

$$F_{\text{total} - y} = \sum_{i=1}^n f_i \tag{II.8-1}$$

F_{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 obtenção do Risco Ambiental.

A partir da identificação e mapeamento dos componentes ambientais 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. As faixas de volume consideradas foram estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 398/08, sendo volume pequeno (8 m³), volume médio (200 m³) e pior caso (> 200 m³).

Portanto, para o cálculo do Risco Ambiental, foram considerados 6 (seis) cenários simulados para os Blocos BM-C-39 e BM-C-40. Na Figura 4, a seguir, é apresentado o grupo de cenários considerados para o local de vazamento.

Volumes Cenário Sazonal	< 8 m³	8-200 m³	> 200 m³ (pior caso)
Verão	▲	▲	▲
Inverno	▲	▲	▲

FIGURA 4 – Cenários simulados e utilizados para o cálculo do Risco Ambiental nas duas modelagens apresentadas.

Ressalta-se que, as modelagens de óleo para os Blocos BM-C-39 e BM-C-40 já foram apresentadas na íntegra no EIA elaborado para essa atividade. Entretanto, seus resultados serão reapresentados, uma vez que são necessários para o presente relatório.

• COMPONENTES DE VALOR AMBIENTAL (CVA)

A identificação dos Componentes de Valor Ambiental (CVA) se deu a partir das informações contidas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado para essa atividade (OGX/AECOM, 2011), principalmente nos itens Análise de Vulnerabilidade e Diagnóstico Ambiental (meio biótico e socioeconômico).

Para o estabelecimento dos CVAs considerou-se que esses componentes devam ter presença significativa na área afetada, ser vulneráveis à poluição por óleo e deverão atender, conforme orientação do Termo de Referência nº 007/11, aos seguintes critérios:

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

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 do mapeamento foram utilizados juntamente com os da modelagem para o cálculo da probabilidade do CVA ser atingido por óleo em cada faixa de volume (Figura 5).

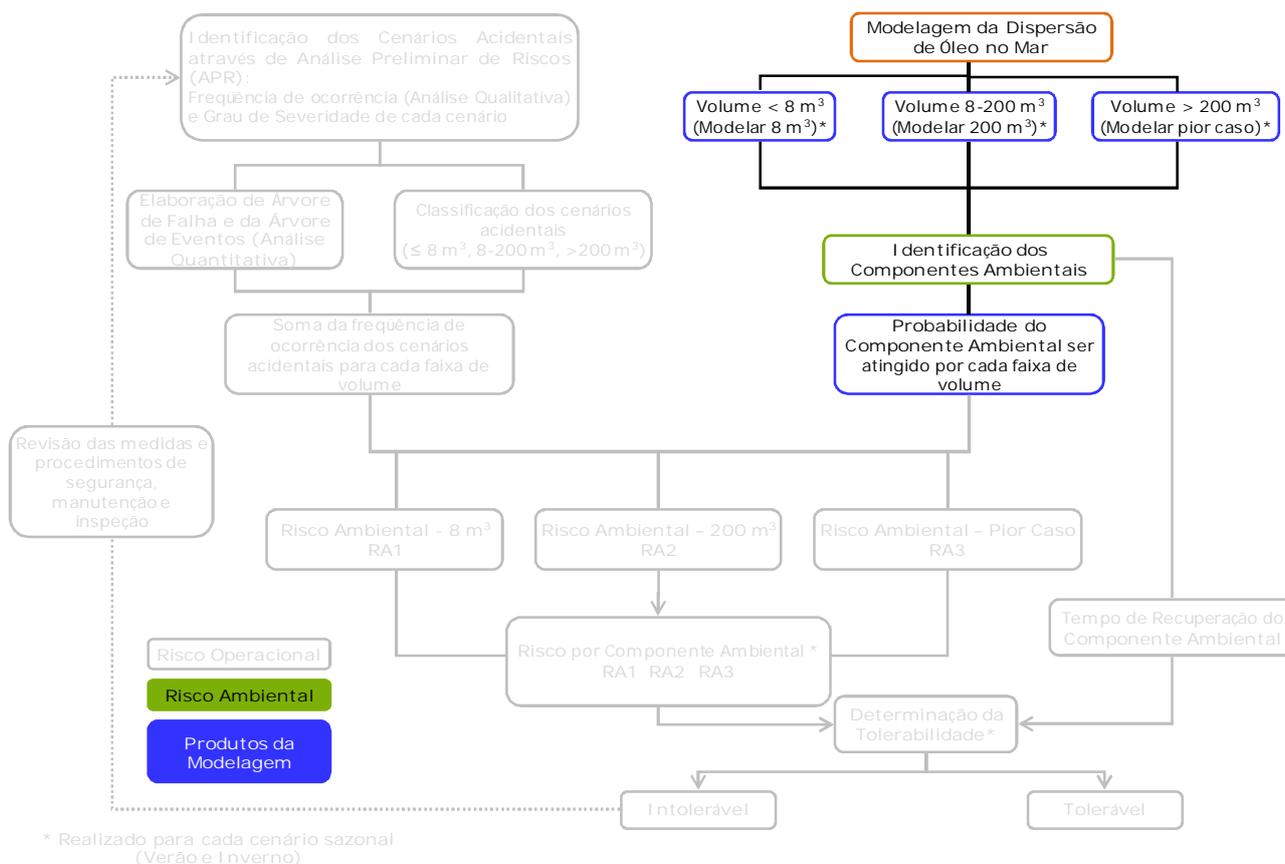


FIGURA 5 – Etapas para o cálculo da probabilidade de um CVA ser atingido por óleo, em cada faixa de volume.

A probabilidade de presença de óleo foi calculada para cada CVA nas seis situações de derrame de óleo simuladas pela modelagem realizada. O cálculo da probabilidade para cada CVA móvel e/ou com distribuição dispersa (neste caso específico: Recursos Pesqueiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Avifauna Marinha), constitui uma média ponderada pela área de interseção com cada CVA, por faixa de volume e por cenário sazonal, como se segue:

$$\text{Prob}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \text{II.8-2}$$

Prob - Probabilidade do óleo atingir o CVA x.

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

η – número de áreas com probabilidades de presença de óleo diferentes.

P – Probabilidade de presença de óleo em determinada área.

A – Área Atingida.

Cada elemento de grade tem um valor de probabilidade de presença de óleo, e este se refere a uma área (Figura 6).

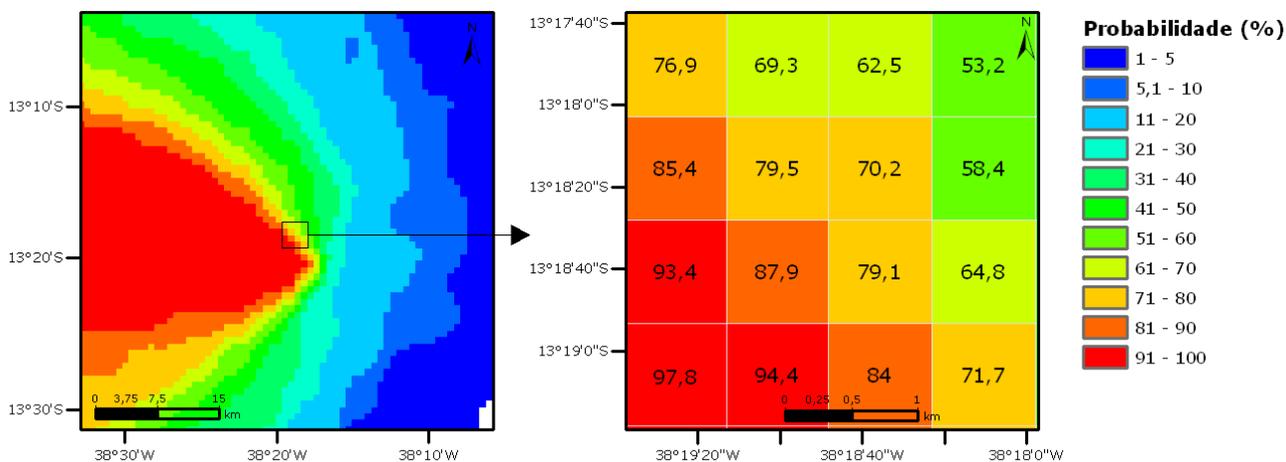


FIGURA 6 - Representação esquemática de um cenário probabilístico, detalhando a direita, os valores de probabilidade em cada elemento de grade.

Para a obtenção da probabilidade ponderada do CVA móvel e/ou com distribuição dispersa ser atingido por óleo, realiza-se o somatório da multiplicação de toda a área atingida por óleo pela sua respectiva probabilidade, e divide-se esse resultado pelo somatório de toda a área com probabilidade de óleo para esse componente, conforme a equação II.8-2 e exemplificado na Figura 7.

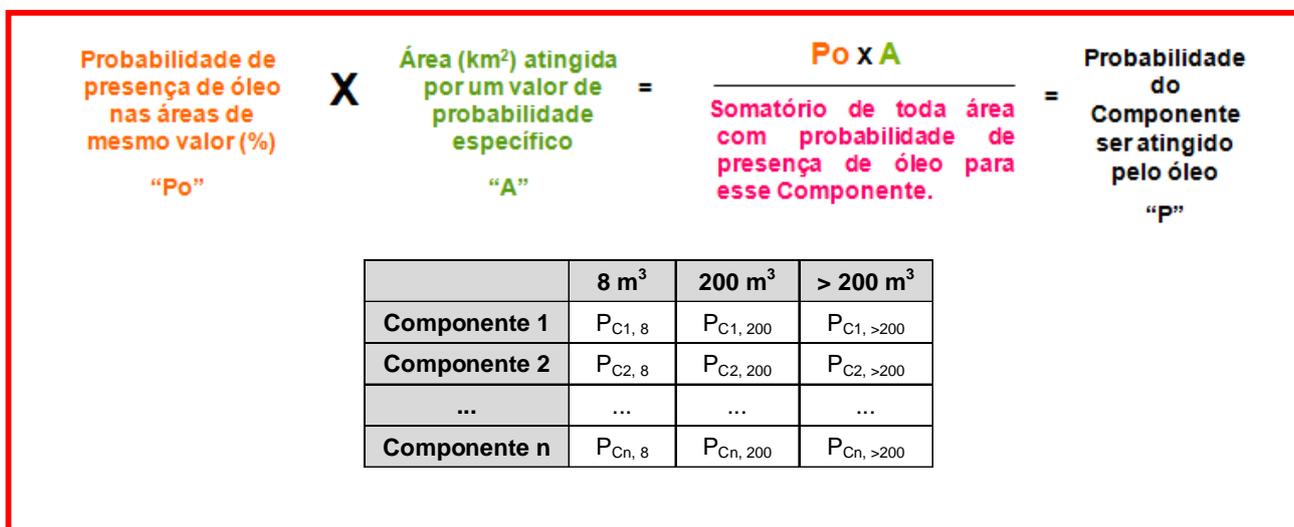


FIGURA 7 - Representação esquemática do cálculo da probabilidade de um CVA ser atingido por óleo, dentro de uma faixa de volume estabelecido.

Ressalta-se que os CVAs situados nas regiões mais abrigadas como as estuarinas também foram consideradas como passíveis de serem atingidas por um vazamento de óleo. Nestes casos, buscando uma abordagem conservadora, a probabilidade considerada foi a registrada na entrada das baías, rios e enseadas. Para a área abordada neste estudo, destacamos as Baías de Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande.

Além disso, para os CVAs considerados sem mobilidade/costeiros (neste caso específico: Manguezais, Praias Arenosas e Costões Rochosos) utilizou-se, para o cálculo do Risco, o maior valor de probabilidade encontrado em cada cenário de vazamento modelado.

• **RISCO AMBIENTAL**

Uma vez obtida a frequência de ocorrência dos cenários acidentais e a probabilidade de cada CVA ser atingido por óleo, calcula-se o risco ambiental para cada componente, em cada faixa de volume e cenário sazonal (Figura 8) pela fórmula abaixo:

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

II.8-3

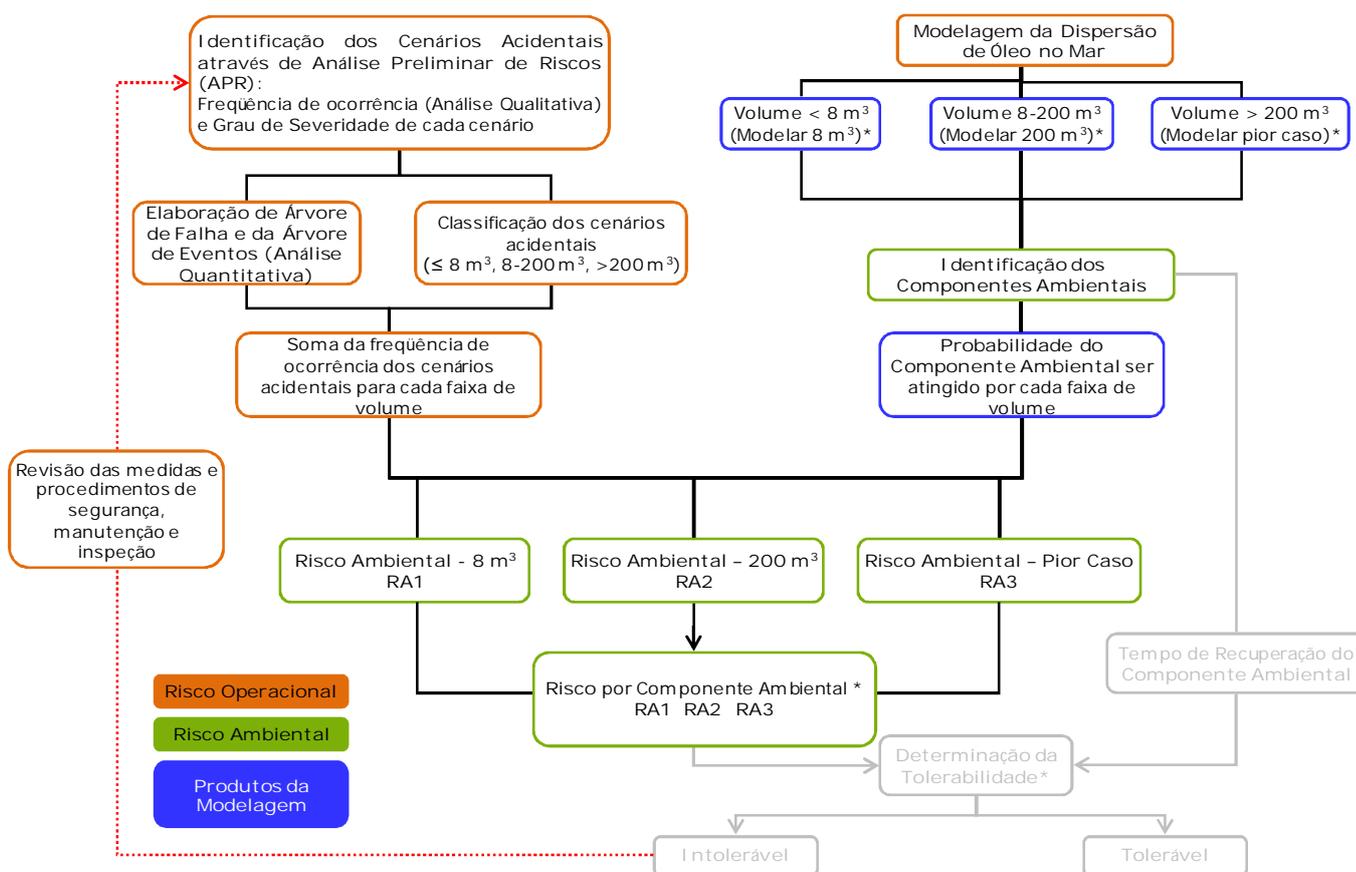
RA - Risco Ambiental da CVA x.

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

F_{total-y} - Frequência de ocorrência dos cenários acidentais na faixa de volume y.

y - Faixa de volume.

Prob - Probabilidade do óleo atingir o CVA x.



* Realizado para cada cenário sazonal (Verão e Inverno)

FIGURA 8 – Organograma 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 1 – Exemplo de resultado encontrado para após o cálculo do Risco Ambiental para cada componente.

	8 m ³	200 m ³	> 200 m ³
Componente 1	RA _{C1, 8}	RA _{C1, 200}	RA _{C1, >200}
Componente 2	RA _{C2, 8}	RA _{C2, 200}	RA _{C2, >200}
...
Componente n	RA _{Cn, 8}	RA _{Cn, 200}	RA _{Cn, >200}

Com o Risco Ambiental calculado, é necessário agora determinar se o valor encontrado é considerado tolerável, ou seja, se o tempo de recuperação do CVA é insignificante em comparação com o tempo de recorrência do dano.

O tempo de recuperação de cada CVA, essencial para o cálculo da tolerabilidade, foi estimado por meio de informações disponíveis em bibliografias especializadas tanto nacionais quanto internacionais, buscando adequação à seguinte classificação:

TABELA 2 – Categorias consideradas para a classificação dos CVA segundo o tempo de recuperação encontrado.

Tempo de Recuperação	Categoria de Conseqüência
0,1 – 1 ano	Menor
1 – 3 anos	Moderada
3 – 10 anos	Considerável
> 10 anos	Grave

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

Uma vez estabelecido o tempo de recuperação para cada CVA e os valores de Risco Ambiental pode-se calcular a Tolerabilidade. A NORSOK Standart (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”.

Desta 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 uma relação entre os Riscos Ambientais e o Tempo de Recuperação associado a cada CVA, conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Tolerabilidade} = \frac{\text{Tempo de Recuperação}}{1 / \text{Risco Ambiental}}$$

Portanto, a tolerabilidade foi calculada para cada CVA, nas diferentes faixas de volume e cenários sazonais, considerando as duas modelagens de dispersão de óleo elaboradas, totalizando, no máximo, 6 (seis) resultados para cada CVA.

A Tolerabilidade do risco pode ser entendida como um limite no qual os riscos são aceitáveis. Os riscos acima deste limite devem ser reduzidos até a região considerada aceitável, comparando os custos das medidas de redução a serem implementadas aos benefícios em termos de segurança.

Para avaliar a tolerabilidade do empreendimento foi realizada uma análise conjunta entre os valores de tolerabilidade calculados e o tempo de recorrência de uma possível perturbação a um CVA.

O Tempo de Recorrência apresentado é o espaço de tempo entre eventos de vazamento de óleo no mar que, potencialmente, causariam danos a um determinado CVA. Ele é apresentado em anos e é oriundo do valor atribuído ao Risco Ambiental.

Em caso de ocorrência de risco intolerável os procedimentos e instalações que originaram o quadro de riscos e cenários acidentais serão revistos e novos cálculos serão realizados, até que o risco ambiental seja considerado tolerável.

A Figura 9 apresenta o organograma explicativo da metodologia adotada e a seguir são apresentados os resultados para a atividade de desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo a ser desenvolvida nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40.

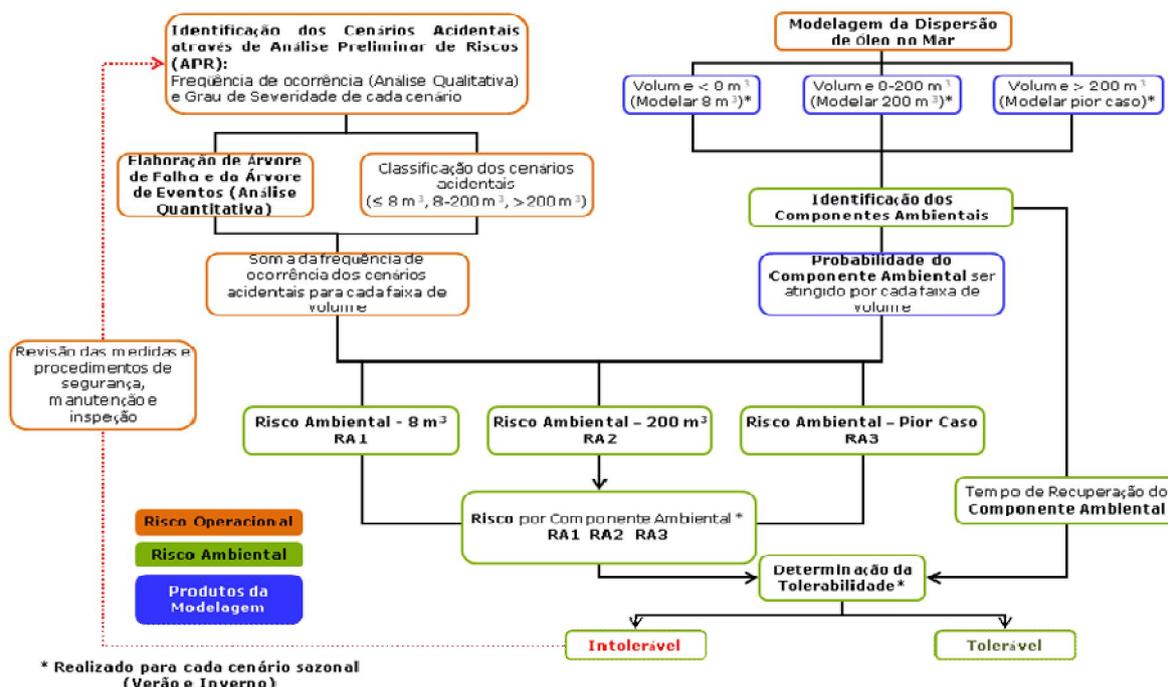


FIGURA 9 – Organograma com as etapas para o cálculo do Risco Ambiental.

C) RESULTADOS

1. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Os principais sistemas e subsistemas das Unidades de Produção, FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4, bem como os seus dispositivos de segurança mais relevantes, estão descritos no item II.2 (Caracterização da Atividade).

2. ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES AMBIENTAIS

Não se dispõe atualmente, no Brasil, de bases de dados consolidadas sobre acidentes ambientais em atividades de E&P *offshore*. Assim, a análise histórica de acidentes ambientais buscou se apoiar em fontes confiáveis de informações sobre a ocorrência, em outras partes do mundo, de eventos acidentais com os tipos de instalações previstas na atividade de desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40. Dentre as fontes consultadas, as seguintes foram consideradas as mais apropriadas para esta finalidade:

1) Para eventos acidentais em plataformas satélites (*wellhead platforms*): *Accident statistics for Fixed Offshore Units on the UK Continental Shelf 1980 – 2005*, Health and Safety Executive (HSE), Reino Unido, 2007.

2) Para eventos acidentais em FPSOs: *Accident statistics for Floating Offshore Units on the UK Continental Shelf 1980 – 2005*, Health and Safety Executive (HSE), Reino Unido, 2007

3) Para eventos de perda de contenção em *risers*: *Quantitative risk assessment datasheet directory*, E&P Forum, 1996.

4) Para *blowouts* durante a perfuração de poços de desenvolvimento e durante a produção ou intervenção em poços produtores: *Report of the Expert Panel on Science Issues Related to Oil and Gas Activities*, Royal Society of Canada (RSC), 2004.

2.1. Eventos Acidentais em Plataformas Fixas (WHPs) e FPSOs

Os estudos HSE (2007) e HSE (2007a) foram preparados pela *Det Norske Veritas* (DNV) para o *Health and Safety Executive* (HSE) e reúnem informações sobre acidentes em unidades *offshore*, fixas e flutuantes, ocorridos na plataforma continental do Reino Unido, no período de 1980 a 2005. Os estudos se basearam nos seguintes bancos de dados:

- ORION (antigo *Sun Safety System*), HSE *Offshore Safety Division*, Reino Unido;
- *Offshore Blowout Database* BLOWOUT, SINTEF, Noruega;
- *Worldwide Offshore Accident Databank* WOAD, Det Norske Veritas (DNV), Noruega; e
- MAIB *accident database*, *Marine Accidents Investigation Bureau*, Reino Unido.

Em ambos os estudos, os acidentes são analisados identificando as ocorrências a eles relacionadas, de acordo com 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.
- **Contato:** Colisões/contatos acidentais entre embarcações engajadas na atividade de óleo e gás na plataforma afetada, p.ex. embarcações de apoio, de suprimentos ou stand-by, rebocadores ou helicópteros, e instalações *offshore* (móveis ou fixas).
- **Acidente com guindaste:** Qualquer evento causado por ou envolvendo guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga.
- **Explosão:** sobrepressão.
- **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.
- **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.
- **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:** Outros eventos não os especificados acima.

A Tabela 3, a seguir, apresenta dados estatísticos relacionados a liberações acidentais de óleo cru e diesel ocorridas em unidades fixas em todo o mundo.

TABELA 3 – Número de liberações acidentais de óleo cru, óleo diesel ou outras substâncias químicas ocorridas em unidades fixas em todo o mundo

Quantidade Liberada	Período		
	1970-1979	1980-1997	1970-1997
Entre 0 e 9 toneladas	13	337	350
Entre 10 e 100 toneladas	4	47	51
Entre 100 e 1.000 toneladas	1	13	14
Entre 1.000 e 10.000 toneladas	5	5	10
Maior que 10.000 toneladas	1	3	4
TOTAL	24	405	429

Fonte: DNV, 1999, p. 5.4

➤ PLATAFORMAS FIXAS (WHPs)

Com relação à exposição ao risco, a Tabela 4 apresenta o número de unidades-ano correspondente às plataformas satélites em operação na plataforma continental do Reino Unido nos períodos 1980-1989, 1990-2003 e 1980-2005.

TABELA 4 – Número de WHPs em operação na plataforma continental do Reino Unido (unidades-ano).

	Período	
	1980-1989	1990-2005
	151	1.099
		1.250

Fonte: HSE, 2007, p. 8

A Tabela 5 apresenta o número e a frequência de acidentes em plataformas satélites, por período.

TABELA 5 – Número e frequência de acidentes (por unidade-ano) em WHPs em operação na plataforma continental do Reino Unido.

Período					
1980-1989		1990-2005		1980-2003	
N	F	N	F	N	F
13	$8,6 \times 10^{-2}$	338	$3,08 \times 10^{-1}$	351	$2,81 \times 10^{-1}$

Fonte: HSE, 2007, p. 14

A Tabela 6 apresenta o número e a frequência de ocorrências relacionadas aos acidentes em plataformas satélites, por período.

TABELA 6 – Número e frequência de ocorrências (por unidade-ano) relacionadas a acidentes em WHPs em operação na plataforma continental do Reino Unido.

Tipo de evento	Período					
	1980-1989		1990-2005		1980-2005	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	---	---	---	---	---	---
<i>Blowout</i>	1	$6,6 \times 10^{-3}$	---	---	1	$8,0 \times 10^{-4}$
Emborcamento	---	---	---	---	---	---
Colisão externa	---	---	6	$5,5 \times 10^{-3}$	6	$4,8 \times 10^{-3}$
Contato	1	$6,6 \times 10^{-3}$	14	$1,3 \times 10^{-2}$	15	$1,2 \times 10^{-2}$
Acidente com guindaste	3	$2,0 \times 10^{-2}$	45	$4,1 \times 10^{-2}$	48	$3,8 \times 10^{-2}$
Explosão	---	---	---	---	---	---
Queda de carga	4	$2,7 \times 10^{-2}$	58	$5,3 \times 10^{-2}$	62	$5,0 \times 10^{-2}$
Incêndio	4	$2,7 \times 10^{-2}$	29	$2,6 \times 10^{-2}$	33	$2,6 \times 10^{-2}$
Afundamento	---	---	---	---	---	---
Encalhe	---	---	---	---	---	---
Acidente de helicóptero	---	---	---	---	---	---
Inundação	---	---	---	---	---	---
Adernamento	---	---	---	---	---	---
Falha de máquinas	---	---	---	---	---	---
Perda de posição	---	---	---	---	---	---
Derramamento	4	$2,7 \times 10^{-2}$	223	$2,03 \times 10^{-1}$	227	$1,82 \times 10^{-1}$
Dano estrutural	---	---	---	---	---	---
Acidente de reboque	---	---	---	---	---	---
Problema no poço	1	$6,6 \times 10^{-3}$	14	$1,32 \times 10^{-2}$	15	$1,2 \times 10^{-2}$
Outros	---	---	-	-	-	-

Fonte: HSE, 2007, p.18

➤ FPSOs

Com relação à exposição ao risco, a Tabela 7 apresenta o número de unidades-ano correspondente aos FPSOs em operação na plataforma continental do Reino Unido nos períodos 1980-1989, 1990-2005 e 1980-2005.

TABELA 7 – Número de FPSOs em operação na plataforma continental do Reino Unido (unidades-ano).

Tipo de FPSO	Período		
	1980-1989	1990-2005	1980-2005
Construído	1,8	94,5	96,3
Convertido	---	27,0	27,0
TOTAL	1,8	121,5	123,3

Fonte: HSE, 2007a, p. 13

A Tabela 8 apresenta o número e a frequência de acidentes em FPSOs, por período.

TABELA 8 – Número e frequência de acidentes (por unidade-ano) em FPSOs em operação na plataforma continental do Reino Unido.

Período					
1980-1989		1990-2005		1980-2005	
N	F	N	F	N	F
---	---	482	3,967	482	3,909

Fonte: HSE, 2005a, p. 22

A Tabela 9 apresenta o número e a frequência de ocorrências relacionadas aos acidentes em FPSOs, por período.

TABELA 9 – Número e frequência de ocorrências (por unidade-ano) relacionadas a acidentes em FPSOs em operação na plataforma continental do Reino Unido.

Tipo de evento	Período					
	1980-1989		1990-2005		1980-2005	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	---	---	13	$1,07 \times 10^{-1}$	13	$1,05 \times 10^{-1}$
<i>Blowout</i>	---	---	---	---	---	---
Emborcamento	---	---	---	---	---	---
Colisão externa	---	---	---	---	---	---
Contato	---	---	11	$9,1 \times 10^{-2}$	11	$8,9 \times 10^{-2}$
Acidente com guindaste	---	---	56	$4,61 \times 10^{-1}$	56	$4,54 \times 10^{-1}$
Explosão	---	---	2	$1,6 \times 10^{-2}$	2	$1,6 \times 10^{-2}$

Tipo de evento	Período					
	1980-1989		1990-2005		1980-2005	
	N	F	N	F	N	F
Queda de carga	---	---	70	$5,76 \times 10^{-1}$	70	$5,68 \times 10^{-1}$
Incêndio	---	---	54	$4,44 \times 10^{-1}$	54	$4,38 \times 10^{-1}$
Afundamento	---	---	---	---	---	---
Encalhe	---	---	---	---	---	---
Acidente de helicóptero	---	---	1	$8,2 \times 10^{-3}$	1	$8,1 \times 10^{-3}$
Inundação	---	---	1	$8,2 \times 10^{-3}$	1	$8,1 \times 10^{-3}$
Adernamento	---	---	1	$8,2 \times 10^{-3}$	1	$8,1 \times 10^{-3}$
Falha de máquinas	---	---	1	$8,2 \times 10^{-3}$	1	$8,1 \times 10^{-3}$
Perda de posição	---	---	1	$8,2 \times 10^{-3}$	1	$8,1 \times 10^{-3}$
Derramamento	---	---	319	2,626	319	2,587
Dano estrutural	---	---	5	$4,1 \times 10^{-2}$	5	$4,1 \times 10^{-2}$
Acidente de reboque	---	---	---	---	---	---
Problema no poço	---	---	2	$1,6 \times 10^{-2}$	2	$1,6 \times 10^{-2}$
Outros	---	---	23	$1,89 \times 10^{-1}$	23	$1,87 \times 10^{-1}$

Fonte: HSE, 2007a, pp. A-37 e A-42

2.2. Eventos de Perda de Contenção em Risers

Os dados apresentados pelo E&P Forum (1996) sobre eventos de perda de contenção em *risers* foram obtidos do relatório “PARLOC 92 – *The update of loss of containment data for offshore pipelines*”, elaborado pela AME (*Advanced Mechanics & Engineering Ltd.*) para o *Health and Safety Executive* (HSE). Este relatório reúne informações fornecidas por operadores e autoridades regulamentadoras referentes a incidentes ocorridos em um universo de 902 *risers* em operação em vários setores do Mar do Norte até o final de 1991, totalizando uma exposição de aproximadamente 7.700 *risers*-ano.

A Tabela 10 apresenta a exposição, o número de incidentes e a frequência de perda de contenção em *risers* rígidos e flexíveis.

TABELA 10 – Exposição, número de incidentes e frequência de perda de contenção em *risers*

Tipo de riser	Exposição (risers-ano)	Número de incidentes	Frequência (/riser-ano)
Rígido, diâmetro entre 2" e 8"	2.083	1	$4,8 \times 10^{-4}$
Rígido, diâmetro maior que 10"	5.249,2	5	$9,5 \times 10^{-4}$
Flexível	404,1	2	$5,0 \times 10^{-3}$

Fonte: E&P Forum (1996), Seção 9, p. 6

2.3. *Blowouts* durante a Perfuração de Poços de Desenvolvimento e durante a Produção ou Intervenção em Poços Produtores

Particularmente com relação a liberações de óleo decorrentes de *blowouts*, estudo recente da *Royal Society of Canada* (2004) relata algumas estimativas sobre a frequência de ocorrência destes eventos. A Tabela 11 apresenta os valores calculados por Husky (2000), *apud* RSC (2004), com base em dados históricos, para a frequência média de derramamentos de óleo decorrentes de *blowouts* durante a perfuração de poços de desenvolvimento e durante a produção ou intervenção em poços produtores. Valores bastante inferiores de frequência de *blowouts* e das quantidades de óleo potencialmente derramadas nestes eventos são esperados para a atividade de desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, devido às características do óleo e do reservatório.

TABELA 11 – Frequência de derramamentos de óleo decorrentes de *blowouts*.

Situação	Quantidade derramada	
	> 10.000 bbl (1.600 m ³)	> 150.000 bbl (24.000 m ³)
Perfuração de poços de desenvolvimento (por poço)	7,8 x 10 ⁻⁵	3,9 x 10 ⁻⁵
Poços produtores (por poço-ano)	2,5 x 10 ⁻⁵	1,0 x 10 ⁻⁵

Fonte: Husky, 2000, *apud* RSC, 2004, p. 87

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 conseqüências, tal como quantidade de produto derramado, ainda há poucos estudos quanto aos impactos crônicos sobre espécies ou ecossistemas (ITOPF, 2009; CEDRE, 2009). Mesmo quanto esses estudos estão disponíveis, não se apresentam muitos dados quantitativos acerca desses impactos. Sendo assim, a Tabela 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 com 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 recentemente, no mês de abril de 2010, houve um acidente no Golfo do México com a plataforma da BP (*British Petroleum*) *Deepwater Horizon*, o qual resultou no vazamento de milhares de barris de petróleo na região, causando o fechamento de diversos locais de pesca e a morte de animais. Todavia, em virtude de a magnitude total de seus impactos ainda não ter sido totalmente determinada, o mesmo não será reportado na Tabela 12. Ressalta-se que apesar deste acidente ser considerado de grande magnitude, a atividade pesqueira foi reiniciada sete meses após o poço Macondo ter sido totalmente controlado.

TABELA 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
Navio-tanque SS Witwater	Costa do Caribe no Panamá, a aproximadamente e 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 [13]
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]

³ As referências bibliográficas utilizadas estão apresentadas ao final deste item.

TABELA 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
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 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
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]
Barçaça 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 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
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], [10], [11] e [12]
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 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
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 ² de costa. Foi o maior vazamento em águas norte-americanas, sendo, conseqüentemente, 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 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
Poços	Golfo Pérsico	1991	entre 700.000 e 900.000 ton	Óleo cru	Guerra do Golfo	1.554 km ²	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 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
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>Turismo → 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>Pesca comercial → 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 km². 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 subseqüentes.</p> <p>Impactos costeiros → costões rochosos, morte de gastrópodes em sua maioria em áreas de contaminação por óleo fresco (próximas ao vazamento).</p> <p>Aves → 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 12 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ³
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]

¹ **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. Acessado em Novembro de 2009.
- [3] www.cedre.fr. Acessado em Novembro de 2009.
- [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. Acessado em Novembro de 2009.
- [7] YENDER, R.A. & MEARNIS, 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: www.iosc.org/papers. Acessado em Novembro de 2009.
- [9] <http://rpitt.eng.ua.edu>. Acessado em Novembro de 2009.
- [10] www.galapagos.to. Acessado em Novembro de 2009.
- [11] www.cdnn.info. Acessado em Novembro de 2009.
- [12] www.darwinfoundation.org. Acessado em Novembro de 2009.
- [13] NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2001. **Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations**. 80pp.

3. IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

(A) Introdução

No contexto de uma Análise de Riscos, um cenário de acidente (também denominado hipótese acidental ou simplesmente acidente) é definido como uma seqüência de eventos específicos, não propositais, que tenham consequências indesejáveis. O primeiro evento da seqüência 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 ao 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 seqüência 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.

(B) Metodologia Empregada

A metodologia empregada para identificação e avaliação dos eventos perigosos relacionados à atividade de produção nos Blocos BM-C-39 E BM-C-40 foi a Análise Preliminar de Riscos (APR).

O escopo da APR abrange todos os eventos perigosos com consequências ambientais indesejáveis associados à atividade de perfuração, englobando tanto as falhas intrínsecas de componentes ou sistemas, como eventuais erros operacionais, nas atividades de perfuração e de apoio.

Na APR, busca-se identificar as causas de cada um dos eventos indesejáveis e as suas respectivas consequências, sendo feita então, uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência dos cenários acidentais (a partir da Análise Histórica de Acidentes, subitem II.8.2 deste estudo) bem como uma análise quantitativa da frequência de ocorrência, da severidade das consequências e do risco associado.

Além da avaliação da frequência de ocorrência, a técnica permite uma análise quantitativa da massa de produto (inventário) contida nos limites de equipamentos e sistemas do empreendimento. O tipo de falha permite assim determinar o agente estressor (óleo e produtos químicos) e a magnitude do poluente que pode ser liberada no ambiente, obtendo juntamente com a análise da sensibilidade ambiental uma avaliação do dano ambiental, que é definida como severidade.

Nesta análise não foram consideradas apenas aquelas Hipóteses Acidentais que causassem uma emissão direta para o meio-ambiente, dado que a maioria dos acidentes resulta de uma sequência de eventos, cuja causa inicial pode ser insignificante para o meio ambiente, porém, seu processo de desdobramento pode levar a outros danos mais severos.

Foram então considerados os pequenos e grandes vazamentos que possam resultar em evolução do acidente, num escalonamento, estando os efeitos resumidos na Tabela 13. Os efeitos foram estimados em função das dimensões do acidente e do ambiente onde ocorrem, com base em análise de instalações similares e na experiência dos componentes do grupo de trabalho.

TABELA 13 – Avaliação da possibilidade de evolução de acidentes

INTENSIDADE DO VAZAMENTO	ÁREA	POSSÍVEIS EFEITOS
Pequeno	Aberta	Nenhum
Pequeno	Fechada	Efeitos físicos (ex. incêndios, explosões, etc.) com possibilidade de propagação.
Médio	Aberta ou fechada	Efeitos físicos com possibilidade de propagação.
Grande	Aberta ou fechada	Efeitos físicos com possibilidade de propagação.

Para a avaliação dos efeitos físicos foi considerada a existência de possíveis fontes de ignição e, para uma possível propagação dos efeitos para outros locais da unidade/ embarcação, foi considerada a existência ou não de um inventário significativo de material inflamável nas proximidades dos pontos de vazamento. Ou seja, existindo possíveis fontes de ignição, supõe-se que haverá ignição do material liberado, que dependendo do ambiente ser fechado ou não e de haver uma quantidade significativa de material inflamável ou não, implicará em determinada severidade de consequências.

Foi considerado neste estudo que todos os grandes vazamentos poderão sofrer ignição, em virtude da presença de diversas fontes de ignição em embarcações deste tipo, podendo levar à máxima severidade de efeitos físicos. Todavia, no que diz respeito aos pequenos vazamentos, apenas aqueles que ocorram em áreas fechadas foram considerados como sujeitos a propagarem-se para outros focos. Para o médio vazamento, dependendo do inventário vazado e da área (aberta ou fechada) pode haver ignição ou não.

Para fins de avaliação das frequências de ocorrências dos eventos iniciadores identificados, foram utilizadas diversas fontes de dados, como por exemplo: OREDA; AICHe; TNO, HSE e WOAD.

A realização da Análise Preliminar de Riscos (APR) propriamente dita foi obtida através da construção de uma planilha tal como a apresentada na Figura 10.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA:					FOLHA:			
DEPARTAMENTO:					REVISÃO:			
SISTEMA:			SUBSISTEMA:		DATA:			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Hipótese Acidental

FIGURA 10 – Modelo de APR

Na análise de APR são empregadas as seguintes definições para o preenchimento das colunas:

1ª coluna: Perigo

Esta coluna contém os potenciais perigos identificados em uma análise preliminar. Perigos são eventos acidentais com potencial de causar danos às instalações, aos operadores, ao público ou ao meio ambiente.

2ª coluna: Causas

As causas de cada evento são listadas nesta coluna. Estas causas podem envolver tanto falhas intrínsecas dos equipamentos (rupturas, falhas de instrumentação, etc.), como erros humanos de operação.

3ª coluna: Modo de Detecção

Nesta coluna são apresentados os possíveis modos de detecção de acidentes, através da própria percepção humana ou por meio de instrumentos indicados para tal finalidade.

4ª coluna: Efeitos

Os possíveis danos ao meio ambiente e instalações para cada evento são identificados nesta coluna. São incluídas a fauna, flora e instalações (ecossistemas/meio ambiente).

5ª coluna: Categoria de Frequência

Os cenários de acidentes são classificados em categorias de frequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência, para cada uma das Hipóteses Acidentais identificadas, conforme indicado na Tabela 14.

TABELA 14 – Categorias de frequências

CATEGORIA DE FREQUÊNCIA	DENOMINAÇÃO	FAIXA (OC./ANO)	DESCRIÇÃO
A	Extremamente Remota	$F < 10^{-4}$	Não deverá ocorrer durante a vida útil da instalação. Não há registro anterior de ocorrência para as condições operacionais da análise.
B	Remota	$10^{-4} \leq F < 10^{-3}$	Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação
C	Ocasional	$10^{-3} \leq F < 10^{-2}$	Improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação
D	Provável	$10^{-2} \leq F < 10^{-1}$	Provável de ocorrer durante a vida útil da instalação
E	Frequente	$F \geq 10^{-1}$	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação

6ª coluna: Categoria de Severidade

A *severidade* representa uma mensuração do dano esperado associado a uma determinada hipótese acidental. É o resultado da combinação de diversos elementos, tais como o produto envolvido, o inventário (ou capacidade da fonte) disponível para liberação, a possibilidade de propagação, confinamento, e outros. São consideradas 04 (quatro) classes de severidade, apresentadas na Tabela 15, com o intuito de obter a magnitude do dano.

TABELA 15– Classes de severidade.

CATEGORIA DE SEVERIDADE	DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICA
I	Menor	Vazamentos de até 8 m ³ ($0 < V \leq 8 \text{ m}^3$)
II	Média	Vazamentos entre 8 m ³ e 200 m ³ ($8 < V \leq 200 \text{ m}^3$)
III	Crítica	Vazamentos maiores que 200 m ³ e menores que 11.200 m ³ ($200 < V \leq 11.200 \text{ m}^3$)
IV	Catastrófica	Vazamentos acima de até 11.200 m ³ ($V > 11.200 \text{ m}^3$)

7ª coluna: Risco

A coluna risco é obtida através da combinação das categorias de *frequências* com as de *severidade*, gerando uma indicação qualitativa do *nível de risco* de cada um dos cenários identificados e avaliados neste estudo. A Matriz de Risco (Tabela 16) apresentada a seguir, classifica os cenários de Risco Baixo, Risco Médio e Risco Alto.

TABELA 16 – Matriz de riscos

MATRIZ DE RISCO				
Frequência	Severidade			
	I - Menor	II - Média	III - Crítica	IV - Catastrófica
A – Extremamente Remota	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco médio
B - Remota	Risco baixo	Risco baixo	Risco médio	Risco médio
C – Ocasional	Risco baixo	Risco médio	Risco médio	Risco alto
D – Provável	Risco médio	Risco médio	Risco alto	Risco alto
E– Frequente	Risco médio	Risco alto	Risco alto	Risco alto

Após a confecção das planilhas com os perigos identificados para cada um dos sistemas analisados, são apresentadas matrizes onde os quantitativos das hipóteses acidentais são classificados de acordo com as respectivas categorias de riscos.

8ª coluna: Recomendações

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

9ª coluna: Hipótese Acidental

Nesta coluna é apresentada uma classificação numérica para a hipótese acidental analisada.

(C) Formulação das Hipóteses Acidentais

As hipóteses acidentais avaliadas neste estudo foram formuladas a partir da análise dos fluxogramas dos principais sistemas das unidades de produção (FPSO OSX-3 e WHPs 2 e 4), os quais são apresentados no **Anexo A**, além das unidades de apoio envolvidas na operação, que possam gerar danos ao meio ambiente.

Todos os cenários e hipóteses acidentais identificados foram classificados, com base na Resolução CONAMA 398/08, de acordo com o seguinte critério:

- **Pequeno Vazamento (Faixa 1):** volume vazado $\leq 8 \text{ m}^3$
- **Médio Vazamento (Faixa 2):** $8 \text{ m}^3 < \text{volume vazado} \leq 200 \text{ m}^3$
- **Grande Vazamento (Faixa 3):** volume vazado $> 200 \text{ m}^3$

(D) Sistemas Considerados

Com o objetivo de facilitar o estudo, foram realizadas análises individuais para as operações associadas a cada uma das unidades envolvidas na atividade de produção no Bloco BM-C-39 E BM-C-40 (FPSO OSX-3; WHPs 2 e 4; barcos de apoio e barco de instalação), conforme relacionadas a seguir.

➤ *Sistema I – FPSO OSX-3*

- **Subsistema I.1 – Subsea, Riser e Manifold** – Compreende o recebimento de óleo no FPSO OSX-3 a partir das plataformas de produção e teste.
- **Subsistema I.2 – Sistema de Processamento de Óleo Cru** – Compreende a Unidade de Processamento de óleo cru do FPSO OSX-3.
- **Subsistema I.3 – Sistema de Água de Produção** – Compreende o Sistema de Tratamento da água produzida pela Unidade de Processamento de óleo cru do FPSO OSX-3.
- **Subsistema I.4 – Armazenamento de Óleo Cru** – Compreende o armazenamento de óleo cru no FPSO OSX-3 antes de o mesmo ser transferido para o navio aliviador.
- **Subsistema I.5 – Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador (*Offloading*)** – Compreende a transferência de óleo cru do FPSO para o navio aliviador.
- **Subsistema I.6 – Sistema de Gás do FPSO OSX-3** – Compreende os estágios de compressão de gás e a produção de condensado gerado pelo Sistema de Gás do FPSO OSX-3.
- **Subsistema I.7 – Sistema de Gás Combustível** – Compreende o tratamento de gás para a geração de gás combustível da Unidade.
- **Subsistema I.8 – Injeção de Gás / *Gas-lift*** – Compreende o Sistema de gás de injeção e *gas-lift* para as plataformas.
- **Subsistema I.9 – Sistema de Flare e Drenagem** – Compreende o Sistema de Flare e Drenagem do FPSO OSX-3.

- **Subsistema I.10** – Sistema de Injeção de Produtos Químicos – Compreende a estocagem de produtos químicos do FPSO OSX-3.
- **Subsistema I.11** – Estocagem e Circulação de Óleo Diesel - Compreende os tanques e linhas de circulação de fornecimento de óleo diesel do FPSO OSX-3.
- **Subsistema I.12** – Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante - Compreende os tanques e linhas de circulação de óleo lubrificante do FPSO OSX-3.
- **Subsistema I.13** – Afundamento do FPSO – Compreende o vazamento de óleo decorrente do afundamento do FPSO.
 - **Sistema II – Plataformas WHP-2 e WHP-4**
- **Subsistema II.1** – Produção do Poço – Compreende a transferência de óleo cru do poço para as plataformas fixas.
- **Subsistema II.2** – Produção do Poço Satélite e Receptor de Pig do Poço Satélite – Compreende a transferência de óleo cru do poço satélite para a plataforma, passando pelo receptor de Pig das plataformas.
- **Subsistema II.3** – Manifold de Teste / Manifold de Produção / Lançadores de Pig – Compreende os manifolds de teste e produção, passando pelos lançadores de pig das plataformas para o FPSO OSX-3.
- **Subsistema II.4** – Sistema de Gas-lift – Compreende o Sistema de gas-lift das plataformas, passando pelo lançador de pig para o poço satélite.
- **Subsistema II.5** – Gás de Injeção no Poço – Compreende o Sistema de gás de injeção das plataformas, para o poço.
- **Subsistema II.6** – Estocagem e Circulação de Óleo Diesel - Compreende a os tanques de estocagem e as linhas de circulação de fornecimento de óleo diesel das plataformas.
- **Subsistema II.7** – Estocagem Produtos Químicos - Compreende a estocagem de produtos químicos nas plataformas.
- **Subsistema II.8** – Operações de Workover - Compreende a hipótese de ocorrência de perda de controle do poço (*blowout*) durante as operações de *workover* no poço.
 - **Sistema III – Barco de Apoio**
- **Subsistema III.1** – Transferência de Óleo diesel do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3 e WHPs – Compreende a transferência de óleo diesel do Barco de Apoio para as unidades de produção.
- **Subsistema III.2** – Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio – Compreende os tanques de óleo diesel dos Barco de Apoio.

Apresenta-se a seguir, na Tabela 17, as hipóteses acidentais resultantes dos sistemas considerados para a elaboração das planilhas de Análise Preliminar de Riscos (APR).

TABELA 17 – Hipóteses acidentais analisadas

HIPÓTESE ACIDENTAL	SUBSISTEMA	PERIGO
SISTEMA I: FPSO OSX-3		
01	I.1. <i>Subsea, Riser e Manifold</i>	Pequena liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
02		Média liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
03		Grande liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
04	I.2. Sistema de Processamento de Óleo Cru	Pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no Sistema de Processamento de Óleo Cru.
05		Média liberação de óleo cru devido a vazamento em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no Sistema de Processamento de Óleo Cru.
06		Grande liberação de óleo cru devido a vazamento em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no Sistema de Processamento de Óleo Cru.
07	I.3. Sistema de Água de Produção	Pequena liberação de água de produção devido à ruptura do tanque.
08	I.4. Armazenamento de Óleo Cru	Pequena liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques.
09		Média liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques.
10		Grande liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido à ruptura em tanques.
11	I.5. Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador (<i>Offloading</i>)	Pequena liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.
12		Média liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.
13		Grande liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.
14	I.6. Sistema de Gás do FPSO OSX-3	Pequena liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.

HIPÓTESE ACIDENTAL	SUBSISTEMA	PERIGO
15	I.6. Sistema de Gás do FPSO OSX-3	Média liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.
16		Grande liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.
17		Pequena liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.
18		Média liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.
19	I.7. Sistema de Gás Combustível	Pequena liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3.
20		Média liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3.
21		Grande liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3.
22	I.8. Injeção de Gás / Gas-lift	Pequena liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na Injeção de gás / <i>gas-lift</i> .
23		Média liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i> .
24		Grande liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i> .
25	I.9. Sistema de Flare e Drenagem	Pequena liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de <i>flare</i> .
26		Média liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de <i>flare</i> .
27		Pequena liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.
28		Média liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.

HIPÓTESE ACIDENTAL	SUBSISTEMA	PERIGO
29	I.9.Sistema de <i>Flare</i> e Drenagem	Grande liberação de efluente oleoso devido à ruptura em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.
30	I.10.Sistema de Injeção de Produtos Químicos	Pequena liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do Sistema de Injeção de Produtos Químicos.
31		Média liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do Sistema de Injeção de Produtos Químicos.
32	I.11.Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Pequena liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.
33		Média liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.
34		Grande liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.
35	I.12. Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante	Pequena liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.
36		Média liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.
37	I.13.Afundamento do FPSO	Grande liberação de óleo (cru, diesel e lubrificante) devido ao afundamento do FPSO.
SISTEMA II: WHP-2 E WHP-4		
38	II.1.Produção do Poço	Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas.
39		Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas.
40	II.2. Produção do Poço Satélite e Receptor de <i>Pig</i> do Poço Satélite	Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas.
41		Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas.
42	II.3. <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs.	Pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs.
43		Média liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs.

HIPÓTESE ACIDENTAL	SUBSISTEMA	PERIGO
44	II.4. Sistema de <i>Gas-lift</i>	Pequena liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas
45		Média liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
46		Grande liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
47	II.5. Gás de Injeção no Poço	Pequena liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
48		Média liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
49		Grande liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.
50	II.6. Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Pequena liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.
51		Média liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.
52	II.7. Estocagem de Produtos Químicos	Pequena liberação de produtos químicos devido à ruptura em tanques de estocagem.
53	II.8. Operações de <i>Workover</i>	Pequena liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.
54		Média liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.
55		Grande liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.
SISTEMA III: BARCO DE APOIO		
56	III.1. Transferência de Óleo diesel do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3 e WHPs	Pequena liberação de óleo diesel durante a sua transferência do barco de apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4.
57	III.2. Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio	Pequena liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).
58		Média liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).
59		Grande liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).

(E) Volumes Liberados de Óleo

Na Tabela 18 são apresentados os volumes liberados de óleo (óleo cru, óleo diesel, água de produção), para cada uma das hipóteses acidentais que resultaram em liberação de óleo para o mar. Para a realização dos cálculos dos volumes liberados, as seguintes considerações foram feitas:

- Considerou-se que todo o vazamento de óleo ocorrido nas áreas internas do FPSO e das plataformas. Tal consideração deve-se ao fato de todos os vazamentos ocorridos dentro da unidade serem contido com anteparas metálicas (tricanizes), as quais evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar; os principais equipamentos e linhas das unidades contam com bacias de contenção cujo conteúdo é direcionado para o sistema de drenagem;
- Para a determinação do volume máximo de óleo cru liberado na alimentação do FPSO OSX-3, foi considerado um vazamento de 10 minutos na vazão máxima de produção de 160.000 bpd (~25.437,4 m³/dia) mais o volume de óleo associado às linhas (~333,44 m³), totalizando 509,99 m³;
- Para a determinação do volume máximo de óleo cru liberado durante o sistema de *offloading* do FPSO OSX-3 para o navio aliviador considerou-se a ocorrência de um vazamento de óleo durante 5 minutos à vazão de *offloading* de 6.625 m³/h (159.000 m³/dia);
- Para a determinação dos volumes máximos de óleo diesel e óleo cru que estocados na unidade que pudessem atingir o mar, considerou-se o volume total do maior tanque de estocagem de cada um destes compostos;
- Para o sistema de drenagem foi considerado que todo o inventário contido nas linhas do FPSO – 7.702 bbl e ao volume de todos os vasos de processo – 1.391 bbl que podem vazar e ir para o tanque de *offspec*;
- Ainda com relação ao sistema de drenagem oleosa, para este sistema o máximo volume de óleo liberado foi determinado em função do inventário de óleo contido nas linhas do FPSO – 7.702 bbl (~1.224 m³) e o volume de todos os vasos de processo da unidade – 1.391 bbl (~221 m³), uma vez que as unidades contam com sistemas de drenagem em que todos os vazamentos de óleo são direcionados para o tanque de *offspec*. Desta forma considerou-se que o volume máximo de óleo presente no tanque de *offspec* é de 1.445 m³, o qual corresponde a aproximadamente 10% da capacidade total do tanque de *offspec* (14.418,2 m³);
- Para o sistema de água de produção no FPSO conservativamente considerou-se a concentração máxima de óleo na água de produção, a qual é direcionada para o tanque de *offspec*, como sendo de 200 ppm;
- Para a determinação do volume máximo de óleo liberado devido ao afundamento do FPSO considerou-se a liberação da capacidade total de estocagem de óleo no FPSO – 1.511.000 bbl, o volume das linhas – 7.702 bbl e ao volume dos vasos de processo – 1.391 bbl, totalizando 1.520.093 bbl (~ 241.675,47 m³);

- Analogamente ao que fora considerado para o FPSO, para a determinação do máximo volume de óleo liberado na alimentação das WHPs foi considerado o volume vazado em 10 minutos na vazão máxima de produção de 20.000 bpd ($\sim 3.180 \text{ m}^3/\text{dia}$) mais o volume de óleo contido nas linhas de produção do poço ($\sim 114,92 \text{ m}^3$), totalizando 137 m^3 ;
- Para o sistema de *manifold* de produção e teste o volume máximo de óleo passível de atingir o mar foi determinado considerando-se um vazamento ocorrido durante 10 minutos com a vazão máxima de produção da atividade, 160.000 bpd ($\sim 25.437,4 \text{ m}^3/\text{dia}$);
- O volume máximo de óleo liberado devido à ocorrência de perda de controle do poço (*blowout*) durante as operações de *workover* foi calculado considerando-se um vazamento de óleo durante 30 dias a uma vazão de liberação de $1.590 \text{ m}^3/\text{dia}$;
- Com relação à liberação máxima de óleo diesel durante o seu transporte nos barcos de apoio esta foi determinada considerando-se a capacidade máxima de óleo diesel nestas embarcações, cujo volume corresponde a 1.699 m^3 (Capacidade máxima de armazenamento de óleo dentre as embarcações de apoio a serem utilizadas - *Skandi Emerald*);
- O tempo necessário para a detecção e interrupção do bombeio foi estimado como sendo de no máximo 3 minutos para as operações de transferência de óleo diesel do Barco de Apoio para o FPSO e plataformas;

De acordo com as premissas supracitadas dentre todos os sistemas e subsistemas analisadas foram identificadas as hipóteses acidentais listadas abaixo como sendo capazes de causar liberação de óleo que atinja o mar.

TABELA 18 – Hipóteses acidentais envolvendo vazamento de óleo para o mar

Hipótese Acidental	Sistema	Subsistema	
01, 02 e 03	I. FPSO OSX-3	<i>Subsea, Riser e Manifold</i>	
07		Sistema de Água de Produção	
08, 09 e 10		Armazenamento de Óleo Cru	
11, 12 e 13		Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador	
27, 28 e 29		Sistema de <i>Flare</i> e Drenagem	
32, 33 e 34		Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	
35 e 36		Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante	
37		Afundamento do FPSO	
38 e 39		II. WHPs	Produção do Poço
40 e 41			Produção do Poço Satélite e Receptor de <i>Pig</i> do Poço Satélite
42 e 43	<i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i>		
50 e 51	Estocagem e Circulação de Óleo Diesel		
53, 54 e 55	Operações de <i>Workover</i>		
56	III. Barcos de Apoio	Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para as WHPs e para o FPSO	
57, 58 e 59		Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio	

Os volumes liberados de óleo para as hipóteses acidentais listadas na Tabela 18 são apresentados a seguir na Tabela 19.

TABELA 19 – Cálculo dos volumes liberados de óleo capazes de atingir o mar

Hipótese Acidental	Produto	Volume armazenado em tanques e linhas [m ³]	Vazão de bombeio / fluxo	Tempo Máximo de interrupção	Volume de óleo liberado na transferência [m ³]	Porção de óleo liberado que atinge o mar	Volume derramado no mar [m ³]
01	Óleo Cru	333,34	160.000 bpd (25.437,4 m ³ /dia)	10 min	8	100%	8
02	Óleo Cru	333,34	160.000 bpd (25.437,4 m ³ /dia)		200	100%	200
03	Óleo Cru	333,34	160.000 bpd (25.437,4 m ³ /dia)		176,65	100%	509,99
07	Água de Produção	14.418,2	-	-	-	200 ppm	2,88
08	Óleo Cru	37.287	-	-	-	100%	8
09	Óleo Cru	37.287	-	-	-	100%	200
10	Óleo Cru	37.287	-	-	-	100%	37.287
11	Óleo Cru	-	6.625 m ³ /h	5 min	8	100%	8
12	Óleo Cru	-	6.625 m ³ /h		200	100%	200
13	Óleo Cru	-	6.625 m ³ /h		600	100%	552
27	Efluente Oleoso	14.418,2	-	-	-	10%	8
28	Efluente Oleoso	14.418,2	-	-	-	10%	200
29	Efluente Oleoso	14.418,2	-	-	-	10%	1.445
32	Óleo Diesel	2.087,2	-	-	-	100%	8
33	Óleo Diesel	2.087,2	-	-	-	100%	200
34	Óleo Diesel	2.087,2	-	-	-	100%	2.087,2
35	Óleo Lubrificante	69,1	-	-	-	100%	8
36	Óleo Lubrificante	69,1	-	-	-	100%	69,1
37	Óleo Cru / Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	241.675,47	-	-	-	100%	241.675,47
38	Óleo Cru	114,92	20.000 bpd (3.180 m ³ /dia)	10 min	8	100%	8

Hipótese Acidental	Produto	Volume armazenado em tanques e linhas [m ³]	Vazão de bombeio / fluxo	Tempo Máximo de interrupção	Volume de óleo liberado na transferência [m ³]	Porção de óleo liberado que atinge o mar	Volume derramado no mar [m ³]
39	Óleo Cru	114,92	20.000 bpd (3.180 m ³ /dia)	10 min	22,08	100%	137,00
40	Óleo Cru	114,92	20.000 bpd (3.180 m ³ /dia)	10 min	8	100%	8
41	Óleo Cru	114,92	20.000 bpd (3.180 m ³ /dia)		22,08	100%	137,00
42	Óleo Cru	176,65	160.000 bpd (25.437,4 m ³ /dia)	10 min	8	100%	8
43	Óleo Cru	176,65	160.000 bpd (25.437,4 m ³ /dia)		176,65	100%	176,65
50	Óleo Diesel	28,9	-	-	-	100%	8
51	Óleo Diesel	28,9	-	-	-	100%	28,9
53	Óleo Cru	-	1.590 m ³ /dia	30 dias	8	100%	8
54	Óleo Cru	-	1.590 m ³ /dia		200	100%	200
55	Óleo Cru	-	1.590 m ³ /dia		47.700	100%	47.700
56	Óleo Diesel	-	100 m ³ /h	3 min	5	100%	5
57	Óleo Diesel	1.699	-	-	-	100%	8
58	Óleo Diesel	1.699	-	-	-	100%	200
59	Óleo Diesel	1.699	-	-	-	100%	1.699

3.1. Avaliação das Frequências de Ocorrência das Hipóteses 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 fluxogramas 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, através de árvore de falhas, 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 através da árvore de falha consiste em somar as taxas de falha de cada dos equipamentos que constitui os sistemas/subsistemas analisados. Feita essa consideração, optou-se por não apresentar a figura esquemática da árvore de falhas para todas as hipóteses, constando apenas como exemplo a árvore de falha do subsistema correspondente às hipóteses acidentais 01 e 02, a primeira dentre os sistemas analisados.

- **Hipóteses Acidentais 01, 02 e 03**

O máximo volume de óleo cru que pode ser liberado durante a alimentação do FPSO OSX-3 é de 509,99 m³. Tal volume é calculado considerando-se a soma de um vazamento de 10 minutos na vazão máxima de produção (160.000 bpd ou 25.437,4 m³/dia), o qual fornece um volume de 176,65 m³, e o volume contido nas linhas (~333,34 m³). Como resultante obtém-se as seguintes hipóteses acidentais e respectivas severidades:

- **Hipótese Acidental 01** – Pequena liberação (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 02** – Média liberação (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 03** – Grande liberação (até 509,99 m³): severidade crítica (III).

Com relação à frequência de ocorrência destas hipóteses acidentais, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência foram aqueles que realmente contribuem para que haja vazamento de óleo para o mar, e estão apresentados na Tabela 20, a seguir. Apresenta-se na sequência a árvore de falhas para o subsistema analisado (Figura 11).

É importante ressaltar que, conforme mencionado nas premissas apresentadas para o cálculo de volume de óleo a ser liberado, todos os vazamentos ocorridos dentro do FPSO são contidos por anteparas metálicas e direcionados para o sistema de drenagem, não atingindo o mar.

TABELA 20 – Frequências das hipóteses acidentais 01, 02 e 03

SISTEMA	I	FPSO OSX-3						
SUBSISTEMA	I.1	<i>Subsea, Riser e Manifold</i>						
HIPÓTESES ACIDENTAIS	01, 02 e 03	Liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas						
Descrição dos componentes referentes às hipóteses acidentais 01, 02 e 03	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)			Frequência (ano ⁻¹)			Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Válvula Bola (SDV)	1	2,14E-04	1,77E-04	6,98E-05	2,14E-04	1,77E-04	6,98E-05	[2]
Tubulação	3.900	5,00E-07	5,00E-07	1,00E-07	1,95E-03	1,95E-03	3,90E-04	[1]
TOTAL					2,16E-03	2,13E-03	4,60E-04	

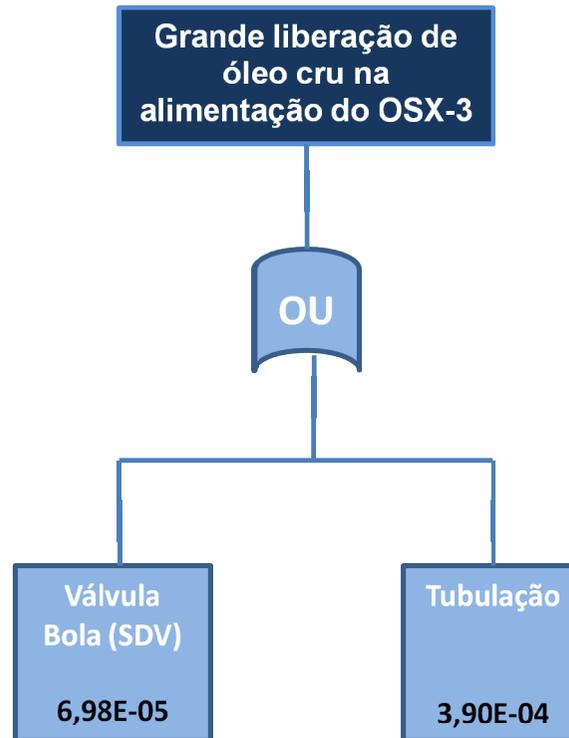


FIGURA 11 – Árvore de falha para o subsistema de alimentação de óleo cru no FPSO (grande liberação de óleo)

- **Hipótese Acidental 07**

Para o cálculo do volume máximo de água de produção que pode ser liberado foi considerada a ruptura do tanque de *offspec* com teor máximo de óleo de 200 ppm. Desta forma, a severidade obtida para a hipótese acidental envolvendo água de produção foi:

- **Hipótese Acidental 07** – Pequeno vazamento (até 2,88 m³): severidade menor (I).

Para a determinação da frequência de ocorrência desta hipótese acidental, por o sistema considerado envolver apenas a estocagem de água de produção, foi extraída de banco de dados ^[1] a taxa de ruptura de tanques atmosféricos, a qual, de acordo com o TNO Purple Book, corresponde a 1,00E-08. Esta frequência, de acordo com a Tabela 14, é classificada como sendo de ocorrência extremamente remota.

- **Hipóteses Acidentais 08, 09 e 10**

Para o cálculo do volume de óleo cru liberado a partir dos tanques de estocagem do FPSO considerou-se a capacidade do maior tanque de armazenamento de óleo cru do FPSO OSX-3. Desta forma, têm-se as seguintes hipóteses acidentais com as respectivas categorias de severidade:

- **Hipótese Acidental 08** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 09** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 10** – Grande vazamento (até 37.287 m³): severidade catastrófica (IV).

Para a determinação da frequência das hipóteses acidentais supracitadas, por o sistema considerado envolver apenas a estocagem de óleo cru na unidade, foram extraídas de banco de dados ^[1] as taxas de furo e ruptura de tanques atmosféricos para a determinação, respectivamente, do pequeno e do médio/grande vazamentos de óleo cru. De acordo com o TNO Purple Book estes valores correspondem, respectivamente, a 1,00E-06 e 1,00E-08 para furo e ruptura de tanques atmosféricos, os quais resultam, de acordo com a Tabela 14, em frequência de ocorrência extremamente remota.

- **Hipóteses Acidentais 11, 12 e 13**

Para o cálculo do máximo volume liberado de óleo cru durante a sua transferência do FPSO para o navio aliviador (*offloading*) considerou-se a ocorrência de um vazamento durante 5 (cinco) minutos, tempo considerado necessário para a detecção e interrupção do vazamento, a uma taxa de liberação de 6.625 m³/h. Desta forma o volume máximo de óleo cru possível de ser liberado durante a sua transferência do FPSO para o navio aliviador é de 600 m³, resultando nas hipóteses acidentais e severidades a seguir:

- **Hipótese Acidental 11** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 12** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 13** – Grande vazamento (até 552 m³): severidade crítica (III).

Com relação à frequência de ocorrência destas hipóteses acidentais, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo destas frequências foram: válvula SDV; instrumento (indicador) e mangote, os quais, de acordo com os fluxogramas da unidade são os componentes envolvidos no sistema analisado e que contribuem para a liberação de óleo no mar durante as operações de *offloading*. As frequências de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um das hipóteses analisadas são apresentadas na Tabela 21.

TABELA 21 – Frequências das hipóteses acidentais 11, 12 e 13

SISTEMA	I	FPSO OSX-3						
SUBSISTEMA	I.5	Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador (<i>Offloading</i>)						
HIPÓTESES ACIDENTAIS	11, 12 e 13	Liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios						
Descrição dos componentes referentes às hipóteses acidentais 11, 12 e 13	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)			Frequência (ano ⁻¹)			Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Válvula (SDV)	1	2,14E-04	1,77E-04	6,98E-05	2,14E-04	1,77E-04	6,98E-05	[2]
Instrumento	1	1,93E-04	3,39E-04	5,27E-05	1,93E-04	3,39E-04	5,27E-05	[2]
Mangote	1	2,06E-05	1,14E-04	5,24E-05	2,06E-05	1,14E-04	5,24E-05	[2]
TOTAL					4,28E-04	6,30E-04	1,75E-04	

- **Hipóteses Acidentais 27, 28 e 29**

Para o cálculo do volume de óleo cru liberado a partir do sistema de drenagem foi considerado que todo o inventário contido nas linhas do FPSO – 7.702 bbl (~1.224 m³) e o volume de todos os vasos de processo da unidade – 1.391 bbl (~221 m³) que podem vaziar e ir para o tanque de *offspec* correspondendo a aproximadamente 10% (~1.445 m³) da capacidade total do tanque (14.418,2 m³). Desta forma, tem-se as possíveis hipóteses acidentais abaixo:

- **Hipótese Acidental 27** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 28** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 29** – Grande vazamento (até 1.445 m³): severidade crítica (III).

Para a determinação das das frequências, por o sistema considerado envolver apenas a estocagem, foram extraídas de banco de dados^[1] as taxas de furo e ruptura de tanques atmosféricos para a determinação, respectivamente, do pequeno e do médio/grande vazamentos de óleo. De acordo com o TNO Purple Book estes valores correspondem, respectivamente, a 1,00E-06 e 1,00E-08 para furo e ruptura de tanques atmosféricos, os quais resultam, de acordo com a Tabela 14, em frequência de ocorrência extremamente remota.

- **Hipóteses Acidentais 32, 33 e 34**

Para o cálculo do volume de óleo diesel liberado a partir dos tanques de estocagem do FPSO considerou-se a capacidade do maior tanque de armazenamento de óleo diesel da unidade. Desta forma, têm-se as possíveis hipóteses acidentais abaixo e respectivas severidades associadas:

- **Hipótese Acidental 32** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 33** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 34** – Grande vazamento (até 2.087,2 m³): severidade crítica (III).

Para a determinação das frequências das hipóteses acidentais supracitadas, foram extraídas de banco de dados^[1] as taxas de furo e ruptura de tanques atmosféricos para a determinação, respectivamente, do pequeno do pequeno e do médio/grande vazamentos de óleo diesel. De acordo com o TNO Purple Book estes valores correspondem, respectivamente, a 1,00E-06 e 1,00E-08 para furo e ruptura de tanques atmosféricos, os quais resultam, de acordo com a Tabela 14, em frequência de ocorrência extremamente remota.

- **Hipóteses Acidentais 35 e 36**

Para o cálculo do volume de óleo lubrificante liberado a partir dos tanques de estocagem do FPSO considerou-se a capacidade do maior tanque de armazenamento de óleo diesel da unidade. Desta forma, têm-se as possíveis hipóteses acidentais abaixo e respectivas severidades associadas:

- **Hipótese Acidental 35** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 36** – Médio vazamento (até 69,1 m³): severidade média (II).

Para a determinação das frequências das hipóteses acidentais supracitadas, foram extraídas de banco de dados ^[1] as taxas de furo e ruptura de tanques atmosféricos para a determinação, respectivamente, do pequeno do pequeno e do médio vazamentos de óleo lubrificante. De acordo com o TNO Purple Book estes valores correspondem, respectivamente, a 1,00E-06 e 1,00E-08 para furo e ruptura de tanques atmosféricos, os quais resultam, de acordo com a Tabela 14, em frequência de ocorrência extremamente remota.

- **Hipótese Acidental 37**

Para o cálculo do volume liberado de óleo cru / óleo diesel / óleo lubrificante em decorrência do afundamento do FPSO foi considerado o somatório da capacidade total de estocagem de óleo no FPSO – 1.511.000 bbl, mais o volume das linhas – 7.702 bbl, mais o volume dos vasos de processo – 1.391 bbl, totalizando 1.520.093 bbl (~241.675,47 m³), resultando, desta forma, na hipótese acidental 37 classificada conforme a seguir:

- **Hipótese Acidental 37** – Grande vazamento (241.675,47 m³): severidade catastrófica (IV).

Com relação à frequência de ocorrência desta hipótese acidental, em função de não terem sido obtidos dados históricos associados a este tipo de acidente para unidades do tipo FPSO (utilizou-se como referência o WOAD ^[5]) este foi classificado na menor categoria de frequência de acordo com a Tabela 14 (extremamente remota).

Para fins de cálculo de contaminação ambiental associada a este tipo de evento foi atribuída de frequência de 1,00E-05 para que o mesmo se enquadrasse na categoria de eventos extremamente remotos (F < 10E-04).

- **Hipóteses Acidentais 38, 39, 40 e 41**

O máximo volume de óleo cru que pode ser liberado durante a sua transferência dos poços e poços satélites até as WHP- 2 e 4 é de 124,66 m³. Este volume é obtido considerando-se a ocorrência de um vazamento durante 10 minutos na vazão de máxima de produção, 20.000 bpd (~3.180 m³/dia) e o volume contido nas linhas de produção do poço (~114,92 m³). Como resultante obtém-se as seguintes hipóteses acidentais e respectivas severidades:

- **Hipóteses Acidentais 38 e 40** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipóteses Acidentais 39 e 41** – Médio vazamento (até 137,00 m³): severidade média (II).

Ressalta-se que as severidades das hipóteses acidentais 38 e 40 bem como 39 e 41 foram determinadas conjuntamente em virtude as mesmas se referirem às transferências de óleo dos poços para o FPSO. O diferencial entre essas hipóteses acidentais está no fato de o segundo subsistema (hipóteses 40 e 41) corresponder aos poços satélites. É importante ressaltar ainda que a vazão de produção de ambos os tipos de poços é idêntica (20.000 bpd).

Com relação à frequência de ocorrência destas hipóteses acidentais, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência foram aqueles que realmente contribuem para que haja vazamento de óleo para o mar, estando os mesmos apresentados na Tabela 22, a seguir.

É importante ressaltar que, conforme já mencionado nas premissas, qualquer vazamento de óleo que ocorra dentro da unidade será direcionado para o sistema de drenagem, ficando contido nela.

TABELA 22 – Frequências das hipóteses acidentais 38, 39, 40 e 41

SISTEMA	II	WHP-2 e WHP-4				
SUBSISTEMA	II.1 e II.2	Produção do Poço e Produção do Poço Satélite e Receptor de Pig do Poço Satélite				
HIPÓTESES ACIDENTAIS	38, 39, 40 e 41	Liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir dos poços devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas				
Descrição dos componentes referentes às hipóteses acidentais 38/40 (pequeno vazamento) e 39/41 (médio vazamento)	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Válvula Gaveta (SDV)	1	2,14E-04	1,77E-04	2,14E-04	1,77E-04	[2]
Riser	1	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	1,25E-05	[2]
Tubulação	6.940	5,00E-07	5,00E-07	3,47E-03	3,47E-03	[1]
TOTAL				3,70E-03	3,66E-03	

- **Hipóteses Acidentais 42 e 43**

O máximo volume de óleo cru que pode ser liberado durante a sua transferência das plataformas WHPs 2 e 4 até a FPSO OSX-3 é de 176,65 m³. Este volume é obtido considerando-se a ocorrência de um vazamento de 10 minutos na vazão máxima de produção, 160.000 bpd (~25.437,4 m³). Como resultante obtém-se as seguintes hipóteses acidentais e respectivas severidades:

- **Hipótese Acidental 42** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 43** – Médio vazamento (até 176,65 m³): severidade média (II).

Com relação à frequência de ocorrência destas hipóteses acidentais, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência foram: válvula esférica, válvula gaveta (SDV), transmissor de pressão, transmissor de vazão e mangote, os quais correspondem aos componentes que contribuem para que haja vazamento de óleo para o mar, estando os mesmos apresentados na Tabela 23, a seguir.

TABELA 23 – Frequências das hipóteses acidentais 42 e 43

SISTEMA	II	WHP-2 e WHP-4				
SUBSISTEMA	II.3	<i>Manifold de Teste / Manifold de Produção / Lançadores de Pig</i>				
HIPÓTESES ACIDENTAIS	40 e41	Liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold de Teste / Manifold de Produção / Lançadores de Pig</i> das WHPs.				
Descrição dos componentes referentes às hipóteses acidentais 42 e 43	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Transmissor de Pressão	2	2,40E-07	7,30E-07	4,80E-07	1,46E-06	[3]
Transmissor de Vazão	3	1,40E-06	3,20E-06	4,20E-06	9,60E-06	[3]
Válvula Esférica	2	1,40E-05	9,07E-05	2,80E-05	1,81E-04	[2]
Válvula Gaveta (SDV)	4	2,14E-04	1,77E-04	8,56E-04	7,07E-04	[2]
Mangote	4	2,06E-05	1,14E-04	8,24E-05	4,56E-04	[2]
				9,71E-04	1,36E-03	

- **Hipóteses Acidentais 50 e 51**

Para o cálculo do volume de óleo diesel liberado a partir dos tanques de estocagem das WHPs considerou-se o inventário total do maior tanque de armazenamento deste composto presente nas plataformas (28,9 m³). Desta forma, tem-se as possíveis hipóteses acidentais abaixo:

- **Hipótese Acidental 50** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 51** – Médio vazamento (até 28,9 m³): severidade média (II).

Para a determinação da frequência de ocorrência das hipóteses acidentais supracitadas, por o sistema considerado envolver apenas a estocagem do óleo, foram extraídas do banco de dados ^[1] as taxas de furo e ruptura de tanques atmosféricos para a determinação, respectivamente, do pequeno do pequeno e do médio vazamento de óleo cru. De acordo com o TNO Purple Book estes valores correspondem, respectivamente, a 1,00E-06 e 1,00E-08 para furo e ruptura de tanques atmosféricos, os quais resultam, de acordo com a Tabela 14, em frequência de ocorrência extremamente remota.

- **Hipóteses Acidentais 53, 54 e 55**

Para o cálculo do volume de óleo cru liberado devido à perda de controle do poço (*blowout*) durante a realização das operações de *workover* (intervenção no poço) considerou-se um vazamento de óleo durante 30 dias a uma vazão de *blowout* de 1.590 m³/dia. Desta forma, tem-se as possíveis hipóteses acidentais abaixo:

- **Hipótese Acidental 53** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 54** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 55** – Grande vazamento (até 47.700 m³): severidade catastrófica (IV).

Com relação a frequência de ocorrência de *blowout* durante as operações de intervenção no poço não foi possível determinar a distinção entre diferentes magnitudes, com base nos dados disponíveis em banco de dados (adotou-se o Scandpower^[6]). Dessa forma, foi considerado o valor de 1,80E-4 para as três hipóteses acidentais, classificados, portanto, de acordo com a Tabela 14, como de ocorrência remota.

- **Hipótese Acidental 56**

Para a determinação do volume de óleo diesel liberado durante a sua transferência do barco de apoio para as unidades de produção, FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4, foi considerada a ocorrência de um vazamento em até 3 minutos com a vazão de transferência de 100 m³/h. Desta forma, tem-se a hipótese acidental abaixo como resultado do sistema:

- **Hipótese Acidental 56** – Pequeno vazamento (até 5 m³): severidade menor (I).

Com relação à frequência de ocorrência destas hipóteses, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo destas frequências foram: válvula SDV; instrumento (um indicador de nível); bomba e mangote, os quais correspondem aos componentes comumente envolvidos no sistema analisado e que contribuem para a

liberação de óleo no mar. As frequências de cada componente bem como as frequências resultantes correspondentes a cada um das hipóteses analisadas são apresentadas na Tabela 24.

TABELA 24 – Frequência da hipótese acidental 57

SISTEMA	III	Barco de Apoio		
SUBSISTEMA	III.1	Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para o FPSO e WHPs		
HIPÓTESES ACIDENTAIS	57	Liberação de óleo diesel durante a transferência do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4		
Descrição dos componentes referentes à hipótese acidental 57	Comprimento(m) ou nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)	Frequência (ano ⁻¹)	Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Pequeno Vazamento	
Válvula (SDV)	1	2,14E-04	2,14E-04	[2]
Instrumento	1	1,93E-04	1,93E-04	[2]
Bomba	1	7,85E-04	7,85E-04	[2] ou [3]
Mangote	1	2,06E-05	2,06E-05	[2]
			1,21E-03	

- **Hipóteses Acidentais 57, 58 e 59**

Para o cálculo do volume de diesel liberado a partir dos tanques de estocagem das embarcações de apoio considerou-se o maior inventário de diesel armazenado dentre as embarcações de apoio a serem utilizadas nas atividades, *Skandi Emerald*, correspondendo este volume a 1.699 m³. Desta forma, têm-se as seguintes hipóteses acidentais com as respectivas categorias de severidade:

- **Hipótese Acidental 57** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Hipótese Acidental 58** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Hipótese Acidental 59** – Grande vazamento (até 1.699 m³): severidade crítica (III).

Para a determinação da frequência das hipóteses acidentais supracitadas, por o sistema considerado envolver apenas a estocagem de óleo diesel, foram extraídas de banco de dados ^[1] as taxas de furo e ruptura de tanques atmosféricos para a determinação, respectivamente, do pequeno e do médio/grande vazamentos de óleo diesel. De acordo com o TNO Purple Book estes valores correspondem, respectivamente, a 1,00E-06 e 1,00E-08 para furo e ruptura de tanques atmosféricos, os quais resultam, de acordo com a Tabela 14, em frequência de ocorrência extremamente remota.

➤ **Referências Bibliográficas**

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

➤ Sumário dos Resultados Obtidos

De posse das frequências resultantes para cada uma das hipóteses acidentais dos sistemas e subsistemas analisados, apresenta-se na Tabela 25, a seguir, um sumário dos resultados obtidos para as frequências calculadas para os sistemas capazes de resultar em vazamento de óleo para o mar.

TABELA 25 – Sumário dos resultados obtidos para as frequências calculadas

HIPÓTESE ACIDENTAL	PERIGO ASSOCIADO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ANO ⁻¹)	CLASSIFICAÇÃO DA FREQUÊNCIA	
01	Liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em tubulações, flanges, conexões ou válvulas.	2,16E-03	C	Ocasional
02		2,13E-03	C	Ocasional
03		4,60E-04	B	Remota
07	Liberação de água de produção devido à ruptura do tanque.	1,00E-08	A	Extremamente Remota
08	Liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques.	1,00E-06	A	Extremamente Remota
09		1,00E-08	A	Extremamente Remota
10		1,00E-08	A	Extremamente Remota
11	Liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.	4,28E-04	B	Remota
12		6,30E-04	B	Remota
13		1,75E-04	B	Remota
27	Liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.	1,00E-06	A	Extremamente Remota
28		1,00E-08	A	Extremamente Remota
29		1,00E-08	A	Extremamente Remota
32	Liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.	1,00E-06	A	Extremamente Remota
33		1,00E-08	A	Extremamente Remota
34		1,00E-08	A	Extremamente Remota
35	Liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.	1,00E-06	A	Extremamente Remota
36		1,00E-08	A	Extremamente Remota
37	Liberação de óleo (cru, diesel e lubrificante) devido ao afundamento do FPSO.	1,00E-05	A	Extremamente Remota
38	Liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas.	3,70E-03	C	Ocasional
39		3,66E-03	C	Ocasional
40	Liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do poço satélite devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas	3,70E-03	C	Ocasional
41		3,66E-03	C	Ocasional

HIPÓTESE ACIDENTAL	PERIGO ASSOCIADO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ANO ⁻¹)	CLASSIFICAÇÃO DA FREQUÊNCIA	
42	Liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs.	9,71E-04	B	Remota
43		1,36E-03	C	Ocasional
50	Liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.	1,00E-06	A	Extremamente Remota
51		1,00E-08	A	Extremamente Remota
53	Liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.	1,80E-04	B	Remota
54		1,80E-04	B	Remota
55		1,80E-04	B	Remota
56	Liberação de óleo diesel durante a sua transferência do barco de apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4.	1,21E-03	C	Ocasional
57	Liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO)	1,00E-06	A	Extremamente Remota
58		1,00E-08	A	Extremamente Remota
59		1,00E-08	A	Extremamente Remota

A Tabela 26, a seguir, apresenta de forma consolidada os resultados obtidos a partir da análise de todos os sistemas e subsistemas analisados no estudo, incluindo vazamentos de tanto de óleos (atingindo o mar ou não) como de produtos químicos.

TABELA 26 – Sumário dos resultados obtidos para os sistemas e subsistemas analisados

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 01	I. FPSO OSX-3	I.1. Produção e Teste	Pequena liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 02			Média liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
HA 03			Grande liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Remota	B	509,99	Crítica	III	Médio
HA 04		I.2. Sistema de Processamento de Óleo Cru	Pequena liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru	Provável	D	8	Menor	I	Médio
HA 05			Média liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru	Provável	D	200	Média	II	Médio

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO	
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria		
HA 06	I. FPSO OSX-3	I.2. Sistema de Processamento de Óleo Cru	Grande liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru	Ocasional	C	348,7	Crítica	III	Médio	
HA 07		I.3. Sistema de Água de Produção	Pequena liberação de água de produção devido à ruptura do tanque	Extremamente Remota	A	2,88	Menor	I	Baixo	
HA 08		I.4. Armazenamento de Óleo Cru		Pequena liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo
HA 09				Média liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques	Extremamente Remota	A	200	Média	II	Baixo
HA 10				Grande liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques	Extremamente Remota	A	37.287	Catastrófica	IV	Médio
HA 11		I.5. Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador	Pequena liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios	Remota	B	8	Menor	I	Baixo	

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 12	I. FPSO OSX-3	I.5. Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador	Média liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios	Remota	B	200	Média	II	Baixo
HA 13			Grande liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios	Remota	B	552	Crítica	III	Médio
HA 14		I.6 Sistema de Gás do FPSO OSX-3	Pequena liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3	Provável	D	8	Menor	I	Médio
HA 15			Média liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3	Provável	D	200	Média	II	Médio
HA 16			Grande liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3	Ocasional	C	8.333,33	Crítica	III	Médio

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 17	I. FPSO OSX-3	I.6 Sistema de Gás do FPSO OSX-3	Pequena liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema principal de compressão de gás	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 18			Média liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema principal de compressão de gás	Ocasional	C	8,85	Média	II	Médio
HA 19		I.7. Sistema de Gás Combustível	Pequena liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do e tratamento de gás e sistema de gás combustível	Ocasional	C	8	Menor	I	Médio
HA 20			Média liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do e tratamento de gás e sistema de gás combustível	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
HA 21	I. FPSO OSX-1	I.7. Sistema de Gás Combustível	Grande liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do e tratamento de gás e sistema de gás combustível	Ocasional	C	2.777,78	Crítica	III	Médio

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 22	I. FPSO OSX-3	I.8. Injeção de Gás / Gas-lift	Pequena liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i>	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 23			Média liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i>	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
HA24			Grande liberação gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i>	Remota	B	2.777,78	Crítica	III	Médio
HA 25		I.9. Sistema de Flare e Drenagem	Pequena liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de <i>flare</i>	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 26		I.9. Sistema de Flare e Drenagem	Média liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de <i>flare</i>	Ocasional	C	10,42	Média	II	Médio
HA 27			Pequena liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 28	I. FPSO OSX-3		Média liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3	Extremamente Remota	A	200	Média	II	Baixo
HA 29			Grande liberação de efluente oleoso devido à ruptura em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3	Extremamente Remota	A	1.474	Crítica	III	Baixo
HA 30		I.10. Sistema de Injeção de Produtos Químicos	Pequena liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do Sistema de Injeção de Produtos Químicos	Remoto	B	8	Menor	I	Baixo
HA 31		I.10. Sistema de Injeção de Produtos Químicos	Média liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do Sistema de Injeção de Produtos Químicos	Remoto	B	20	Média	II	Baixo
HA 32		I.11. Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Pequena liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 33	I. FPSO OSX-3		Média liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios	Extremamente Remota	A	200	Média	II	Baixo
HA 34			Grande liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios	Extremamente Remota	A	2.087,2	Crítica	III	Baixo
HA 35		I.12. Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante	Pequena liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo
HA 36		I.12. Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante	Média liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios	Extremamente Remota	A	69,1	Média	II	Baixo
HA 37		I.13. Afundamento do FPSO	Grande liberação de óleo devido ao afundamento do FPSO	Extremamente Remota	A	241.675,5	Catastrófica	IV	Médio
HA 38	II. WHPs	II.1. Produção do Poço	Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 39	II. WHPs		Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	137,00	Média	II	Médio
HA 40		II.2. Produção do Poço Satélite e Receptor de <i>Pig</i> do Poço Satélite	Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 41		II.2. Produção do Poço Satélite e Receptor de <i>Pig</i> do Poço Satélite	Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	137,00	Média	II	Médio
HA 42		II.3. <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i>	Pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs	Remoto	B	8	Menor	I	Baixo
HA 43			Média liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs	Ocasional	C	176,65	Média	II	Médio

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA 44	II. WHPS	II.4. Sistema de Gas-lift	Pequena liberação de gás do sistema de gas-lift devido a vazamento em <i>risers</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 45			Média liberação de gás do sistema de gas-lift devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
HA 46		II.4. Sistema de Gas-lift	Grande liberação de gás do sistema de gas-lift devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Remota	B	2.777,78	Crítica	III	Médio
HA 47		II.5. Sistema de Gás de Injeção no Poço	Pequena liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
HA 48			Média liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
HA 49			Grande liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas	Remota	B	2.777,78	Crítica	III	Médio

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO	
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria		
HA50	II. WHPs	II.6. Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Pequena liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo	
HA51		II.6. Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Média liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs	Extremamente Remota	A	28,9	Média	II	Baixo	
HA52		II.7 Estocagem de Produtos Químicos	Pequena liberação de produtos químicos devido à ruptura em tanques de estocagem	Extremamente Remota	A	0,02	Menor	I	Baixo	
HA53		II.8 Operações de Workover		Pequena liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço	Remota	B	8	Menor	I	Baixo
HA54				Média liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço	Remota	B	200	Média	II	Baixo
HA55				Grande liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço	Remota	B	47.700	Catastrófica	IV	Médio

HIPÓTESE ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA ASSOCIADA (ano ⁻¹)		SEVERIDADE ASSOCIADA			RISCO
				Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
HA56	III. Barcos de Apoio	III.1 Transferência de Óleo diesel do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3 e WHPs	Pequena liberação de óleo diesel durante a sua transferência do barco de apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4	Ocasional	C	5	Menor	I	Baixo
HA57		III.2 Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio	Pequena liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO)	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo
HA58			Média liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO)	Extremamente Remota	A	200	Média	II	Baixo
HA59			Grande liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO)	Extremamente Remota	A	1.699	Crítica	III	Baixo

3.2. Planilhas de APR

Uma vez determinadas as frequências de ocorrência das hipóteses acidentais levantadas na avaliação da atividade de produção no Bloco BM-C-39 E BM-C-40, são apresentadas a seguir as planilhas de Análise Preliminar de Riscos (APR) para cada uma das hipóteses acidentais.

A Tabela 27 apresentada posteriormente às planilhas de APR contém as recomendações resultantes das Planilhas de APR. Por sua vez, a distribuição dessas recomendações ao longo das hipóteses acidentais analisadas na APR é apresentada na Tabela 28.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.1: <i>Subsea, Riser e Manifold</i>		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	Vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional; - falha na árvore de natal seca	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i>	- Contaminação ambiental	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R5) Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	01

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.1: <i>Subsea, Riser e Manifold</i>		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas (8 < MV ≤ 200 m³)	Vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional; - falha na árvore de natal seca	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i>	- Contaminação ambiental	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R5) Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	02

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX			
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00					
SISTEMA I: FPSO OSX-3 – Óleo Cru			SUBSISTEMA I.1: <i>Subsea, Riser e Manifold</i>		DATA: Outubro de 2011					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental		
Grande liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas (200 < GV ≤ 509,99m³) ⁴	Vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - rupturas; - falha operacional; - falha na árvore de natal seca	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i>	- Contaminação ambiental	B	III	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R5) Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	03		

⁴ Volume correspondente a um vazamento de 10 minutos, considerando-se a vazão máxima de produção de 160.000 bpd (~25.437,4 m³/dia) mais o volume associado às linhas (~333,34m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.2: Sistema de Processamento de Óleo Cru		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	Vazamento em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Alarme do sistema de produção - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual - Sistema de detecção de fogo/gás	- Derrame de óleo no FPSO - Possibilidade de incêndio em poça. - Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	D	I	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	04

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.2: Sistema de Processamento de Óleo Cru			DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru (8 ≤ MV ≤ 200 m ³)	Vazamento em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Alarme do sistema de produção - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual - Sistema de detecção de fogo/gás	- Derrame de óleo no FPSO - Possibilidade de incêndio em poça. - Possibilidade de incêndio em nuvem/ explosão	D	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	05

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.2: Sistema de Processamento de Óleo Cru		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Grande liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru</p> <p>(200 ≤ GV ≤ 348,7 m³)⁵</p>	<p>Ruptura de vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alarme do sistema de produção - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual - Sistema de detecção de fogo/gás 	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/ explosão. 	C	III	Médio	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>	06

⁵ Volume do maior vaso do Sistema de Processamento de óleo cru da unidade.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.3: Sistema de Água de Produção		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de água de produção devido à ruptura do tanque $(0 \leq PV \leq 2,88 \text{ m}^3)^6$	Ruptura de tanque, devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional. - Colisão com embarcação	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> . - Visual.	- Contaminação ambiental.	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O2) O tanque <i>offspec</i> está localizado em área onde não há operações com embarcações.	07

⁶ Volume correspondente à capacidade total considerando 200 ppm de óleo no tanque de *offspec* (14.418,2m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.4: Armazenamento de Óleo Cru		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques ($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em tanques devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	08

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX			
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00					
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.4: Armazenamento de Óleo Cru		DATA: Outubro de 2011					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental		
Média liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques (8 ≤ MV ≤ 200 m³)	Vazamento em tanques devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	A	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	09		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.4: Armazenamento de Óleo Cru		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques (200 ≤ GV ≤ 37.287 m3) ⁷	Ruptura de tanques devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> . - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	A	IV	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	10

⁷ Volume correspondente ao maior tanque de estocagem de óleo cru da Unidade

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.5: Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador (<i>Offloading</i>)		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Pequena liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios</p> <p>($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)</p>	<p>Vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> na bomba - Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão 	B	I	Baixo	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R6) Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>(R7) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru.</p> <p>(R8) Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite.</p> <p>(R9) Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.</p>	11

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.5: Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador (<i>Offloading</i>)		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios ($8 \leq MV \leq 200 \text{ m}^3$)	Vazamento em, mangotes, conexões, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> na bomba. - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	B	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R6) Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. (R7) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru. (R8) Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite. (R9) Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.	12

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.5: Transferência de Óleo Cru para o Navio Aliviador (<i>Offloading</i>)			DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios (200 ≤ GV ≤ 552 m ³) ⁸	Vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> na bomba. - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	B	III	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R6) Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. (R7) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru. (R8) Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite. (R9) Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.	13

⁸ Volume correspondente a um vazamento durante 5 minutos considerando-se a vazão de *offloading* de 159.000 m³/dia.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.6: Sistema de Gás do FPSO OSX-3		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3 (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual. - Sistema de detecção de fogo/gás	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	D	I	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (O3) O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.	14

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.6: Sistema de Gás do FPSO OSX-3		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Média liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3</p> <p>($8 \leq MV \leq 200 \text{ m}^3$)</p>	<p>Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual. - Sistema de detecção de fogo/gás 	<p>-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo</p>	D	II	Médio	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O3) O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.</p>	15

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.6: Sistema de Gás do FPSO OSX-3		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Grande liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3</p> <p>(200 ≤ GV ≤ 8.333,33m³)⁹</p>	<p>Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual. - Sistema de detecção de fogo/gás 	<p>-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo</p>	C	III	Médio	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O3) O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.</p>	16

⁹ Volume correspondente a um vazamento durante 10 minutos considerando-se a vazão de gás do sistema (1.200 mil Nm³/dia).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.6: Sistema de Gás do FPSO OSX-3		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3 (0 ≤ PV ≤ 8m ³)	Vazamento em, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e shutdown - Visual. - Sistema de detecção de fogo/gás	- Derrame de condensado no FPSO - Possibilidade de incêndio em poça.	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	17

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	Hipótese Acidental
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.6: Sistema de Gás do FPSO OSX-3		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3 $(8 \leq MV \leq 8,85 \text{ m}^3)^{10}$	Vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Derrame de condensado no FPSO - Possibilidade de incêndio em poça.	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	18

¹⁰ Volume correspondente a um vazamento durante 10 minutos considerando-se a vazão de condensado do sistema (53,1 Am³/h)

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.7: Sistema de Gás Combustível		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3 ($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Sistema de detecção de fogo/gás	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	19

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.7: Sistema de Gás Combustível		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3 (8 ≤ MV ≤ 200 m ³)	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Sistema de detecção de fogo/gás	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	20

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.7: Sistema de Gás Combustível		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3 (200 ≤ GV ≤ 2.777,78 m ³) ¹¹	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Sistema de detecção de fogo/gás	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	C	III	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	21

¹¹ Volume correspondente a um vazamento durante 10 minutos considerando-se a vazão de gás do sistema (400.000 stm³/d).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.8: Injeção de Gás / Gas-lift		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na Injeção de Gás / Gas-lift ($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> . - Sistema de detecção de fogo/gás. - Visual	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	22

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.8: Injeção de Gás / Gas-lift		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / gas-lift (8 ≤ MV ≤ 200 m ³)	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> . - Sistema de detecção de fogo/gás. - Visual	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	23

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.8: Injeção de Gás / Gas-lift		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / gas-lift (200 ≤ GV ≤ 2.777,78 m ³) ¹²	Vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e shutdown. - Sistema de detecção de fogo/gás. - Visual	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	B	III	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	24

¹² Volume correspondente a um vazamento durante 10 minutos considerando-se a vazão de gás de injeção (400.000 Nm³/dia).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.9: Sistema de Flare e Drenagem		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de flare (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	- Vazamento em, tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Olfativa - Sistema de detecção fogo/gás (H ₂ S)	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R10) Seguir procedimento operacional específico para gerenciamento de emergência envolvendo cenários de vazamentos de H ₂ S.	25

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.9: Sistema de Flare e Drenagem		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de flare (8 ≤ MV ≤ 10,42 m ³) ¹³	- Vazamento em, tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> <i>shutdown</i> - Olfativa - Sistema de detecção fogo/gás (H ₂ S)	-Possibilidade de Incêndio em Nuvem/ Jato de fogo	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R10) Seguir procedimento operacional específico para gerenciamento de emergência envolvendo cenários de vazamentos de H ₂ S.	26

¹³ Volume correspondente a um vazamento durante 10 minutos considerando-se a vazão de gás ácido do Sistema de Flare (1.500 stm³/d)

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.9: Sistema de Flare e Drenagem		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3 ($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em tanques devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	-Contaminação ambiental	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	27

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.9: Sistema de Flare e Drenagem		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3 ($8 \leq MV \leq 200 \text{ m}^3$)	Vazamento em tanques devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	-Contaminação ambiental	A	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	28

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX			
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00					
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.9: Sistema de Flare e Drenagem		DATA: Outubro de 2011					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental		
Grande liberação de efluente oleoso à ruptura em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3 $(200 \leq GV \leq 1.445 \text{ m}^3)^{14}$	Ruptura em tanque devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	-Contaminação ambiental	A	III	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	29		

¹⁴ Volume correspondente ao volume das linhas – 7.702 bbl e dos vasos de processo – 1.391 bbl, resultando em um volume total de 9.093 bbl (~1.445m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.10: Sistema de Injeção de Produtos Químicos		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do sistema de injeção de produtos químicos (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual	-Possibilidade de incêndio em poça	B	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	30

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.10: Sistema de Injeção de Produtos Químicos		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do sistema de utilidades (8 ≤ MV ≤ 20 m ³) ¹⁵	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual	-Possibilidade de incêndio em poça	B	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	31

¹⁵ Volume do maior tanque de produto químico localizado no *subsea*.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.11: Estocagem e Circulação de Óleo Diesel		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual	- Derrame de óleo diesel nas áreas internas ao FPSO - Possibilidade de incêndio em poça - Possibilidade de contaminação ambiental a partir dos tanques	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	32

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.11: Estocagem e Circulação de Óleo Diesel		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios (8 ≤ MV ≤ 200 m ³)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual	- Derrame de óleo diesel nas áreas internas ao FPSO - Possibilidade de incêndio em poça - Possibilidade de contaminação ambiental a partir dos tanques	A	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	33

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.11: Estocagem e Circulação de Óleo Diesel		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios $(200 \leq GV \leq 2.087,2 \text{ m}^3)^{16}$	- Ruptura em tanque devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual	- Derrame de óleo diesel nas áreas internas ao FPSO - Possibilidade de incêndio em poça - Possibilidade de contaminação ambiental a partir dos tanques	A	III	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	34

¹⁶ Volume correspondente ao inventário total do maior tanque de óleo diesel da Unidade.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.12: Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Pequena liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios</p> <p>($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios devido a: <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual 	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame de óleo diesel nas áreas internas ao FPSO - Possibilidade de incêndio em poça - Possibilidade de contaminação ambiental a partir dos tanques 	A	I	Baixo	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>	35

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA I: FPSO OSX-3			SUBSISTEMA I.12: Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios (8 ≤ MV ≤ 69,1 m ³)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual	- Derrame de óleo diesel nas áreas internas ao FPSO - Possibilidade de incêndio em poça - Possibilidade de contaminação ambiental a partir dos tanques	A	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	36

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA I: FPSO OSX-3		SUBSISTEMA I.13: Afundamento do FPSO		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Grande liberação de óleo (cru, diesel e lubrificante) devido ao afundamento do FPSO</p> <p>(V = 241.675,5 m³)¹⁷</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Colisão com embarcações - Contato com embarcações - Danos estruturais. 	- Visual	- Contaminação ambiental.	A	IV	Médio	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>	37

¹⁷ Volume máximo correspondente à capacidade total de estocagem de óleo no FPSO – 1.511.000 bbl, ao volume das linhas – 7.702 bbl e ao volume dos vasos de processo – 1.391 bbl, totalizando 1.520.093 bbl (241.675,5 m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA:				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO:				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.1: Produção do Poço		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas (0 ≤ PV ≤ 8 m ³)	Vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional -falha da árvore de natal seca	- Instrumentação de controle e shutdown -Visual	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça na área interna a plataforma	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	38

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA:					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO:					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.1: Produção do Poço		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas (8 < MV ≤ 137,00 m³) ¹⁸	Vazamento em riser, tubulação, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional -falha da árvore de natal seca	- Instrumentação de controle e shutdown - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça na área interna a plataforma	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	39

¹⁸ Volume correspondente a um vazamento de 10 minutos, considerando-se a vazão máxima de produção de 20.000 bpd (~3.180 m³/dia) mais o volume associado às linhas (~114,92 m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA:					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO:					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.2: Produção do Poço Satélite e Receptor de Pig do Poço Satélite		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas $(0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3)$	Vazamento em <i>riser</i> , flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional -falha na árvore de natal molhada	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça na área interna a plataforma	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	40

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA:					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO:					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.2: Produção do Poço Satélite e Receptor de Pig do Poço Satélite		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas (8 < MV ≤ 137,00 m³) ¹⁹	Vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e shutdown - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça na área interna a plataforma	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	41

¹⁹ Volume correspondente a um vazamento de 10 minutos, considerando-se a vazão máxima de produção de 20.000 bpd (~3.180 m³/dia) mais o volume associado às linhas (~114,92 m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.3: <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i>		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs ($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça na área interna a plataforma	B	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	42

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.3: <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de Pig		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de Pig das WHPs (8 < MV ≤ 176,65 m ³) ²⁰	Vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça na área interna a plataforma	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	43

²⁰ Volume correspondente a um vazamento de 10 minutos, considerando-se a vazão máxima de produção de 160.000 bpd (~25.437,4 m³/dia).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.4: Sistema de <i>Gas-lift</i>		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em <i>risers</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas (0 < PV ≤ 8m³)	Vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (O4) O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.	44

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.4: Sistema de <i>Gas-lift</i>		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas (8 < MV ≤ 200m³)	Vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (O4) O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.	45

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.4: Sistema de <i>Gas-lift</i>		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas $(200 < GV \leq 2.777,78 \text{ m}^3)^{21}$	Vazamento em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	B	III	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (O4) O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.	46

²¹ Volume correspondente a um vazamento de 10 minutos, considerando-se a vazão de *gas-lift* de 400.000 Nm³/dia.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.5: Sistema de Gás de Injeção no Poço		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de gás de injeção devido a vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas (0 < PV ≤ 8m³)	Vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e shutdown - Visual.	- Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	47

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.5: Sistema de Gás de Injeção no Poço		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de gás de injeção devido a vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas (8 < MV ≤ 200m³)	Vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e shutdown - Visual.	- Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	C	II	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	48

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.5: Sistema de Gás de Injeção no Poço		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de gás de injeção devido a vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas (200 < GV ≤ 2.777,78 m³)	Vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional	- Instrumentação de controle e shutdown - Visual.	- Possibilidade de incêndio em nuvem/explosão	B	III	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	49

²² Volume correspondente a um vazamento de 10 minutos, considerando-se a vazão de gás de injeção de 400.000 Nm³/dia.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.6: Estocagem e Circulação de Óleo Diesel		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: - corrosão; - trincas e furos; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Derrame de óleo diesel nas áreas internas à plataforma - Possibilidade de incêndio em poça - Possibilidade de contaminação ambiental a partir dos tanques.	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	50

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.6: Estocagem e Circulação de Óleo Diesel		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
<p>Média liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs</p> <p>$(8 < MV \leq 28,9 \text{ m}^3)^{23}$</p>	<p>Ruptura em tanques devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - trincas e furos; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i>. - Visual. 	-Contaminação ambiental	A	II	Baixo	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>	51

²³ Volume correspondente à capacidade total de estocagem do maior tanque de óleo diesel da unidade

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.7: Estocagem de Produtos Químicos		DATA: Outubro de 2011				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de produtos químicos devido à ruptura em tanques de estocagem $(0 < PV \leq 0,02 \text{ m}^3)^{24}$	Ruptura em tanque, devido a: - corrosão; - trincas e furos; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	52

²⁴ Volume correspondente à capacidade total de estocagem de químicos na unidade.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.8: Operações de <i>Workover</i>		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço (0 < PV ≤ 8 m ³)	Ocorrência de <i>blowout</i> devido a: - fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>); - Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada de controle do poço.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça.	B	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	53

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>	
EMPRESA: OGX				FOLHA: 01/01				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 00				
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4		SUBSISTEMA II.8: Operações de <i>Workover</i>			DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço ($8 < MV \leq 200 \text{ m}^3$)	Ocorrência de <i>blowout</i> devido a: - fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>); - Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada de controle do poço.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio/explosão.	B	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	54

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX	
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA II: Plataformas WHP-2 e WHP-4			SUBSISTEMA II.8: Operações de <i>Workover</i>		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Grande liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço $(200 < GV \leq 47.700 \text{ m}^3)^{25}$	Ocorrência de <i>blowout</i> devido a: - fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>); - Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada de controle do poço.	- Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> - Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio/ explosão.	B	IV	Médio	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	55

²⁵ Volume correspondente a um vazamento de óleo durante 30 dias a uma vazão de liberação de 1.590 m³/dia.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA III: Barco de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Transferência de Óleo diesel do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3 e WHPs			DATA: Outubro de 2011		
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Freqüência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Pequena liberação de óleo diesel durante a sua transferência do barco de apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4 ($0 < PV \leq 5 \text{ m}^3$) ²⁶	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações, mangotes ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Visual -Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> (bombas de transferência)	- Contaminação Ambiental.	C	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R11) Durante operação de transferência de óleo diesel, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do barco de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. (R12) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo diesel. (R13) Não transferir óleo diesel durante a noite, ou em condições de mar adversas.	56

²⁶ Volume correspondente a ocorrência de vazamento durante 3 minutos à taxa de transferência de 100 m³/h.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 Uma empresa do Grupo EBX			
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00					
SISTEMA III: Barco de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio		DATA: Outubro de 2011					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental		
Pequena liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO) (0 < PV ≤ 8 m ³)	- Vazamento em tanques; - Falha operacional.	- Visual -Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> (bombas de transferência)	- Contaminação ambiental	A	I	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	57		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00			
SISTEMA III: Barco de Apoio			SUBSISTEMA III.2: Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio		DATA: Outubro de 2011			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental
Média liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO) (8 < MV ≤ 200 m ³)	- Vazamento em tanques; - Falha operacional.	- Visual -Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> (bombas de transferência)	- Contaminação ambiental	A	II	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	58



ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR							 <p>Uma empresa do Grupo EBX</p>			
EMPRESA: OGX					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 00					
SISTEMA III: Barco de Apoio			SUBSISTEMA III.2: Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio		DATA: Outubro de 2011					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Hipótese Acidental		
Grande liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO) (200 < GV ≤ 1.699 m ³) ²⁷	Ruptura em: - tanques, mangote; - linha rígida; - flanges; - válvulas; - Colisão com embarcação; - Transbordamento dos tanques de diesel; - Condições meteoceanográficas adversas.	- Visual - Instrumentação de controle e <i>shutdown</i> (bombas de transferência)	- Contaminação Ambiental; - Incêndio em poça.	A	III	Baixo	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	59		

²⁷ Volume correspondente a maior capacidade de estocagem de óleo combustível dentre as embarcações de apoio a serem utilizadas (*Skandi Emerald*).

- **Recomendações e Observações Resultantes das Planilhas de APR**

Das planilhas de Análise Preliminar de Riscos anteriormente apresentadas resultaram as recomendações apresentadas na Tabela 27 a seguir.

TABELA 27 – Recomendações e observações resultantes da APR

RECOMENDAÇÕES	
R1	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.
R2	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).
R3	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
R4	Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
R5	Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO.
R6	Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.
R7	Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru
R8	Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite.
R9	Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.
R10	Seguir procedimento operacional específico para gerenciamento de emergência envolvendo cenários de vazamentos de H ₂ S.
R11	Durante operação de transferência de óleo diesel, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do barco de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.
R12	Seguir procedimento operacional para transferência de óleo diesel.
R13	Não transferir óleo diesel durante a noite, ou em condições de mar adversas.
OBSERVAÇÕES	
O1	Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar
O2	O tanque <i>offspec</i> está localizado em área onde não há operações com embarcações.
O3	O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.
O4	O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.

3.3. Análise e Avaliação das Hipóteses Acidentais Identificadas

A aplicação da metodologia apresentada nos itens anteriores possibilitou a construção das planilhas de Análise Preliminar de Riscos. Nestas foram identificado 59 (cinquenta e nove) Hipóteses Acidentais, das quais 38 (trinta e oito) estão associadas diretamente ao FPSO OSX-3, 17 (dezessete) estão associadas as plataformas WHP-2 e WHP-4 e, 4 (quatro) estão associadas às operações envolvendo os barcos de apoio. No que diz respeito à severidade das consequências, destas 59 (cinquenta e nove) Hipóteses Acidentais, 24 (vinte e quatro) foram classificadas como sendo de severidade **Menor** (I), 21 (vinte e uma) foram classificadas como severidade **Média** (II), 11 (onze) como severidade **Crítica** (III), e 03 (três) como severidade **Catastrófica** (IV). Com relação à frequência, 19 (dezenove) Hipóteses Acidentais foram classificadas como sendo de ocorrência **Extremamente Remota** (A), 16 (dezesseis) foram classificadas como sendo de ocorrência **Remota** (B), outras 20 (vinte) como **Ocasionais** (C), 04 (quatro) com frequência de ocorrência **Provável** (D) enquanto nenhuma Hipótese Acidental foi classificada como sendo de ocorrência **Frequente** (E). Combinando-se as frequências das Hipóteses Acidentais com as suas respectivas severidades, de acordo com a Matriz de Riscos, Tabela 16, obteve-se 35 (trinta e cinco) Hipóteses Acidentais com **Risco Baixo** (59,32%), 24 (vinte e quatro) como **Risco Médio** (40,68 %) e nenhuma como **Risco Alto** (0 %). Esses dados são apresentados na Tabela 29.

TABELA 29 – Distribuição das hipóteses acidentais na matriz de risco

MATRIZ DE RISCO				
<i>Frequência</i>	<i>Severidade</i>			
	I - Menor	II - Média	III - Crítica	IV - Catastrófica
A – Extremamente Remota	HA07, HA08, HA27, HA32, HA35, HA50, HA52, HA57	HA09, HA28, HA33, HA36, HA51, HA58	HA29, HA34, HA59	HA10, HA37
B - Remota	HA11, HA30, HA42, HA53	HA12, HA31, HA54	HA03, HA13, HA24, HA46, HA49	HA55
C – Ocasional	HA01, HA17, HA19, HA22, HA25, HA38, HA40, HA44, HA47, HA56	HA02, HA18, HA20, HA23, HA26, HA39, HA41, HA43, HA45, HA48	HA06, HA16, HA21	---
D – Provável	HA04, HA14	HA05, HA15	---	---
E– Frequente	---	---	---	---

FREQUÊNCIA				
EXTREMAMENTE REMOTA	REMOTA	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE
19	13	23	02	-
32,20%	22,03%	38,98%	3,39%	0 %

SEVERIDADE			
MENOR	MÉDIA	CRÍTICA	CATASTRÓFICA
24	21	11	03
40,68%	35,59%	18,64%	5,08%

RISCO		
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
34	25	0
57,63%	42,37%	0%

Avaliando-se os resultados da Tabela 29, observa-se que nenhuma das hipóteses acidentais identificadas foi classificada como sendo de ocorrência frequente (E).

Ressalta-se que, a partir da análise destes resultados, a frequência esperada de acidentes tende a ser reduzida quando da aplicação dos dispositivos e procedimentos normais de operação e segurança. Todavia, de forma conservativa estimou-se que o risco residual seria igual ao risco original.

Na própria distribuição dos cenários de risco de acordo com a Figura 12 a seguir, nota-se uma leve predominância dos percentuais de risco baixo (57,63 %) sobre o risco médio (42,37 %), demonstrando um grau de segurança controlado pela instalação.

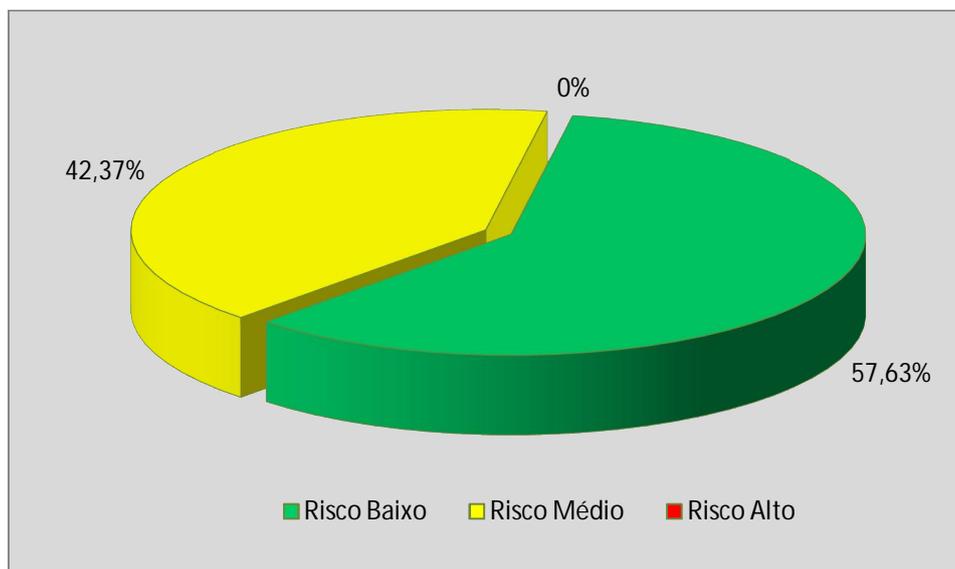


FIGURA 12 – Gráfico da distribuição de riscos

3.4. Árvores de Eventos

A fim de determinar os possíveis cenários acidentais decorrentes da evolução dos eventos iniciadores das hipóteses acidentais identificadas através das planilhas de 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 das hipóteses acidentais envolvendo derramamento de óleo para o mar, as quais viabilizaram o cálculo das probabilidades de ocorrência de contaminação ambiental por óleo associadas a cada uma das hipóteses acidentais e analisadas nas planilhas de Análise Preliminar de Riscos.

Vale ressaltar que aquelas hipóteses acidentais em que não foi identificada possibilidade de contaminação ambiental por óleo não são aqui contempladas de forma a manter coerência com as orientações do Termo de Referência nº007/11.

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 de fontes como o TNO Purple Book e OGP. Como exemplo, apresenta-se na Tabela 30, valores para a probabilidade de ignição de óleos.

TABELA 30 – 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

Nas Tabelas 31 e 32 são apresentadas as informações utilizadas para calcular as frequências dos cenários acidentais, bem como as frequências calculadas para cada um deles. Para o cálculo das probabilidades dos desdobramentos acidentais e suas respectivas frequências algumas considerações foram feitas:

- Uma vez que a probabilidade de ignição disponível em bancos de dados estava 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;
- Para a determinação da árvore de eventos foram considerados apenas os sistemas envolvendo derramamento de óleos para o mar (óleo cru e óleo diesel) de forma a atender o preconizado no Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 007/11, segundo o qual devem ser considerados apenas os efeitos de contaminação ambiental por óleo. Desta forma não foram aqui contemplados as hipóteses acidentais envolvendo produtos químicos ou vazamentos de óleo contidos nas unidades;
- Para o sistema de fluido de perfuração conservativamente foi adotada a probabilidade de ignição de líquidos inflamáveis utilizados em processos *offshore* conforme apresentado na Tabela 28, embora o óleo base seja um composto pouco inflamável;
- Para determinar a vazão mássica das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados foi considerado o tempo de vazamento de 10 (dez) 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);

- Especificamente para os cenários de vazamento de óleo ocorridos durante as operações de abastecimento das unidades pelos barcos de apoio o tempo necessário para a detecção e interrupção do vazamento foi considerado como sendo de 03 (três) minutos;
- Para os cenários de vazamento de óleo ocorridos durante as operações de transferência de óleo cru do FPSO para o navio aliviador (*offloading*) o tempo necessário para a detecção e interrupção do vazamento foi considerado como sendo de 05 (cinco) minutos;
- O sistema de água produção não foi considerado nas Tabelas 31 e 32, em virtude do baixo teor de óleo contido na água de produção (para efeitos de cálculo considerou-se conservativamente 200 ppm) bem como da baixa frequência de ocorrência da hipótese acidental correspondente;
- Para o evento de possibilidade de ignição, considerou-se a possibilidade de formação de poça confinada e de poça não confinada, possuindo ambos os eventos a mesma probabilidade de ocorrência (50%). Desta forma, a frequência associada à probabilidade de ignição em poça confinada corresponde à frequência de ocorrência de incêndio em poça enquanto que a probabilidade de ignição em poça não confinada resulta em contaminação ambiental.
- 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.
- 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 de 3%.
- A probabilidade de explosão extraída de banco de dados corresponde a 40% (TNO, Purple Book).

TABELA 31 – Probabilidades de ignição e de explosão dos cenários acidentais

Hipótese Acidental	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Densidade (Kg/m³)	Massa (kg)	Tempo de Vazamento (s)	Vazão (kg/s)	Probabilidade de Ignição	Probabilidade de Explosão	
1	I. FPSO OSX-3	Subsea, Riser e Manifold	Óleo Cru	8,00	790	6.320,00	600	10,53	8,78E-03	-	
2				200,00		158.000,00		263,33	1,75E-02	4,00E-01	
3				509,99		364.355,90		607,26	1,75E-02	4,00E-01	
8		Armazenamento de Óleo Cru	Óleo Cru	8,00		6.320,00	10,53	8,78E-03	-		
9				200,00		158.000,00	263,33	1,75E-02	4,00E-01		
10				37.287,00		29.456.730,00	49.094,55	1,75E-02	4,00E-01		
11		Transferência de Óleo para o Navio Aliviador	Óleo Cru	8,00		6.320,00	21,07	8,78E-03	-		
12				200,00		158.000,00	526,67	1,75E-02	4,00E-01		
13				552,00		436.080,00	1.453,60	1,75E-02	4,00E-01		
27		Sistema de Flare e Drenagem	Óleo Diesel	8,00		850	6.800,00	600	11,33	6,98E-03	-
28				200,00		170.000,00	283,33		1,75E-02	4,00E-01	
29				1.445,00		1.252.900,00	2.088,17		1,75E-02	4,00E-01	
32		Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	8,00		850	6.800,00	600	11,33	1,49E-03	-
33				200,00		170.000,00	283,33		2,40E-03	4,00E-01	
34				2.087,20		1.774.120,00	2.956,87		2,40E-03	4,00E-01	
35		Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante	Óleo Lubrificante	8,00		930	7.440,00	600	12,40	7,25E-03	
36	69,10			64.263,00	107,11		1,75E-02				
37	Afundamento do FPSO	Óleo Cru / Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	241.675,5	850	205.448.612,50		342.414,35	1,75E-02	4,00E-01		
38	II. WHPS	Produção do Poço	Óleo Cru	8,00	790	6.320,00	600	10,53	8,78E-03	-	
39				137,00		98.481,40		164,14	1,02E-02	-	

Hipótese Acidental	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m ³)	Densidade (Kg/m ³)	Massa (kg)	Tempo de Vazamento (s)	Vazão (kg/s)	Probabilidade de Ignição	Probabilidade de Explosão
40	II. WHPs	Produção do Poço Satélite e Receptor de <i>Pig</i> do Poço Satélite	Óleo Cru	8,00		6.320,00		10,53	8,78E-03	-
41				137,00		98.481,40		164,14	1,02E-02	-
42				8,00		6.320,00		10,53	8,78E-03	-
43		Manifold de Teste / Mnifold de Produção / Lançadores de <i>Pig</i>	Óleo Cru	176,65		139.553,50		232,59	1,75E-02	4,00E-01
50				8,00		6.800,00		11,33	1,49E-03	-
51		Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	28,90	850	24.565,00		40,94	2,21E-03	4,00E-01
53				8,00		6.320,00		-	3,00E-02	-
54		Operações de <i>Workover</i>	Óleo Cru	200,00	790	158.000,00	2.592.000	-	3,00E-02	4,00E-01
55				47.700,00		37.683.000,00		-	3,00E-02	4,00E-01
56	III. BARCOS DE APOIO	Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3 e para as WHPs	Óleo Diesel	5,00	850	4.250,00	180	23,61	5,10E-03	-
57		Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio	Óleo Diesel	8,00		6.800,00	600	11,33	1,49E-03	-
58				200,00		170.000,00		283,33	2,40E-03	4,00E-01
59				1.699,00		1.444.150,00		2.406,92	2,40E-03	4,00E-01

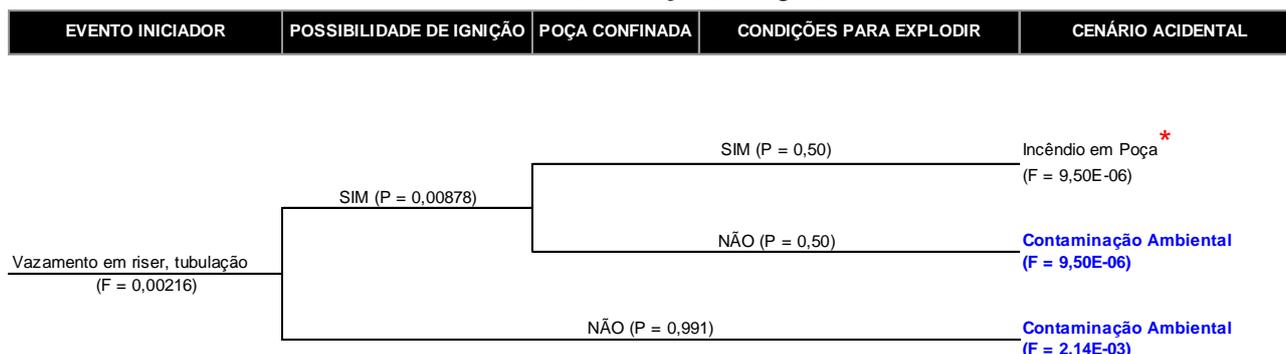
TABELA 32 – Frequências dos cenários acidentais

Hipótese Acidental	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano ⁻¹)	Probabilidade de Ignição		Poça Confinada		Probabilidade de Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio em Poça (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano ⁻¹)
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO			
1	I. FPSO OSX-3	Subsea, Riser e Manifold	Óleo Cru	3	2,16E-03	8,78E-03	9,91E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	9,50E-06	-	2,15E-03
2				200,00	2,13E-03	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,86E-05	8,36E-04	1,27E-03
3				509,99	4,60E-04	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	4,02E-06	1,81E-04	2,75E-04
8		Armazenamento de Óleo Cru	Óleo Cru	8,00	1,00E-06	8,78E-03	9,91E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	4,39E-09	-	9,96E-07
9				200,00	1,00E-08	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	8,75E-11	3,93E-09	5,98E-09
10				37.287,00	1,00E-08	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	8,75E-11	3,93E-09	5,98E-09
11		Transferência de Óleo para o Navio Aliviador	Óleo Cru	8,00	4,28E-04	8,78E-03	9,91E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	1,88E-06	-	4,26E-04
12				200,00	6,30E-04	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	5,51E-06	2,48E-04	3,77E-04
13				552,00	1,75E-04	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,53E-06	6,87E-05	1,05E-04
27		Sistema de Flare e Drenagem	Óleo Diesel	8,00	1,00E-06	6,98E-03	9,93E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	3,49E-09	-	9,97E-07
28				200,00	1,00E-08	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	8,75E-11	3,93E-09	5,98E-09
29				1.445,00	1,00E-08	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	8,75E-11	3,93E-09	5,98E-09
32		Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	8,00	1,00E-06	1,49E-03	9,99E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	7,43E-10	-	9,99E-07
33				200,00	1,00E-08	2,40E-03	9,98E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,20E-11	3,99E-09	6,00E-09
34				2.087,20	1,00E-08	2,40E-03	9,98E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,20E-11	3,99E-09	6,00E-09
35		Estocagem e Circulação de Óleo Lubrificante	Óleo Lubrificante	8,00	1,00E-06	7,25E-03	9,93E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	3,63E-09	-	9,96E-07
36				69,10	1,00E-08	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	8,75E-11	3,93E-09	5,98E-09
37	Afundamento do FPSO	Óleo Cru / Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	241.675,5	1,00E-05	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	8,75E-08	3,93E-06	5,98E-06	

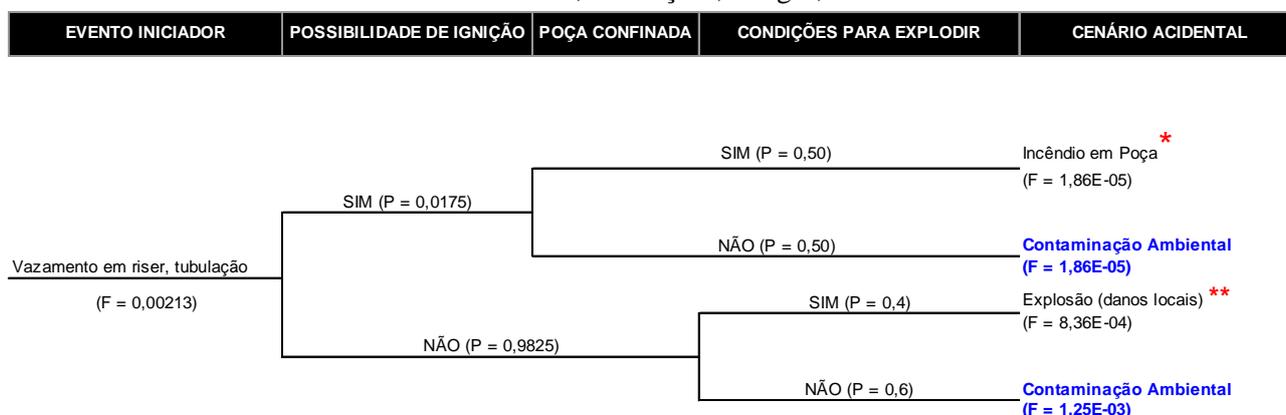
Hipótese Acidental	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano ⁻¹)	Probabilidade de Ignição		Poça Confinada		Probabilidade de Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio em Poça (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano ⁻¹)
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO			
38	II. WHPs	Produção do Poço	Óleo Cru	8,00	3,70E-03	8,78E-03	9,91E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	1,62E-05	-	3,68E-03
39				137,00	3,66E-03	1,02E-02	9,90E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	1,87E-05	-	3,64E-03
40		Produção do Poço Satélite e Receptor de Pig do Poço Satélite	Óleo Cru	8,00	3,70E-03	8,78E-03	9,91E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	1,62E-05	-	3,68E-03
41				137,00	3,66E-03	1,02E-02	9,90E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	1,87E-05	-	3,64E-03
42		Manifold de Teste / Mnifold de Produção / Lançadores de Pig	Óleo Cru	8,00	9,71E-04	8,78E-03	9,91E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	4,26E-06	-	9,67E-04
43				176,65	1,36E-03	1,75E-02	9,83E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,19E-05	5,34E-04	8,14E-04
50		Estocagem e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	8,00	1,00E-06	1,49E-03	9,99E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	7,43E-10	-	9,99E-07
51				28,90	1,00E-08	2,21E-03	9,98E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,10E-11	3,99E-09	6,00E-09
53		Operações de Workover	Óleo Cru	8,00	1,80E-04	3,00E-02	9,70E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	2,70E-06	-	1,77E-04
54				200,00	1,80E-04	3,00E-02	9,70E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	2,70E-06	6,98E-05	1,07E-04
55	47.700,00			1,80E-04	3,00E-02	9,70E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	2,70E-06	6,98E-05	1,07E-04	
56	III. BARCOS DE APOIO	Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para o FPSO OSX-3 e para as WHPs	Óleo Diesel	5,00	1,21E-03	5,10E-03	9,95E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	3,09E-06	-	1,21E-03
57		Transporte de Óleo Diesel pelo Barco de Apoio	Óleo Diesel	8,00	1,00E-06	1,49E-03	9,99E-01	5,00E-01	5,00E-01	-	1,00E+00	7,47E-10	-	9,99E-07
58				200,00	1,00E-08	2,40E-03	9,98E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,20E-11	3,99E-09	6,00E-09
59				1.699,00	1,00E-08	2,40E-03	9,98E-01	5,00E-01	5,00E-01	4,00E-01	6,00E-01	1,20E-11	3,99E-09	6,00E-09

A seguir são apresentadas a seguir as árvores de evento elaboradas para cada um das hipóteses acidentais analisadas que envolveram vazamento de óleo para o mar, com as respectivas frequências tanto para os eventos iniciadores como para os desdobramentos acidentais (cenários acidentais), bem como as probabilidades associadas a estes desdobramentos.

- **Hipótese Acidental 01:** Pequena liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.²⁸



- **Hipótese Acidental 02:** Média liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.²⁹

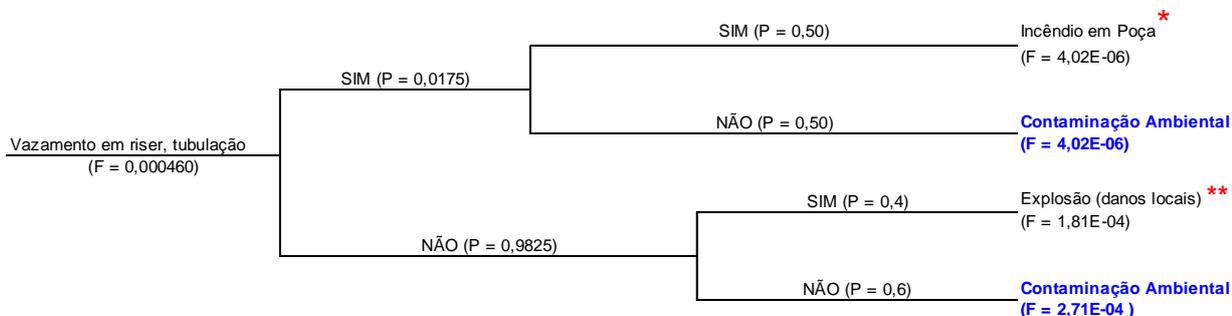


²⁸ * A frequência de ocorrência em incêndio em poça corresponde unicamente ao cenário acidental decorrente da poça confinada formada sem a ocorrência de contaminação ambiental, sendo esta consideração válida para todas as demais árvores de eventos.

²⁹ ** Para 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.

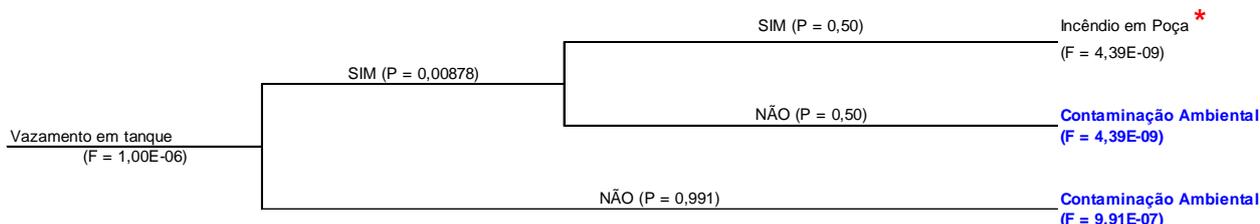
- **Hipótese Acidental 03:** Grande liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamento em riser, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.

EVEN TO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



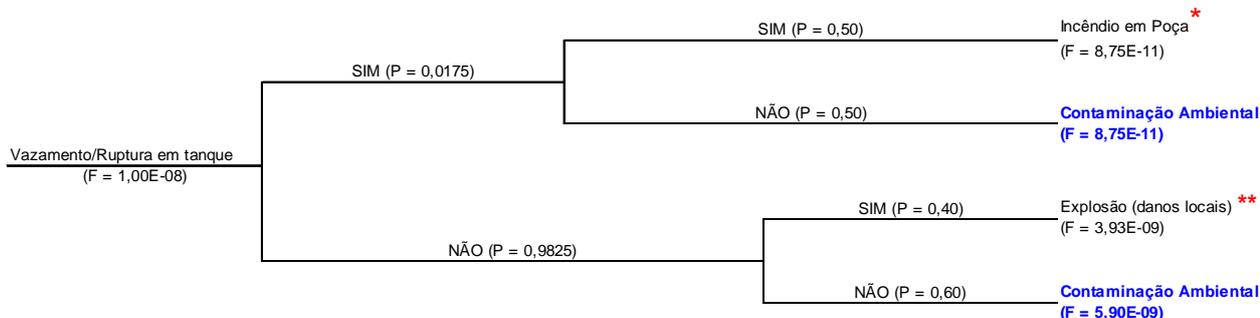
- **Hipótese Acidental 08:** Pequena liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques

EVEN TO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------

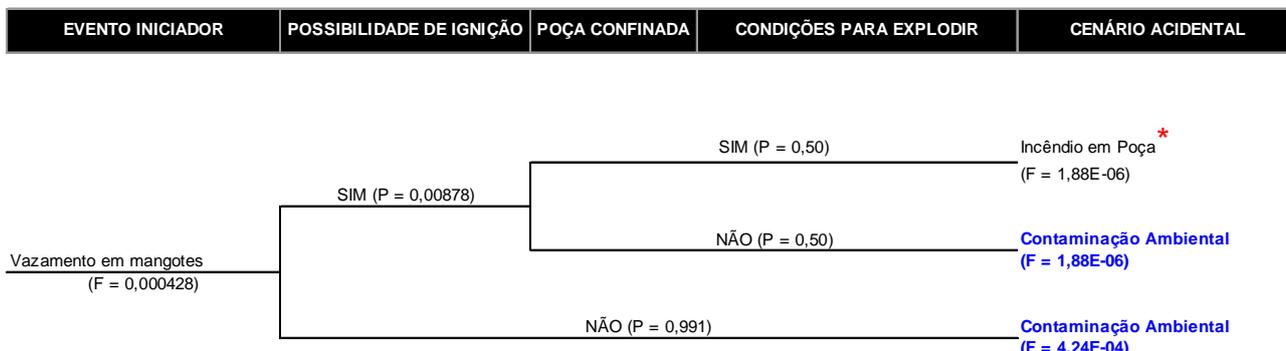


- **Hipóteses Acidentais 09 e 10:** Média/Grande liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento/ruptura em tanques

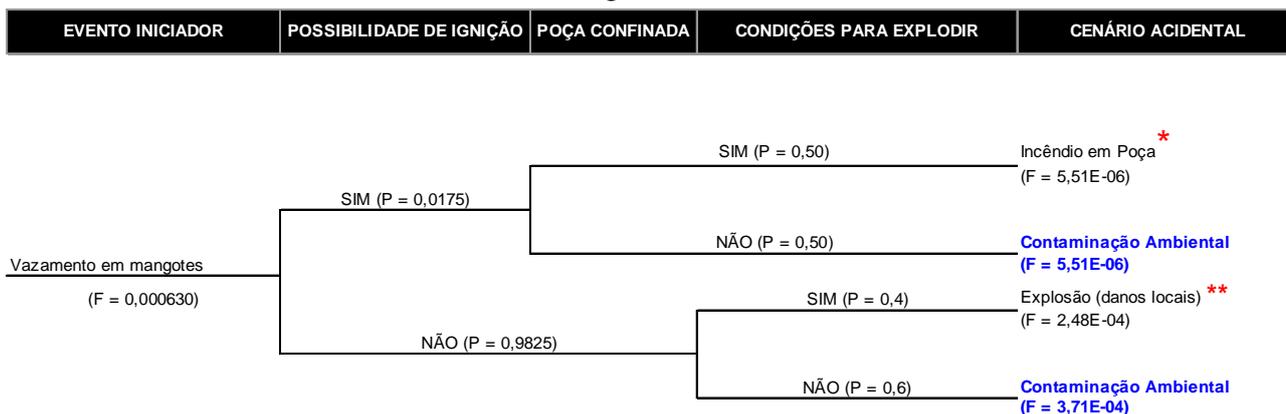
EVEN TO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



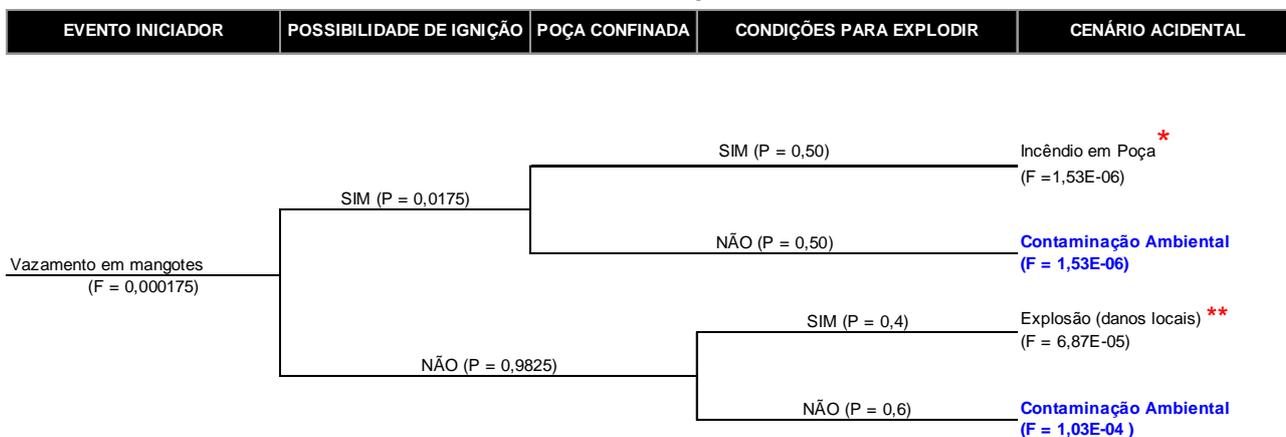
- **Hipótese Acidental 11:** Pequena liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios



- **Hipótese Acidental 12:** Média liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.

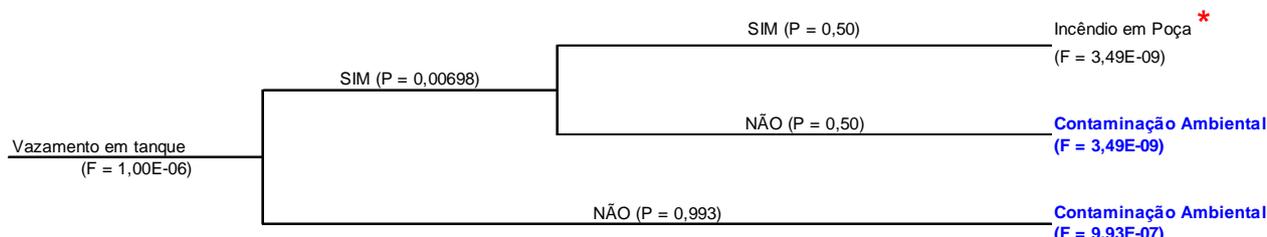


- **Hipótese Acidental 13:** Grande liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.



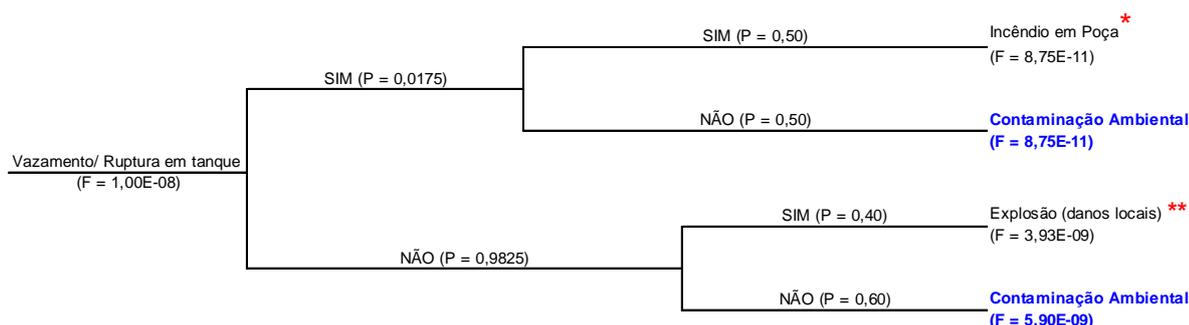
- Hipótese Acidental 27:** Pequena liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



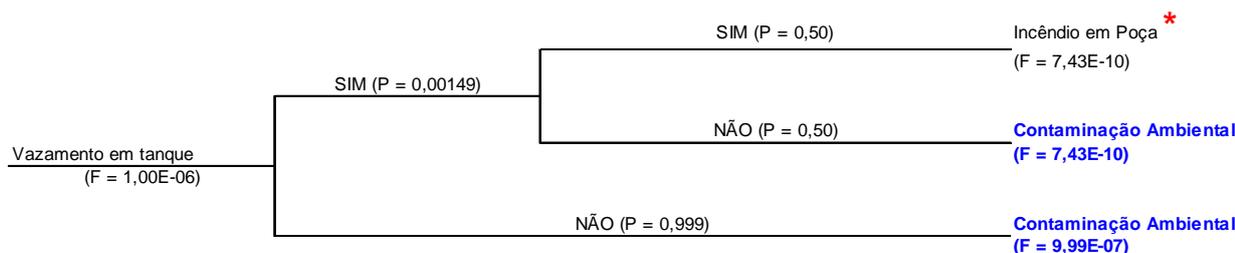
- Hipótese Acidental 28e 29:** Média/ Grande liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



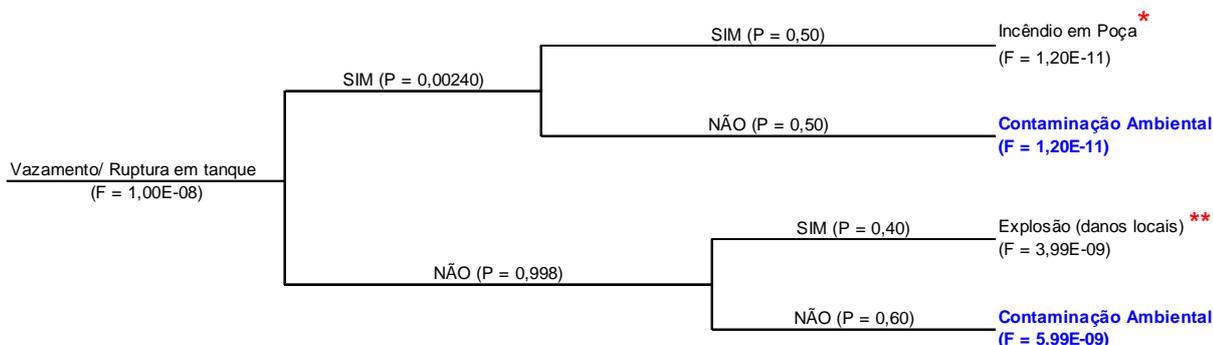
- Hipótese Acidental 32:** Pequena liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



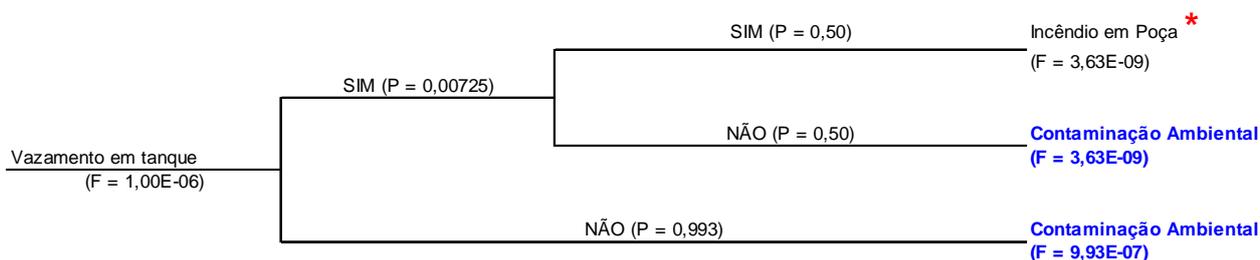
- Hipóteses Acidentais 33 e 34:** Média/ Grande liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento/ruptura em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



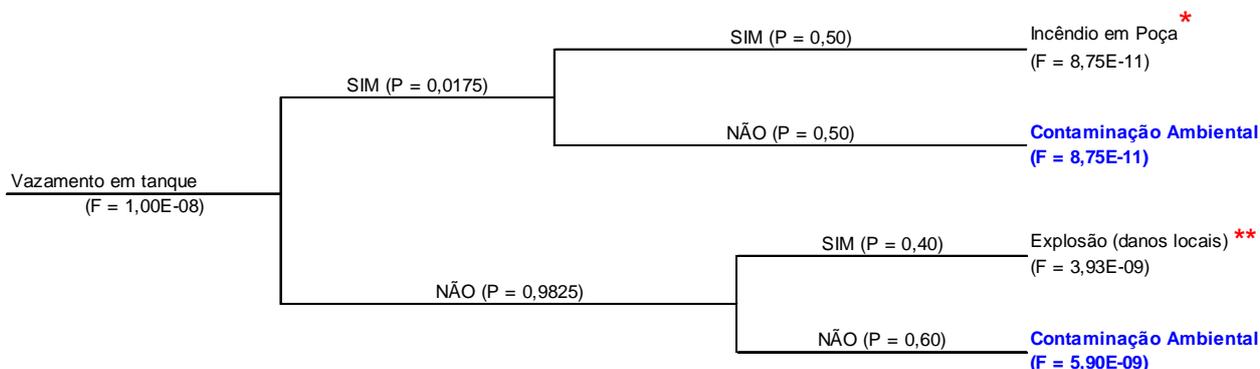
- Hipótese Acidental 35:** Pequena liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



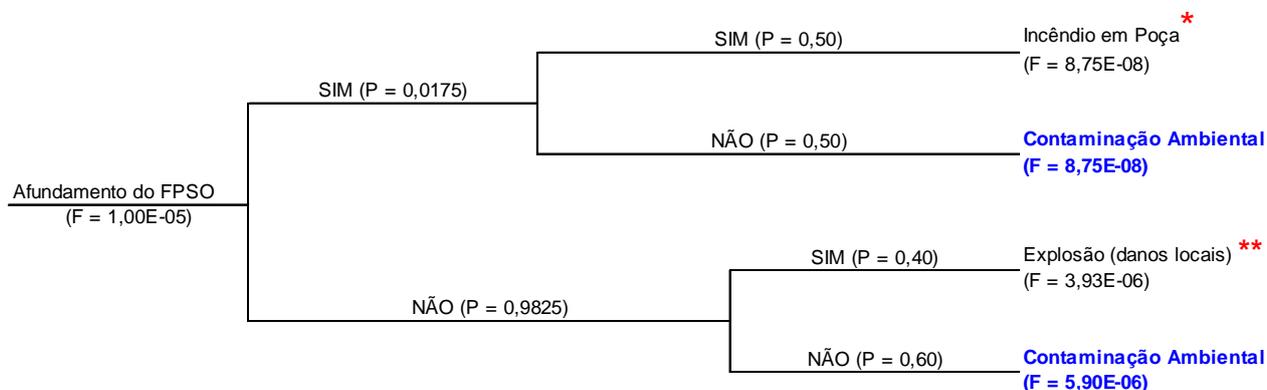
- Hipótese Acidental 36:** Média liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



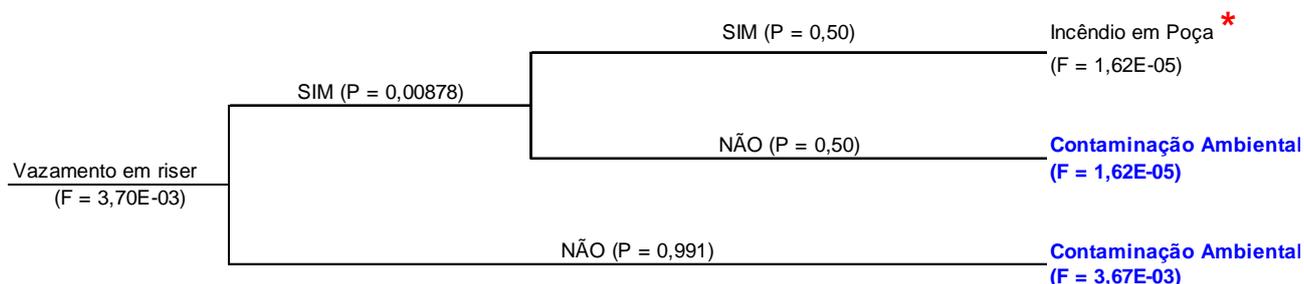
• **Hipóteses Acidentais 37:** Grande liberação de óleo devido ao afundamento do FPSO

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



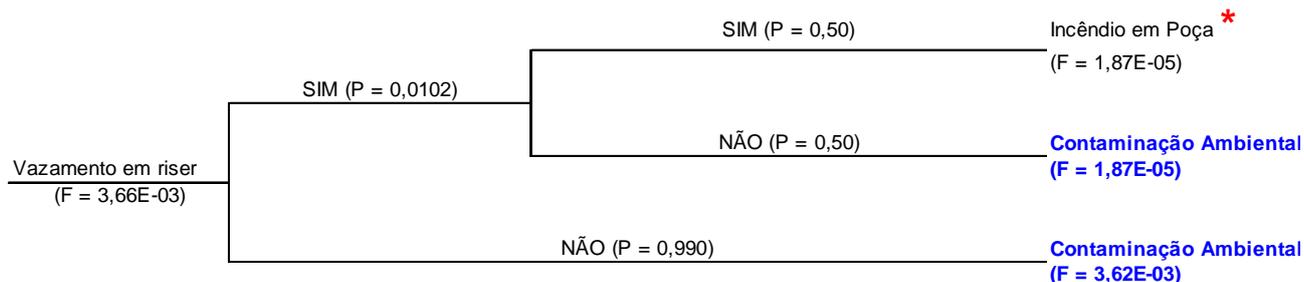
• **Hipótese Acidental 38:** Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------

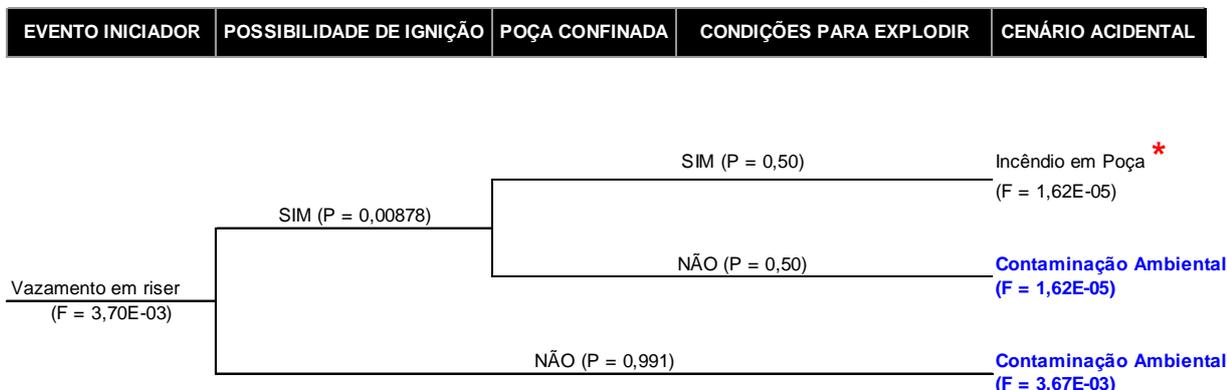


• **Hipótese Acidental 39:** Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas.

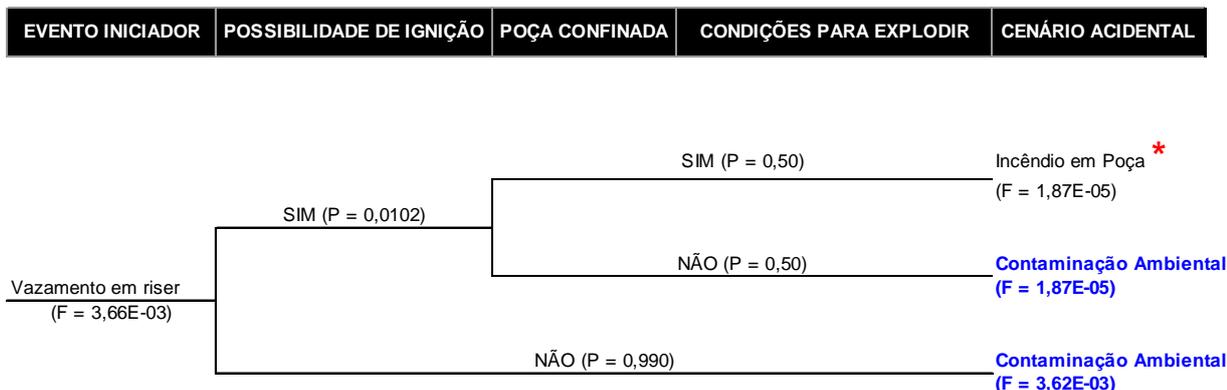
EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



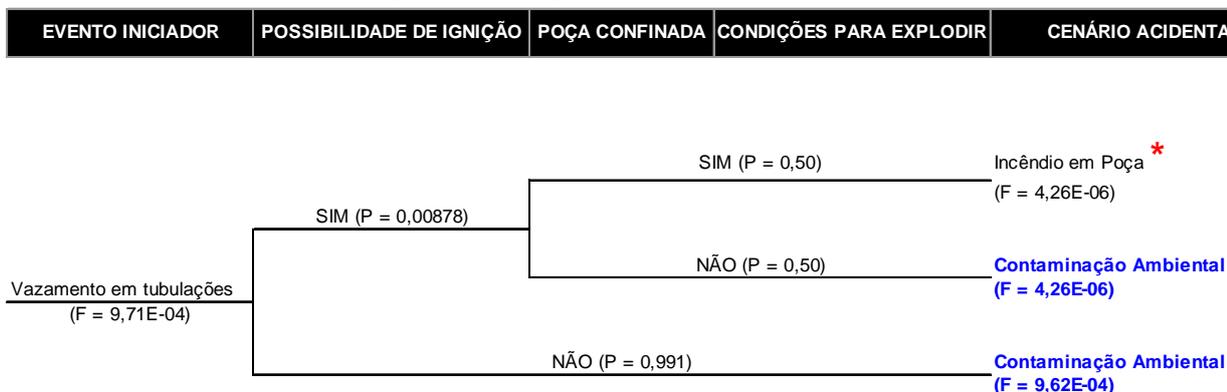
- **Hipótese Acidental 40:** Pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em *riser*, flanges, conexões ou válvulas.



- **Hipótese Acidental 41:** Média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço Satélite devido a vazamento em *riser*, flanges, conexões ou válvulas.

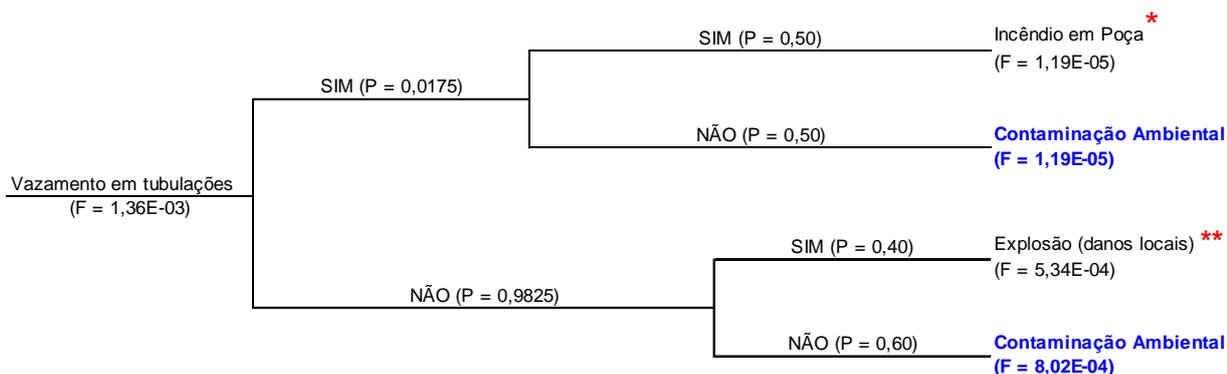


- **Hipótese Acidental 42:** Pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do *Manifold* de Teste / *Manifold* de Produção / Lançadores de Pig das WHPs.



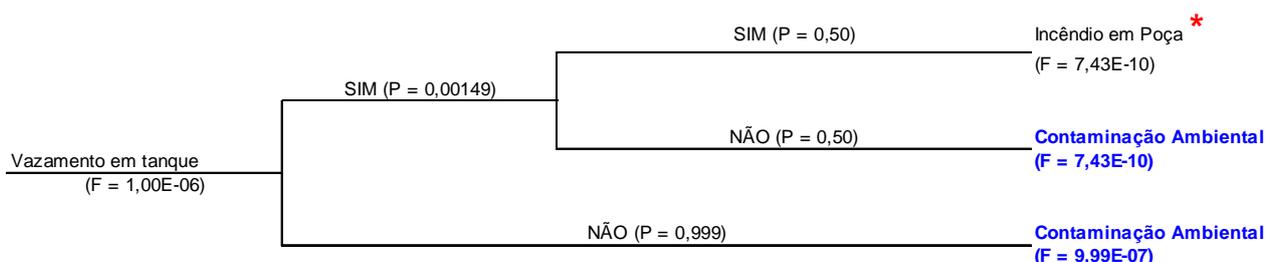
- Hipótese Acidental 43:** Pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do *Manifold* de Teste / *Manifold* de Produção / Lançadores de Pig das WHPs.

EVEN TO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------

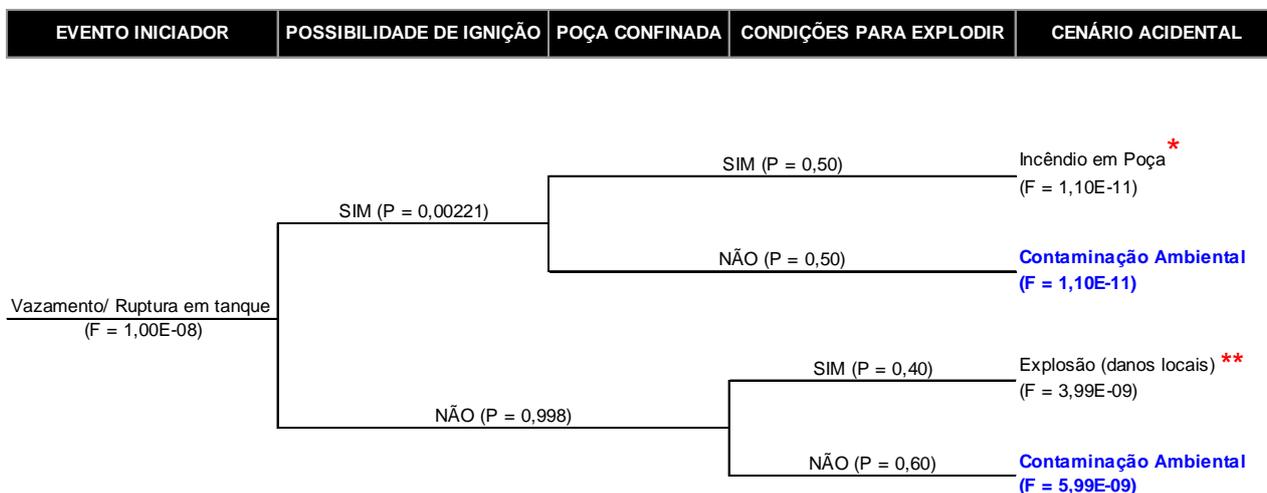


- Hipótese Acidental 50:** Pequena liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.

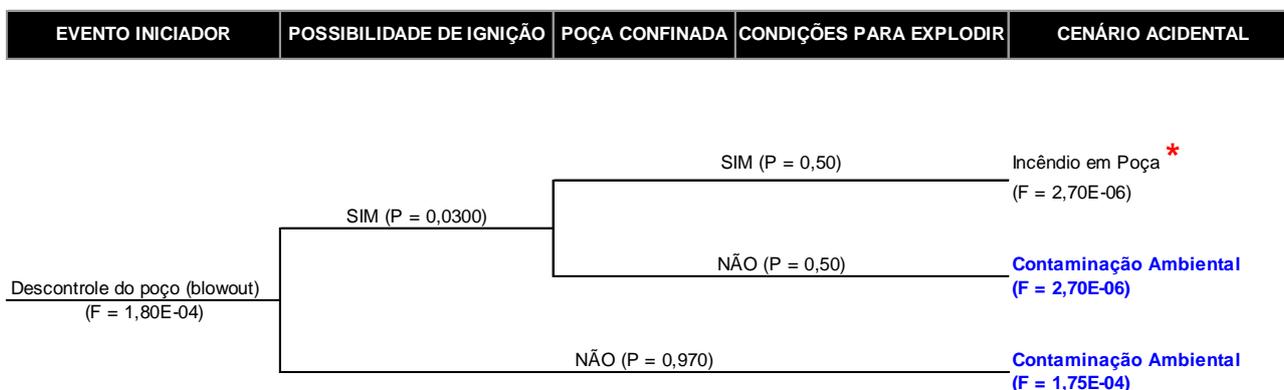
EVEN TO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
-------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



- **Hipótese Acidental 51:** Média liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.

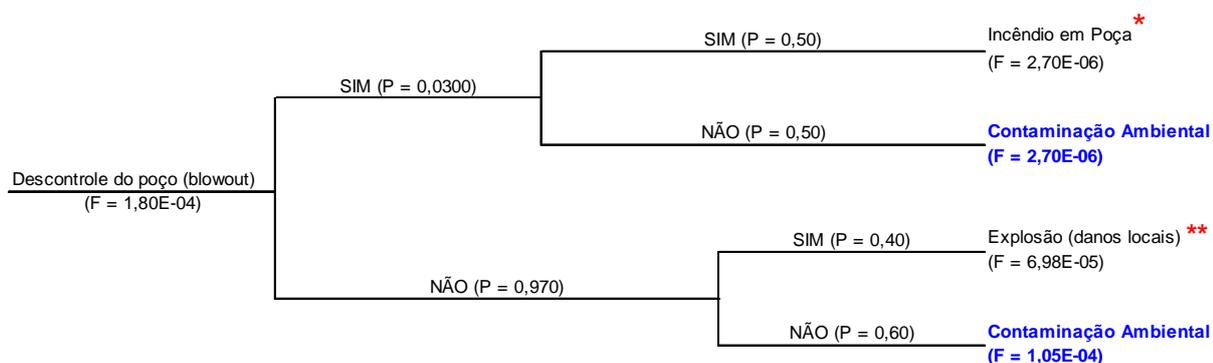


- **Hipótese Acidental 53:** Pequena liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (*blowout*) durante as operações de *workover* no poço.



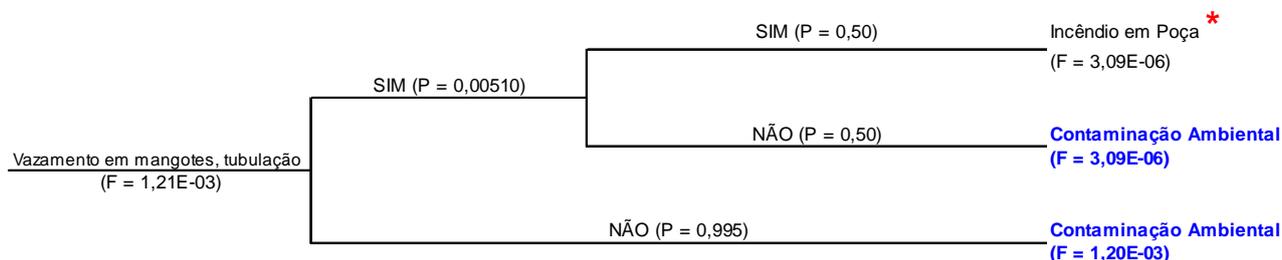
- **Hipótese Acidental 54 e 55:** Média/ Grande liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (*blowout*) durante as operações de *workover* no poço.

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



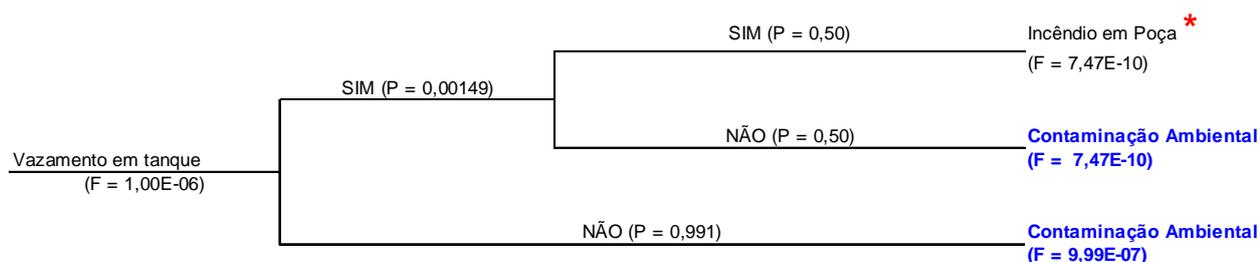
- **Hipótese Acidental 56:** Pequena liberação de óleo diesel durante a sua transferência do barco de apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4.

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------

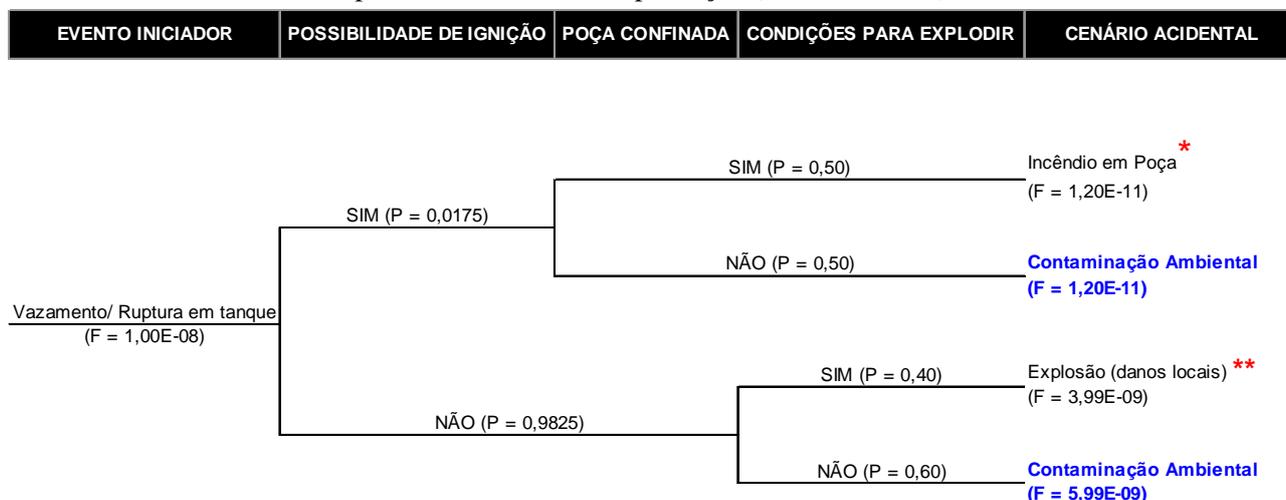


- **Hipótese Acidental 57:** Pequena liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).

EVENTO INICIADOR	POSSIBILIDADE DE IGNIÇÃO	POÇA CONFINADA	CONDIÇÕES PARA EXPLODIR	CENÁRIO ACIDENTAL
------------------	--------------------------	----------------	-------------------------	-------------------



- **Hipótese Acidental 58 e 59:** Média/ Grande liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).



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

4.1. Resultado da Modelagem de Dispersão de Óleo

Nesse item serão rerepresentados os resultados da Modelagem do Transporte do Óleo no Mar, que foram utilizados para estabelecer a probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por óleo. Os resultados referem-se aos vazamentos de 8, 200 m³ e pior caso (241.675,5 m³).

As características das simulações e o tipo de óleo considerado são apresentados na Tabela 33.

TABELA 33 - Características e localização dos pontos simulados.

Tipo de óleo	Tipo C
API do óleo	25,5
Bloco	BM-C-39 e BM-C-40 OSX-3 (Waikiki-Peró-Ingá)
Bacia	Campos
Coordenadas	23°08'05,38"S e 41°04'21,97"W
Projeção	Geográfica (Lat/Lon) / Datum SAD-69

Fonte: ASA/OGX (2011).

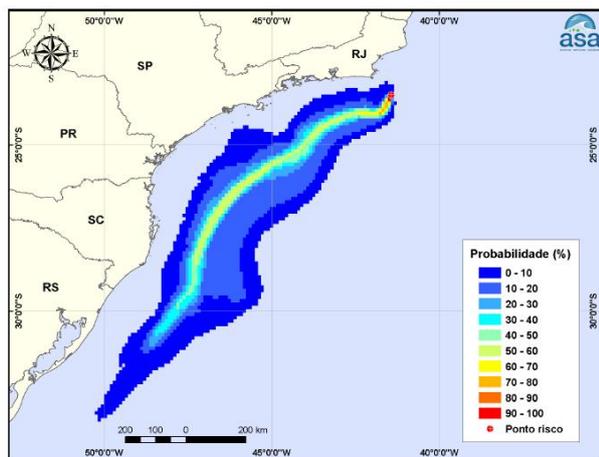
Conforme citado na metodologia, para o cálculo do Risco Ambiental serão considerados seis cenários obtidos na Modelagem (Tabela 34).

TABELA 34 - Cenários realizados para o ponto de risco dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)
1	Verão	8
2	Inverno	8
3	Verão	200
4	Inverno	200
5	Verão	241.675,5
6	Inverno	241.675,5

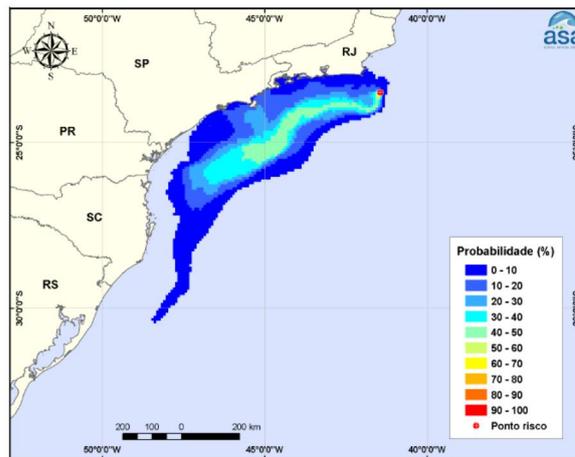
Fonte: ASA/OGX (2011).

A seguir, são apresentados os mapas de probabilidade de presença de óleo para os vazamentos de volume pequeno (8 m³) (Figuras 13 e 14), volume médio (200 m³) (Figuras 15 e 16), e pior caso (241.675,5 m³) (Figuras 17 e 18).



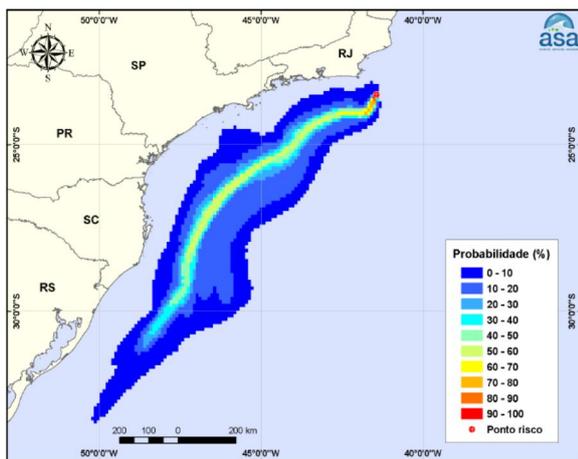
Fonte: ASA /OGX (2011).

FIGURA 13 - Probabilidade de presença de óleo na água para o CENÁRIO 1 (Verão; Volume: 8 m³; 30 dias de simulação).



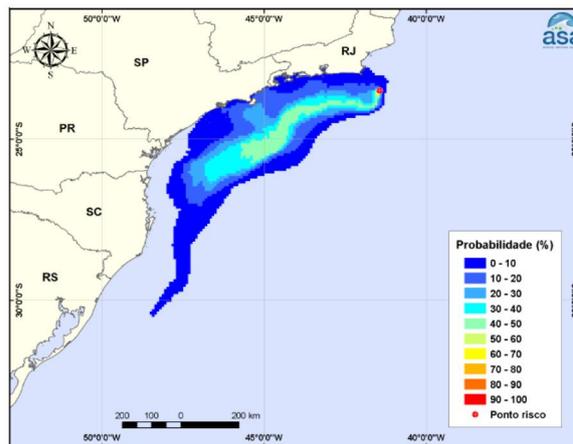
Fonte: ASA /OGX (2011).

FIGURA 14 - Probabilidade de presença de óleo na água para o CENÁRIO 2 (Inverno; Volume: 8 m³; 30 dias de simulação).



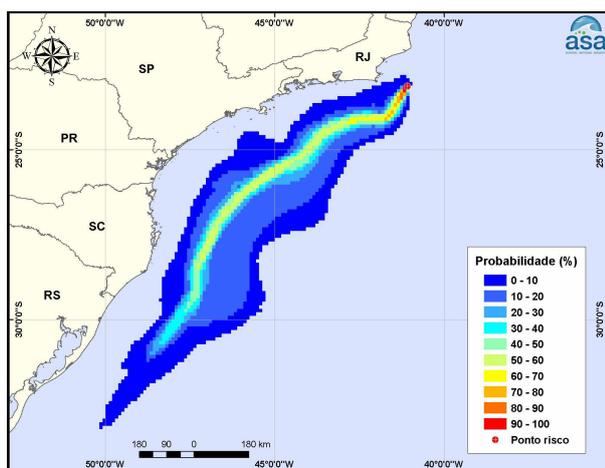
Fonte: ASA /OGX (2011).

FIGURA 15 - Probabilidade de presença de óleo na água para o CENÁRIO 3 (Verão; Volume: 200 m³; 30 dias de simulação).



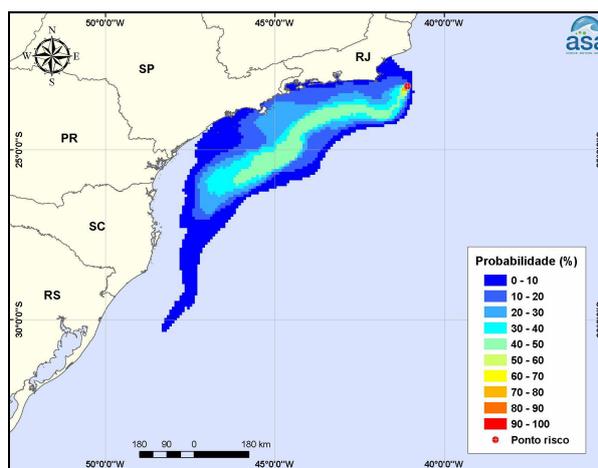
Fonte: ASA /OGX (2011).

FIGURA 16 - Probabilidade de presença de óleo na água para o CENÁRIO 4 (Inverno; Volume: 200 m³; 30 dias de simulação).



Fonte: ASA/OGX (2011).

FIGURA 17 - Probabilidade de presença de óleo na água para o CENÁRIO 5 (Verão; Volume: 241.675,5; 31 dias de simulação).



Fonte: ASA/OGX (2011).

FIGURA 18 - Probabilidade de presença de óleo na água para o CENÁRIO 6 (Inverno; Volume: 241.675,5; 31 dias de simulação).

4.2. Identificação dos Componentes com Valor Ambiental

Com os resultados da modelagem de óleo para o cenário de pior caso foi possível estabelecer os Componentes de Valor Ambiental (CVA) atingidos. Os componentes foram selecionados a partir da Análise de Vulnerabilidade (item do PEI) e do Diagnóstico Ambiental, componentes do Estudo de Impacto Ambiental para a atividade de desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40.

Os CVAs foram definidos devido à sua importância ecológica e econômica para a região, à presença significativa na área provável de ser atingida pelo óleo e à sua grande vulnerabilidade à poluição por óleo. Foram selecionados componentes que fazem parte da comunidade biológica e ecossistemas, dando prioridade aos ecossistemas sensíveis e comunidades que possuam espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.

Para o caso de vazamentos de óleo a partir da unidade marítima FPSO OSX-3 foram selecionados, ao todo, sete componentes, sendo três ecossistemas e quatro comunidades biológicas. Dentre os ecossistemas foram definidos os seguintes componentes ambientais: manguezais, costões rochosos e praias arenosas (expostas e abrigadas). Em relação às comunidades biológicas, os componentes são: recursos pesqueiros e atividade pesqueira, mamíferos marinhos – cetáceos, tartarugas e avifauna marinhas. Inseriu-se juntamente com o componente “recursos pesqueiros” a atividade de pesca, uma vez que ela é de extrema importância para a região e pode ser impactada no caso de um acidente com vazamento de óleo.

Após a seleção dos componentes, esses foram delimitados espacialmente para que sua área fosse utilizada no cálculo do risco ambiental. A área de ocorrência para os organismos (mamíferos, tartarugas e aves marinhas) foi definida, primariamente, a partir de áreas de concentração, reprodução, alimentação e rotas migratórias de espécies. Quando essa informação não estava disponível, foi utilizada a área de ocorrência, sendo sempre o mais conservador possível.

O mapeamento de todos os componentes foi feito a partir de informações do Diagnóstico Ambiental contido no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado para essa atividade (OGX/AECOM, 2011), complementado pelo documento “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha” (MMA, 2002) e sua atualização “Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA N° 09, de 23 de janeiro de 2007” (MMA, 2007a), e por informações do Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (MMA, 2007b).

Além disso, o mapeamento dos ecossistemas foi complementado pelo mosaico de imagens GeoEye e DigitalGlobe acessado com Google Earth Pro™ em julho/agosto de 2011.

Uma vez estabelecidos 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, e os guias da IPIECA. A sensibilidade dos componentes foi avaliada em função do seu tempo de recuperação e foi classificada de acordo com a Tabela 35.

TABELA 35 – Categorias de Tempo de Recuperação.

Tempo de Recuperação	Categoria da Conseqüência
0,1-1 ano	Menor
1-3 anos	Moderada
3-10 anos	Considerável
>10 anos	Grave

Vale ressaltar que para se estabelecer apropriadamente o tempo de recuperação de um componente é importante considerar algumas limitações dos estudos realizados, como (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), sendo que a maior parte das estimativas populacionais tem uma ampla gama de variabilidade associada aos dados.
- Para muitos dos recursos afetados por vazamentos existe uma limitação dos dados do seu *status* no ano do acidente. Adicionalmente, alguns dos dados pertinentes foram resultados de uma amostragem limitada, que consequentemente produziu intervalos grandes de confiança ao redor das estimativas populacionais.
- É extremamente difícil separar o que é um efeito prolongado do acidente do que são mudanças naturais ou causadas por fatores não relacionados ao vazamento de óleo.
- 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 para responder às preocupações de populações e ecossistemas, enquanto outros estudos foram focados em exposição localizada e efeitos do óleo.

Além disso, deve-se observar 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) e que em sua maioria habitam ambientes temperados (e.g. acidente com Exxon Valdez no Alaska).

- **Componentes Ambientais**

A seguir são apresentados os componentes ambientais, considerando 04 itens específicos; introdução, impactos causados pelo óleo, estudos de caso e conclusão.

1. Costões Rochosos

A. Introdução

Os ambientes recifais apresentam a maior diversidade de espécies dentre os ecossistemas marinhos. Uma das razões que contribuem para esta alta diversidade é a grande variedade de habitats existente nos recifes (SALE, 1980). Apesar de apresentarem uma menor complexidade quando comparados aos recifes de corais, os costões rochosos podem abrigar uma variada fauna e flora associada (FERREIRA *et al.*, 2001).

Os costões rochosos são afloramentos de rochas cristalinas presentes na linha do mar, sujeitos a ação das ondas, correntes e ventos e podem apresentar diferentes configurações, como costões amplos e matacões. Esses ecossistemas apresentam rica e complexa comunidade, podendo haver uma diversidade de espécies em um único costão (CETESB, 2007). Por receberem uma grande quantidade de nutrientes provenientes dos ecossistemas terrestres, os costões apresentam uma grande biomassa, assim como elevada produção primária de microfitobentos e de macroalgas. Portanto, as comunidades biológicas dos costões rochosos tem importante valor tanto biológico quanto econômico, uma vez que apresentam recursos alimentares para aves e peixes, além da exploração de ostras, algas e mexilhões (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002).

Em relação ao hidrodinamismo, os costões rochosos podem ser classificados como expostos ou abrigados. Nos costões expostos há menor diversidade de espécies, devido à ação das ondas. Por sua vez, os costões abrigados apresentam alto nível de complexidade, o que resulta em grande riqueza de espécies (CARVALHAL & BERCHEZ, 2005 *apud* CETESB, 2007).

No sudeste do Brasil, os costões rochosos representam o principal habitat para a biota recifal (FERREIRA *et al.*, 2001). Essa região é dominada pelas águas da Corrente do Brasil (CB), com intrusões sazonais das Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS) no assoalho da plataforma continental durante o verão, com destaque para as ressurgências na região de Cabo Frio, RJ, cujos efeitos são percebidos até a plataforma de São Paulo, a 400 km sul (LORENZETTI & GAETA, 1996 *apud* CHAVES, 2006).

A área de estudo possui uma grande extensão de costões rochosos, tanto expostos como abrigados, apresentando enseadas recortadas por praias arenosas, além de estarem presentes em ilhas costeiras. São caracterizados pela alta diversidade e complexidade das comunidades presentes em uma variedade de habitat. A maioria dos costões da região sofre com a alta pressão antrópica, no entanto em alguns locais há áreas protegidas da ação humana, como a Laje de Santos (SP) e as Ilhas Cagarras (RJ) (MMA, 2002).

As Figuras 19 e 20 apresentam a localização dos costões rochosos na área de estudo juntamente com as áreas com probabilidade de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. As áreas de costões rochosos foram delimitadas através de mapeamento digital usando o Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (MMA, 2007b) e o mosaico de imagens GeoEye e

DigitalGlobe acessado com Google Earth Pro™ em julho/agosto de 2011. É importante observar que foi delimitada, de maneira conservativa, uma faixa com 60 metros de largura por toda a extensão de cada um dos costões rochosos da região, sendo 30 metros da linha da costa para o continente e 30 m da linha da costa para o mar.

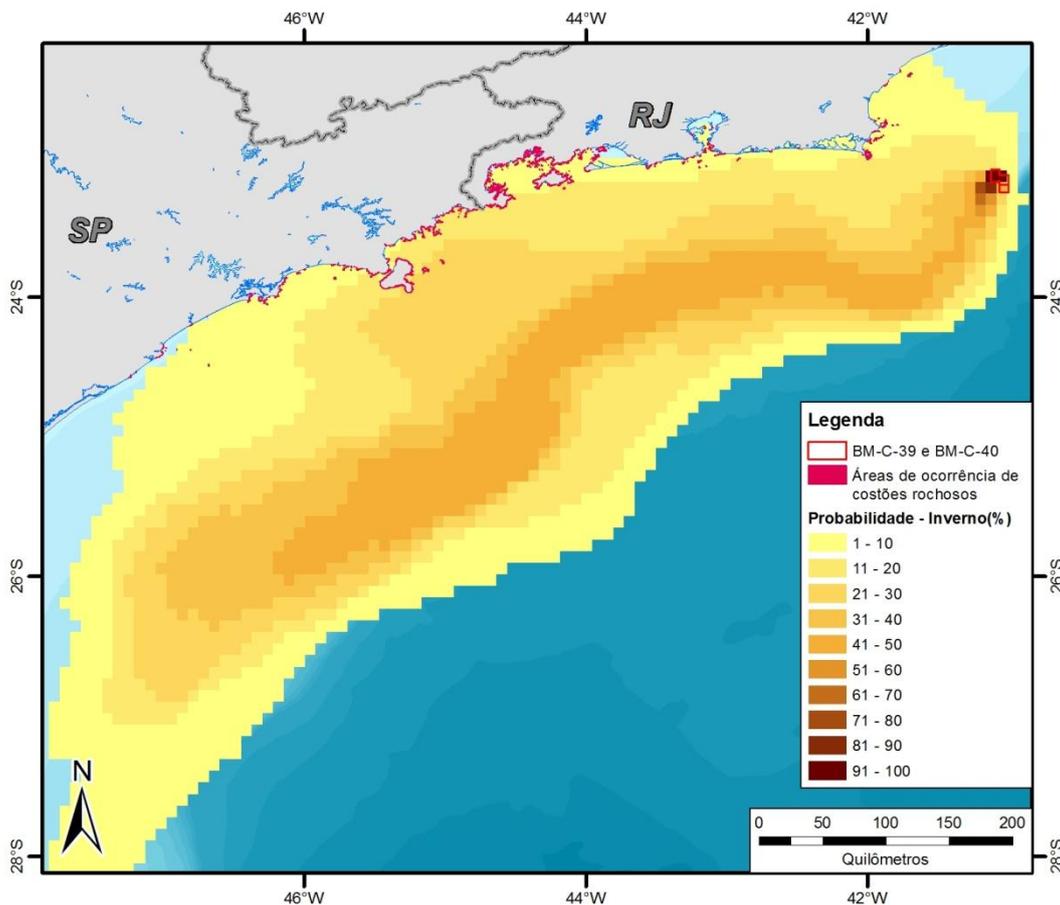


FIGURA 19 – Cruzamento da área de ocorrência de costões rochosos com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso.

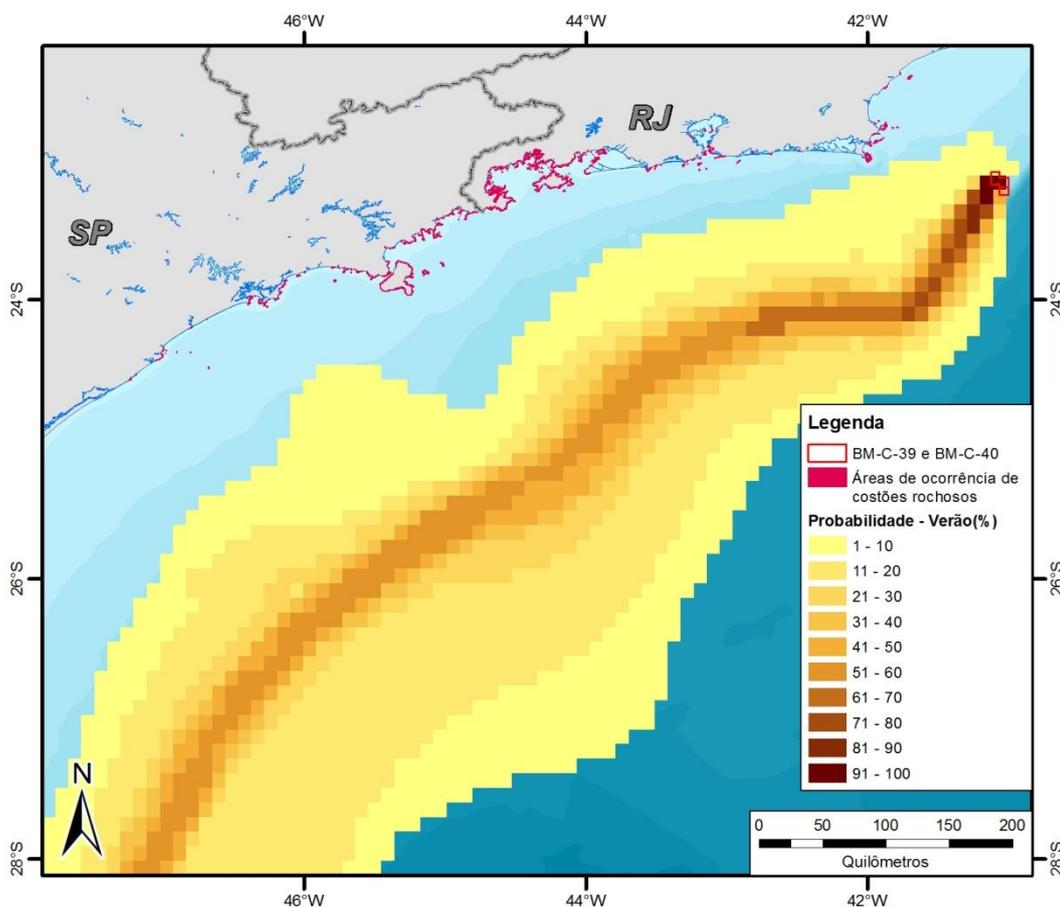


FIGURA 20 – Cruzamento da área de ocorrência de costões rochosos com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso.

B. Impactos causados por óleo

A vulnerabilidade dos costões rochosos ao óleo irá depender da topografia, composição e posição dos mesmos. De acordo com o MMA (2001) os costões podem ter baixo ou alto grau de vulnerabilidade, dependendo desses fatores.

Em geral, a persistência do óleo em costões expostos é baixa, uma vez que o mesmo não penetra no substrato, sendo rapidamente removido pela ação das ondas. No entanto, os costões podem ter microecossistemas, como fendas abrigadas, fissuras e poças, onde espécies vulneráveis encontram proteção, assegurando a manutenção de suas populações (NOAA, 2005).

De acordo com NOAA (2005), durante diferentes acidentes com vazamentos de óleo foram observados os seguintes efeitos em costões rochosos expostos: o óleo depositado é rapidamente removido de parte expostas; o óleo mais resistente pode permanecer como uma faixa acima ou na linha da maré alta e os impactos nas comunidades entre marés são esperados como sendo de curta duração (uma exceção poderia ser onde altas concentrações de produto leve refinado chega à costa rapidamente).

Os costões abrigados são muito mais sensíveis ao efeito do óleo do que os costões expostos. Nesses ambientes há uma grande dificuldade do óleo ser disperso e eliminado naturalmente, uma vez que a ação das ondas e correntes é mínima. Assim o óleo pode permanecer nas rochas por muitos anos, impedindo ou dificultando o processo de recuperação da comunidade atingida (CETESB, 2007). Além disso, os organismos que vivem nos costões abrigados são mais sensíveis ao óleo, pois muitas vezes não possuem conchas ou carapaças para sua proteção.

IPIECA (1996) afirma que mesmo que os danos sejam consideráveis, as comunidades presentes em costões se recuperam em três ou quatro anos, pois muitas das espécies presentes têm grande potencial de se restabelecer. Entretanto, efeitos a longo prazo podem ocorrer em certas circunstâncias, por exemplo, se grandes quantidades de óleo viscoso atingirem uma área costeira protegida da ação das ondas. Algumas espécies de moluscos podem ser mais sensíveis e um tipo de óleo particularmente tóxico pode causar a morte de um grande número de organismos (supracitado).

Em um estudo realizado por LOPES (1997) em dezessete costões localizados ao longo do Canal de São Sebastião, litoral de São Paulo, entre novembro/92 e maio/95. Os resultados encontrados mostram que apesar do petróleo ser um produto pesado, portanto com efeito potencial de recobrimento, e exibir elevada toxicidade, não foi constatado, pelos métodos empregados, qualquer efeito adverso (mortalidade) sobre as populações de *Chthamalus* sp. atingidas. Isso ocorreu, possivelmente porque o óleo não chegou a recobrir as populações de cracas e porque condições meteorológicas favoráveis na ocasião dos derrames diminuíram a toxicidade dos produtos.

Após o acidente ocorrido com o Exxon Valdez, em 1989, no Alasca, observou-se que em 1991 a cobertura de algas e a abundância de invertebrados nos costões rochosos atingidos pelo óleo tinham retornado às condições semelhantes às aquelas observadas em áreas não atingidas. Entretanto, a ampla flutuação da cobertura de algas nas áreas contaminadas causou uma subsequente alteração na estrutura da comunidade. O dossel de *Fucus* foi inicialmente eliminado na maioria das áreas que sofreram limpeza profunda, eliminando assim, a proteção contra predação, dessecação e abrasão fornecida por essa alga para os organismos da região entremarés. Até 1997, *Fucus* ainda não tinha se recuperado totalmente na zona superior dos costões voltados diretamente para o sol, mas em muitos locais, a recuperação da comunidade entremarés tem sido substancial (EVOSRP, 2010).

C. Estudos de caso

A Tabela 36 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados nos costões rochosos.

TABELA 36 - Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os costões rochosos.

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico. Volume do óleo derramado: 6,3 milhões de barris de óleo.	No vazamento de óleo ocorrido durante a Guerra do Golfo, todos os costões rochosos foram danificados. No entanto, a ação das ondas acelerou a degradação do óleo e ajudou na regeneração desses ecossistemas. De acordo com BARTH (2001), dois anos após o acidente todas as espécies-chave estavam presentes e após quatro anos foi observada a recuperação da abundância de espécies, quando os costões estavam completamente

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
	recuperados.
<p>1989: Navio Exxon Valdez, Alasca</p> <p>Volume do óleo derramado: 41 milhões de litros de petróleo</p>	<p>Durante o acidente com o navio Exxon Valdez, no Alasca, muitos quilômetros de costões abrigados foram atingidos. O óleo permaneceu mais de um ano em um cenário de energia muito alta, como resultado da proteção oferecida pelos afloramentos rochosos ao largo da plataforma (NOAA, 2005).</p>
<p>1999: Navio Erika, Brittany (França)</p> <p>Volume do óleo derramado: 41 milhões de litros de petróleo</p>	<p>Um ano após o acidente com o petroleiro Erika, foi realizado um estudo na ilha Groix, França. A macrofauna de diferentes costões rochosos foi monitorada e cada habitat mostrou respostas específicas para os impactos, tendo diferentes padrões de sucessão. Em um dos ambientes houve mudança em termos de abundância, porém não houve variação na riqueza de espécies; nas fendas, ocorreu tanto o desaparecimento de algumas espécies, como a imigração de outras espécies oportunistas; em outro ambiente houve a perda de muitas espécies e um ano após o vazamento o ambiente ainda não havia se reestruturado (LE HIR & HILY, 2002).</p>
<p>1987: Navio Nella Dan, Macquarie Island (região sub-antártica)</p> <p>Volume do óleo derramado: 120 toneladas de óleo diesel e 5 toneladas de óleo lubrificante</p>	<p>Um estudo sobre o impacto do acidente na ilha Macquarie, mostrou que comunidades da macrofauna de costões rochosos ainda mostravam evidências de impactos sete anos após o acidente (SMITH & SIMPSON, 1998).</p>
<p>1994: Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil. Ruptura de um duto.</p> <p>Volume do óleo derramado: 2.700 m³</p>	<p>Resultados de testes estatísticos não indicaram diferenças significativas entre o percentual de cobertura das populações monitoradas (mexilhões e mariscos) das amostras feitas antes e após o vazamento. A ausência de mortalidade não significa que o estresse subletal não esteja presente nos indivíduos. Os indivíduos poderiam estar estressados, mas sua resposta fisiológica não resultar em morte ou em outra mudança em abundância. Os testes de toxicidade crônicos e agudos mostraram alta toxicidade ao óleo. A ausência de estresse (i.e., mortalidade) nas populações pode estar associada a fatores como: a área amostrada não foi altamente contaminada, apesar da grande quantidade de óleo que alcançou as áreas adjacentes. Não existiam efeitos físicos ou químicos do óleo suficientes para alterar a densidade das populações que são consideradas moderadamente resistentes ao óleo (LOPES <i>et al.</i>, 1997).</p>

D. Conclusão

Os costões rochosos são considerados um dos ambientes mais resistentes aos efeitos do óleo, principalmente porque estão expostos à ação de ondas e marés, sendo limpos relativamente rápido pela ação natural (DICKS, 1999; NOAA, 2005; CETESB 2007). No entanto, costões abrigados são muito mais sensíveis, pois o óleo pode permanecer por muitos anos nas rochas, dificultando o processo de recuperação.

Em geral, os costões se recuperam entre três ou quatro anos (IPIECA, 1996), porém efeitos em longo prazo também podem ser observados, onde há evidência de impactos após sete anos do vazamento (SMITH & SIMPSON, 1998). De acordo com DICKS (1999), o completo restabelecimento do ambiente pode levar muitos anos em situações extremas, onde áreas muitas grandes são afetadas ou onde espécies estão próximas do limite do seu alcance geográfico e a recolonização será lenta.

Portanto, de acordo com a literatura consultada conclui-se que o tempo de recuperação dos costões rochosos a um vazamento de óleo levará de três a dez anos.

2. Manguezais

A. Introdução

O manguezal é um ecossistema que se destaca por sua alta produtividade e diversidade funcional, possuindo elevada importância ecológica, econômica e social (SOARES *et al.*, 2006). A região costeira da região de estudo que pode ser atingida caso ocorra um vazamento de óleo de pior caso é rica em manguezais, sendo alguns protegidos dentro de Unidades de Conservação. Entretanto a despeito de serem considerados como Áreas de Preservação Permanente, observa-se que muitos desses ecossistemas encontram-se degradados devido à ação antrópica.

As Figuras 21 e 22 apresentam a localização dos manguezais na área de estudo juntamente com as áreas com probabilidade de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. As áreas de manguezal foram delimitadas através de mapeamento digital usando o Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (MMA, 2007b) e o mosaico de imagens GeoEye e DigitalGlobe acessado com Google Earth Pro™ em julho/agosto de 2011.

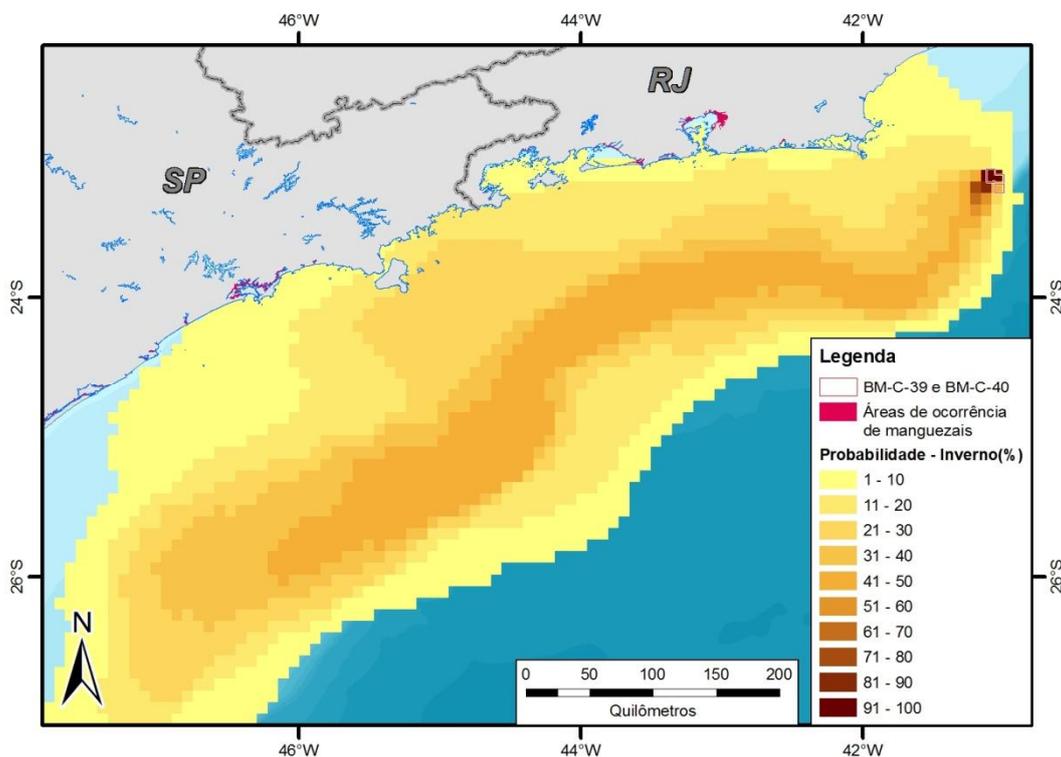


FIGURA 21 – Cruzamento da área de ocorrência de manguezais com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso.

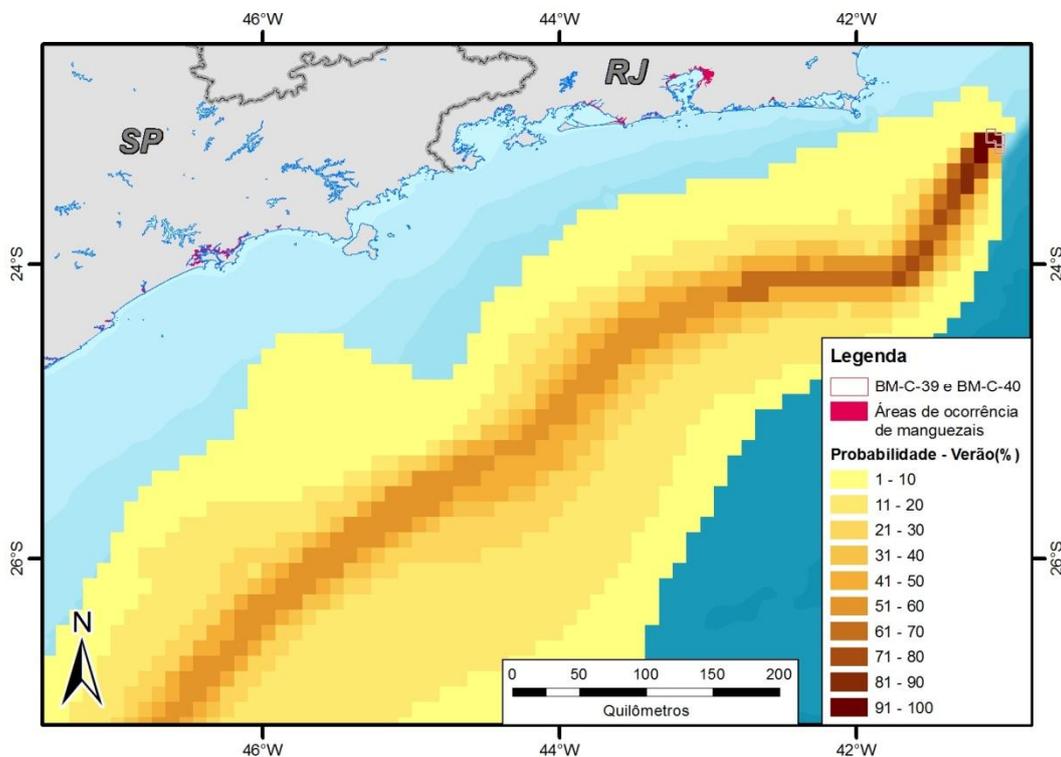


FIGURA 22 – Cruzamento da área de ocorrência de manguezais com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso.

B. Impactos causados por óleo

Os manguezais são considerados um dos ecossistemas mais sensíveis ao óleo e são áreas prioritárias para se proteger durante um vazamento. De acordo com o MMA (2001) os manguezais possuem Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) a derrames de óleo de valor 10, ou seja, o valor máximo de sensibilidade. O que torna o impacto do óleo nos manguezais extremamente danoso e delicado é a persistência do mesmo nesses ecossistemas, podendo prolongar os efeitos letais e subletais e retardar seu processo de recuperação (SOARES, 2003). De acordo com o mesmo autor, o impacto do óleo nos manguezais irá depender de diversos fatores como o tipo e a quantidade de óleo derramado, características geomorfológicas, frequência de inundação pelas marés, energia das marés, características do sedimento, espécies vegetais, atividade da macrofauna bentônica e atividade microbianas.

De acordo com GETTER *et al.* (1984) *apud* SOARES (2003) os efeitos do óleo sobre o ecossistema manguezal podem ser agudos, se manifestando a curto prazo, ou crônicos, se manifestando em médio e longo prazos. O impacto inicial pode levar à mortalidade em massa dos bosques de mangue devido à asfixia e posteriormente o impacto crônico pode levar a uma gradual expansão da área morta. Isso ocorre devido ao enfraquecimento de indivíduos que sobreviveram ao impacto inicial e aos efeitos residuais do impacto agudo associados à exposição crônica a produtos tóxicos que permanecem no substrato. Além disso, há a alta toxicidade de alguns constituintes do petróleo sobre a cobertura vegetal. De acordo com SOARES *et al.* (2006) diversos autores relatam a mortalidade em massa e imediata de bosques de mangue afetados por derramamentos de petróleo e derivados.

As manchas de óleo entram nos manguezais quando a maré está alta e são depositadas nas raízes aéreas e na superfície do sedimento quando a maré retrocede. Os organismos que vivem no ecossistema são afetados de duas formas: primeiro poderá haver altas taxas de mortalidade como um resultado direto do contato do óleo e depois haverá perda de habitat para os organismos que vivem nos ramos e copas das árvores e no sistema de raízes aéreas (IPIECA, 1993). Os impactos para a vegetação de mangue podem levar ao amarelecimento das folhas, desfolhamento e morte das árvores (JACOBI & SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; NOAA, 2002; RODRIGUES *et al.*, 1989). Outros impactos incluem a ramificação de pneumatóforos, falha na germinação, redução da cobertura vegetal, aumento da taxa de mutação e uma maior sensibilidade a outras tensões (NOAA, 2002). De acordo com o mesmo trabalho, a quantidade e o período de tempo que o óleo foi derramado no manguezal são variáveis essenciais para determinar a severidade do impacto.

Segundo SOARES (2003) os hidrocarbonetos podem persistir por décadas no sedimento do manguezal, levando a efeitos posteriores a esse ecossistema e a outros adjacentes. A recuperação de todo o ecossistema de manguezal, dependerá dos processos naturais subseqüentes. No entanto, a regeneração imediata após o vazamento de óleo não será bem sucedida, uma vez que o óleo que continuará presente irá matar ou inibir o recrutamento de plantas ou mangues reflorestados. Um banco de plantas jovens saudável é fundamental para o processo de recuperação dos bosques de mangues contaminados por hidrocarbonetos (SOARES, 2003).

As evidências de um vazamento de óleo podem permanecer nos manguezais por décadas e de acordo com alguns autores, o ecossistema pode não voltar completamente ao estado original (NOAA, 2002; WASSERMAN *et al.*, 2002). GETTER *et al.* (1984) *apud* SOARES (2003) afirmam que a recuperação do manguezal em termos estruturais não garante que esse sistema tenha se recuperado em termos da sua

funcionalidade (incluindo a interação com ecossistemas costeiros adjacentes). Por outro lado esses autores destacam que uma função similar a do sistema original pode ser observada, num bosque com estrutura diferente à original.

É raro encontrar estudos sobre recuperação de manguezais a longo prazo, a maior parte se resume a poucos anos após o vazamento. É ainda mais raro encontrar estudos que avaliem as comunidades de invertebrados associadas. A maioria dos estudos se limita à avaliação das árvores por si só (NOAA, 2002). A densidade de árvores de mangue e a saúde destas são os únicos indicadores amplamente medidos em várias situações de impactos pelo vazamento de óleo. A Tabela 37 mostra o tempo de recuperação de manguezais no mundo, porém baseados somente em dados das árvores do mangue. É preciso ter em mente que o tempo indicado, provavelmente será maior se for considerada a recuperação do ecossistema como um todo (NOAA, 2002).

TABELA 37 – Impactos e tempo de recuperação de árvores de mangue em oito vazamentos de óleo e cinco locais.

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de Recuperação	Bibliografia
Era, Austrália Agosto, 1992	Bunker (combustível)	<i>Avicennia marina</i> 75-100 ha impactados	>4 anos	WARDROP <i>et al.</i> 1997
Santa Augusta, Ilhas Virgens (EUA), 1971	Óleo cru	<i>Rhizophora mangle</i>	>7 anos (pouca ou nenhuma recolonização)	Lewis, 1979
Zoe Colocotronis, Porto Rico Março, 1973	Venezuela cru	<i>Rhizophora mangle</i> <i>Avicennia nitida</i>	>6 anos (área exposta)	NADEAU & BERGQUIST, 1977 GILFILLAN <i>et al.</i> , 1981.
*Witwater Panamá, 1968	Óleo cru	49 ha desmatados	23 anos (franja – área exposta) >23 anos (área abrigada)	DUKE <i>et al.</i> , 1997.
Bahía las Minas, Panamá Abril, 1986	Combustível de aviação (JP-5)	<i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Avicennia germinans</i> <i>Pelliciera rhizophorae</i>	> 5 anos (mangue exposto) >6 anos (recuperação em andamento)	GARRITY <i>et al.</i> 1994 DUKE <i>et al.</i> 1997
Roosevelt Roads, Porto Rico Novembro de 1986 a Outubro de 1999	Nº 6 & Nº 2 (combustível)	<i>Laguncularia racemosa</i> 6 ha mortos (1986)	> 1 ano	BALLOU & LEWIS, 1989 WILKINSON <i>et al.</i> , 2001
		31 acres impactados (1999)	>1,5 ano	
Baía Tampa Agosto de 1993		<i>Avicennia germinans</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> 5,5 acres impactados	>2 anos	LEVINGS <i>et al.</i> 1995.

* Único estudo em que foi observada a recuperação das árvores da região exposta do mangue.

Alguns autores sugerem que os manguezais podem levar entre 10 e 50 anos para se recuperar, sendo esse valor determinado não apenas pela taxa de degradação do óleo, mas também pelo restabelecimento de todo o equilíbrio ecológico do ecossistema, incluindo o repovoamento com árvores de mangue e conseqüente recuperação de toda fauna e flora associadas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003).

Em estudo realizado no Panamá dez anos após um vazamento de óleo, foi observado que a população de árvores viáveis era apenas metade da original (BOYD *et al.*, 2001). Em outro estudo, 20 anos de observação e amostras de substrato revelaram a continuação da presença de óleo e a diminuição do repovoamento dos manguezais, bem como a erosão do substrato (SCHULER & BACA, 2007).

BURNS *et al.* (1993) *apud* SOARES (2003) estimou um período de 20 anos de recuperação para um derramamento de óleo em uma área de manguezal no Panamá. DUKE & BURNS (1999) *apud* SOARES (2003) verificaram que um manguezal impactado por óleo na Austrália, só se recuperou 25 após o evento, quando não foi mais detectado óleo no sedimento.

De acordo com NOAA (2002), a dinâmica de marés é crítica para determinar a recuperação do manguezal, podendo o ecossistema levar mais de 30 anos para se recuperar. Após 29 anos de um vazamento de óleo em Porto Rico, as florestas exteriores tinham se recuperado totalmente, no entanto, parte da floresta que ocupava a zona de marés ainda estava se recuperando. BARTH (2002) considera que a recuperação dos manguezais no Kuwait, no vazamento ocorrido durante a Guerra do Golfo, foi mais rápida que a dos marismas da região devido a fortes correntes, uma alta taxa de inundação e uma rede de estreitos canais, o que facilitou a limpeza natural do ecossistema.

Segundo WASSERMAN *et al.* (2002) é possível estabelecer a ordem de grandeza temporal para a recuperação de manguezais atingidos por vazamentos de óleo, levando-se em consideração a taxa de degradação do óleo no ambiente. Parte-se do princípio que a recuperação só começa a ocorrer a partir do momento em que não há mais óleo no substrato.

TABELA 38 - Ordem de grandeza temporal de cada um dos processos de degradação do ambiente manguezal quando de derramamento de óleo.

Tempo de exposição	Impactos observados
Agudo	
0 a 15 dias	Morte de aves, tartarugas, peixes e invertebrados
15 a 30 dias	Desfoliação, morte de pequenas árvores de mangue, e desaparecimento das comunidades associadas às raízes.
Crônico	
30 dias a 1 ano	Desfoliação e morte de árvores maiores (1 a 3m), danos irreparáveis aparecem nos tecidos das raízes.
1 a 5 anos	Morte das grandes árvores de mangue (mais de 3 m). Nas sobreviventes, ocorre perda das raízes sujas de óleo e crescimento de outras raízes (mas frequentemente deformadas).
1 a 10 anos	Redução da produção de serrapilheira, redução da capacidade de reprodução e redução da sobrevivência de plântulas.
10 a 50 anos (?)	Recuperação completa.

C. Estudos de Caso

Os manguezais têm sido expostos ao óleo tanto por vazamentos individuais, geralmente associados a efeitos agudos, como por poluição crônica, associados a pequenos vazamentos de refinarias e descartes de tanques de armazenamento. De acordo com NOAA (2002) a extensão dos danos aos manguezais não é aparente por muitos meses ou anos após um incidente, independentemente do tipo de combustível e a extensão da resposta. A Tabela 39 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados nos manguezais.

TABELA 39 - Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os manguezais.

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
<p>1973: Zoe Colocotronis, La Parguera, Porto Rico.</p> <p>Volume do óleo derramado: 1,58 milhões de galões de óleo cru.</p>	<p>Houve desfolhação e morte da vegetação durante os três anos após o vazamento. Um estudo realizado oito meses após o vazamento observou que apesar da concentração de óleo permanecer alta, a substância já estava altamente degradada, sugerindo que os componentes tóxicos já teriam sido eliminados após cerca de meio ano.</p> <p>Entretanto, onze anos após o vazamento foi encontrada uma concentração de 10.000 a 100.000 ppm em uma camada de 6cm abaixo do sedimento aparentemente limpo.</p>
<p>1978: Peck Slip, Porto Rico.</p> <p>Volume do óleo derramado: entre 440.000 e 450.000 galões de óleo.</p>	<p>Foi estimado que 3,5 toneladas de óleo cobriram as raízes dos manguezais. Com dois a três meses houve desfolhação em alguns manguezais, que continuou ocorrendo na vegetação mais atingida entre 10 e 18 meses depois.</p>
<p>1986 e 1999: Jet Fuel, Porto Rico.</p> <p>Volume do óleo derramado: 1986 – 59.000 galões de combustível. 1999 – 112.000 galões de combustível.</p>	<p>1986: Após dez dias do vazamento foram observados efeitos visíveis em árvores adultas. Pesquisas detalhadas realizadas cinco meses depois encontraram a maioria das árvores adultas mortas ou desfolhadas.</p> <p>1999: Neste incidente os manguezais da enseada de maré foram altamente danificados. Em uma das áreas foi observada alguma recuperação após dois anos do vazamento. No entanto, em outra área não houve sinais de recuperação. Do total de 50 acres de manguezal afetado, aproximadamente 30 acres não mostraram sinais de recuperação.</p>
<p>1991: Barçaça Vesta Bella, Ilhas Virgens americanas.</p> <p>Volume do óleo derramado: desconhecido.</p>	<p>Os mangues brancos de um local sofreram alta desfolhação, mas também alto crescimento após seis a doze meses do vazamento. Houve algum sinal de clorose e nenhum sinal de óleo nas raízes. Os mangues vermelhos continuaram saudáveis.</p>

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
<p>1992: Navio-tanque Era, Sul da Austrália.</p> <p>Volume do óleo derramado: 974.000 galões de uma mistura de diesel e óleo residual pesado.</p>	<p>O óleo penetrou 50m no manguezal, cobrindo folhas, caules, troncos e sedimento. Três meses após o vazamento foi observada uma extensiva desfolhação em uma determinada área e durante os quatro anos de estudo, a área não havia se recuperado.</p>
<p>1968 e 1986: Tanques de armazenamento Witwater e Texaco, Bahia Las Minas, Panamá.</p> <p>Volume do óleo derramado: 1968: 588.000 galões de óleo diesel e combustível. 1986: 10,1 milhões de galões de óleo cru.</p>	<p>1968 (Witwater): Tanto as árvores de mangue vermelho como de mangue preto foram altamente atingidas pelo óleo e a maioria das mudas de mangue vermelho foi morta. O óleo também danificou muitos organismos que habitam o manguezal e 4% da área total da floresta de mangue foi completamente desmatada cinco anos após o vazamento. Grande parte da área tinha novo recrutamento onze anos após o vazamento, porém 3 ha foram perdidos pela invasão do mar. Vinte e três anos após o vazamento os impactos do óleo permaneciam no manguezal.</p> <p>1986 (Texaco): Um total de 82 km de costa foi altamente impactado pelo óleo, incluindo alguns manguezais recuperados do vazamento de 1968. Um estudo detalhado das árvores do manguezal mostrou que as mudas de um a dois anos sobreviveram enquanto as arvores adultas ao redor não. Estudos posteriores indicaram que a recuperação estava bem avançada em 1992, devido, em parte, a uma extensiva restauração. No entanto, aproximadamente 5 ha de floresta foram perdidos pela invasão do mar e houve grandes diferenças entre as áreas expostas e abrigadas. Mesmo a quantidade de óleo derramada no vazamento de 1986 sendo dez vezes maior do que em 1968, os danos para os manguezais não foi dez vezes maior. Diversos fatores como ventos mais calmos, marés mais baixas, diferentes tipos de óleo e o longo tempo de intemperismo antes do impacto resultaram em uma menor toxicidade.</p>
<p>1993: Barcaça Bouchard B-155, Tampa Bay, Flórida.</p> <p>Volume do óleo derramado: 338.000 galões de óleo combustível.</p>	<p>Árvores adultas de mangue vermelho se deterioraram com moderada a alta desfolhação e apodrecimento de raízes. Um a dois anos após o derramamento e limpeza da área, estudos sugeriram que efeitos suterais podem ser comuns em mangues com óleo.</p>
<p>2000: Refinaria de Duque de Caxias, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.</p> <p>Volume do óleo derramado: 1,3 milhões de litro de óleo combustível.</p>	<p>Esse acidente resultou na morte massiva de grande parte da vegetação de mangue e devido ao período da maré, grande parte do óleo acumulou-se no fundo causando grande impacto na comunidade bentônica. Após cinco anos de monitoramento, observou-se que a floresta indicou apenas um processo de regeneração em estágio inicial. Entretanto, ainda existem vários indícios de que o óleo presente no substrato local ainda esteja afetando esse processo de forma a limitar o potencial máximo de regeneração.</p>

Fonte: NOAA (2002), SOARES *et al.* (2006).

D. Conclusão

Conclui-se, de acordo com os estudos, que os manguezais possuem tempo de recuperação maior do que dez anos.

3. Praias arenosas (expostas e abrigadas)

A. Introdução

As praias de areia, assim como os costões rochosos, são os ecossistemas dominantes na paisagem costeira da área estudada (MILANELLI & LOPES, 2001). As diversas praias expostas e abrigadas encontradas, em sua maioria possuem ISL 3 e 4, os quais correspondem a baixo e médio grau de sensibilidade ao óleo, respectivamente (MMA, 2007b).

As Figuras 23 e 24 apresentam a localização das praias arenosas na área de estudo juntamente com a área com probabilidade de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. As áreas de praia foram delimitadas através de mapeamento digital usando o Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (MMA, 2007b) e o mosaico de imagens GeoEye e DigitalGlobe acessado com Google Earth Pro™ em julho/agosto de 2011. É importante observar que foi delimitada, de maneira conservativa, uma faixa com 100 metros de largura por toda a extensão de cada uma das praias da região.

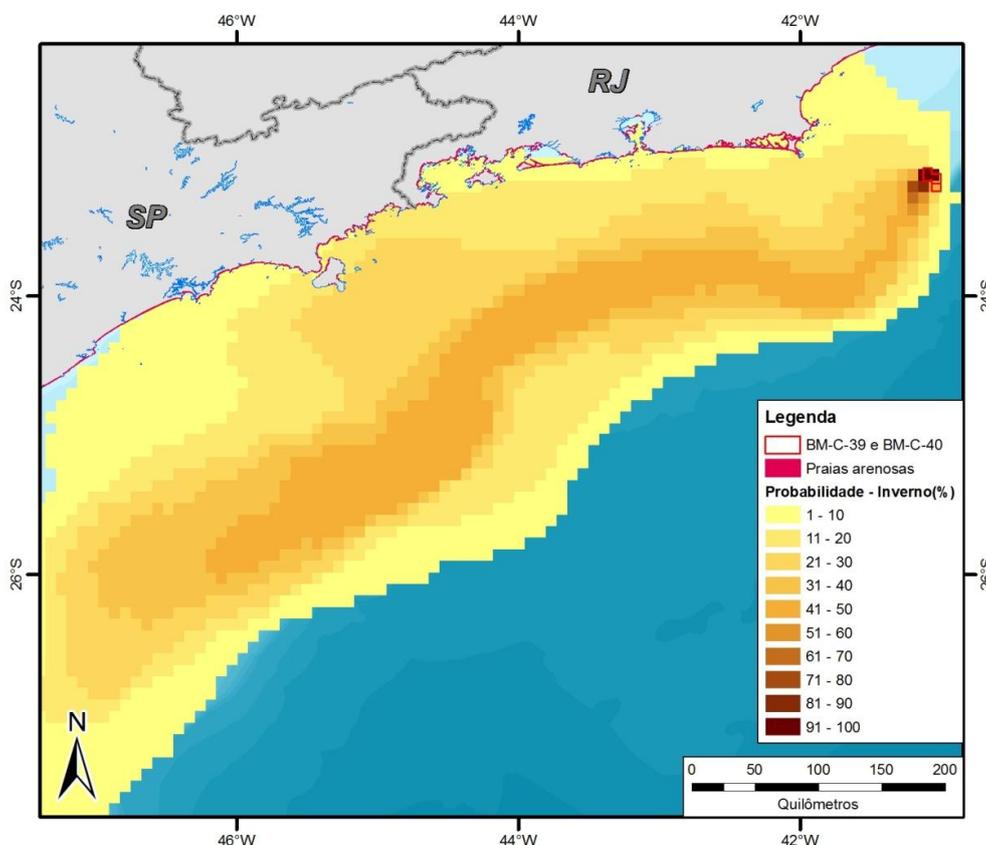


FIGURA 23 – Cruzamento da área de ocorrência de Praias arenosas com as probabilidades de chegada de óleo no cenário de verão, pior caso.

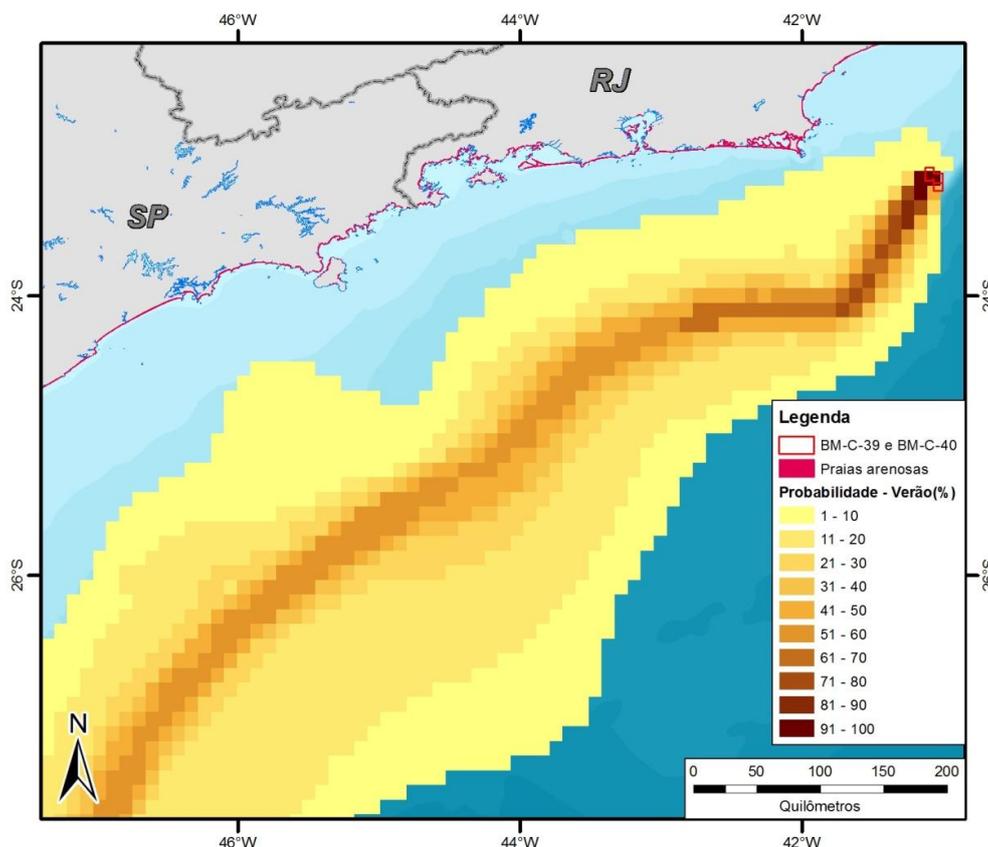


FIGURA 24 – Cruzamento da área de ocorrência de Praias arenosas com as probabilidades de chegada de óleo no cenário de inverno, pior caso.

B. Impactos causados por óleo

De acordo com MONTEIRO (2003) o ciclo das praias arenosas, representado pela entrada e saída de areia em diferentes épocas do ano é um fator importante no grau de impacto do petróleo nesses ambientes. Se o vazamento ocorrer na fase em que há entrada de areia na praia, o petróleo sofre um soterramento pelo sedimento, dando a falsa impressão de que a praia está limpa. No entanto, o óleo se encontra abaixo da areia, chegando a um metro de profundidade em algumas praias, e tende a recontaminar o ambiente com a chegada do ciclo destrutivo (retirada do sedimento).

O tipo de substrato também irá influenciar no grau de impacto. Nos substratos não consolidados, como em praias arenosas, o petróleo penetra verticalmente no sedimento atingindo camadas mais profundas. Quanto maior o tamanho do grão, maior a penetração do óleo no sedimento. Outros fatores que influenciarão no impacto são o tipo de óleo, a drenagem do sedimento e a presença de tocas de animais e poros de raízes (IPIECA, 2000a). O tipo de comunidade presente também influenciará no grau de impacto. As praias arenosas são ambientes muito dinâmicos, com elevado estresse físico, portanto possuem espécies mais resistentes e menor diversidade. Organismos que possuem conchas e carapaças externas, como cracas e mexilhões, são mais resistentes, pois a superfície do corpo não entra em contato direto com o petróleo (MONTEIRO, 2003).

Quando o petróleo atinge o sedimento das praias, principalmente a zona entremarés, todos os componentes da comunidade podem ser diretamente afetados. Os danos imediatos são consequência do recobrimento e intoxicação (MONTEIRO, 2003). Poderão ocorrer alterações na estrutura e composição das comunidades uma vez que haverá alterações nas características físicas e químicas do sedimento, como aumento da temperatura e redução da circulação e renovação da água intersticial. Poderá haver bioacumulação de petróleo pela comunidade biológica de praias, principalmente através do processo de filtragem da água intersticial pelas espécies filtradoras e pela ingestão direta de sedimento pelas espécies depositívoras. Além disso, algumas perturbações poderão levar a uma redução na diversidade e riqueza, com aumento da dominância de espécies oportunistas e resistentes (MONTEIRO, 2003).

O processo de recuperação das praias afetadas por vazamento de óleo é muito variável, dependendo de diversos fatores, como hidrodinamismo, tipo de sedimento, tempo de permanência do óleo no ambiente, circulação de massas d'água e proximidade de centros de dispersão de espécies. Outro fator importante é a sensibilidade dos organismos presentes no ecossistema (IPIECA, 2000a).

C. Estudos de Caso

Em um estudo sobre o efeito do vazamento da Exxon Valdez no Alaska, em 1989 (PETERSON *et al.*, 2003) constatou-se que a abundância de infauna dos sedimentos declinou e a densidade de moluscos foi reduzida diretamente, sendo que mais de oito anos após o vazamento a recuperação não era completa. No mesmo estudo foi constatado que os impactos em habitats do infralitoral foram menos intensos do que na zona entremarés. A abundância de caranguejos e estrelas-do-mar foi muito reduzida, com a recuperação de algumas espécies de maior mobilidade ocorrendo em dois anos. Durante quatro anos após o acidente houve redução da densidade de grama marinha e dos animais associados. A abundância de anfípodos declinou drasticamente e não havia se recuperado mais de seis anos após o vazamento. Porém, em geral, muitos invertebrados da infauna do infralitoral aumentaram em abundância, especialmente oligoquetas e alguns poliquetas. De acordo com o autor esse fato pode ter ocorrido por um aumento de bactérias degradadoras de hidrocarbonetos no sedimento, mas reflete também uma redução de predadores.

BARTH (2008) realizou um estudo sobre os efeitos do vazamento de óleo durante a Guerra do Golfo nos ecossistemas costeiros 10 anos depois. O autor cita que todas as praias foram cobertas por óleo em 1991 e em torno de 80% delas haviam se recuperado em 2001, embora os resíduos de óleo continuassem na areia. Na maioria dos casos a energia física das ondas foi suficiente para remover parte do óleo em dois a quatro anos. Além disso, a grande concentração de O₂ na maioria das praias arenosas leva a uma significativa degradação do óleo de uma maneira que há a colonização de organismos depois de cinco anos.

Na Tabela 40 são apresentados outros casos de vazamento com impacto em praias arenosas:

TABELA 40 - Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as praias.

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
<p>2001: Navio-tanque Jessica, Ilhas Galápagos.</p> <p>Volume do óleo derramado: 600 toneladas de diesel e 300 toneladas de óleo combustível.</p>	<p>Foi o maior vazamento de óleo nas Ilhas Galápagos e tinha potencial para causar danos irreparáveis à vulnerável e exclusiva fauna marinha do local. Felizmente, a ação de ventos e correntes levou o óleo para longe da costa de San Cristóbal, a ilha onde ocorreu o acidente, sendo rapidamente dispersado. Apesar de muitas ilhas serem impactadas, foi encontrado pouco óleo e houve um pequeno impacto imediato na biota. A contaminação por óleo foi medida em 13 diferentes locais e foi considerada baixa em todos eles, não excedendo a 50ppm, considerado um nível em que há pouca probabilidade da fauna ser afetada. Em estudo realizado 14 dias após o vazamento foi constatado que as praias arenosas próximas ao naufrágio estavam livres da contaminação por hidrocarboneto</p>
<p>1996: Navio-tanque Sea Empress, País de Gales.</p> <p>Volume do óleo derramado: 72.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>Apesar da região ser dominada por costões, algumas praias arenosas foram atingidas. O maior impacto nessas praias foi o desaparecimento ou diminuição no número de anfípodes e outros crustáceos e poliquetas e a substituição temporária desses por espécies oportunistas. No entanto, estudos realizados após um ano sugeriram que houve uma grande recuperação da fauna.</p>

Fonte: Kingston *et al.* (2002), Edwards & White (2010)

D. Conclusão

Portanto, de acordo com o que foi relatado na bibliografia consultada, o tempo de recuperação para praias arenosas foi considerado entre 3 e 10 anos.

4. Recursos Pesqueiros e Pesca

A. Introdução

Encontra-se em toda a região de estudo uma expressiva frota pesqueira, nas categorias artesanal e industrial. Devido à grande extensão da área, há uma variedade de técnicas de pescaria, petrechos utilizados e espécies capturadas. Na região Sudeste, as principais espécies-alvo são dourado, atuns e afins, corvina, badejo, garoupa, cações, lagostas, camarão-sete-barbas, dentre outros. Na região Sul, as principais espécies-alvo são tainha, sardinha, atuns e afins, dourado e camarões sete-barbas e rosa (OGX/AECOM, 2011).

No que diz respeito à geração de renda, a atividade pesqueira apresenta significativa importância para a economia local e nacional. Os pescadores artesanais são organizados em colônias, associações e, em poucos casos, cooperativas de pescadores, sendo encontrados em quase todos os municípios litorâneos da região de estudo. Já os industriais são organizados em sindicatos de trabalhadores, armadores e indústria. Os principais pólos de concentração da indústria pesqueira são Rio Grande, Itajaí, Santos, Angra dos Reis, Niterói e Cabo Frio (OGX/AECOM, 2011).

Peixes bentônicos de grande valor comercial ocorrem em águas da plataforma interna e plataforma média (entre 10 e 70m), sendo os mais significativos os membros das famílias Scianidae, Haemulidae, Balistidae, Serranidae, Scaridae e Mullidae. Espécies pelágicas como sardinha (Clupeidae) e manjuba (Engraulidae), ambas de importante valor comercial, também ocorrem nessa faixa de profundidade. Espécies da ictiofauna ameaçadas de extinção habitam a região como o mero (*Epinephelus itajara*), tubarão-galha-branca (*Carcharhinus longimanus*), cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*), tubarão-baleia (*Rhincodon typus*), dentre outros.

Na região sul, sobre o talude, predomina o cherne poveiro (*Polyprion americanus*), o batata (*Lopholatilus villari*), a abrótea de profundidade e o sarrão (*Helicolenus dactylopterus*). A intensa atividade pesqueira demersal desenvolvida nas últimas três décadas na região levou a redução da abundância das espécies mais vulneráveis como o pargo (*Pargus pargus*), o bagre (*Netuma barba*) e a miragaia (*Pogonias cromis*), junto a vários elasmobrânquios de importância comercial como o cação-bico-doce (*Galeorhinus galeus*), a raia-viola (*Rhynobatos horkelii*) e os cações-anjo (*Squatina* spp) (HAIMOVICI & KLIPPEL, 1999).

As Figuras 25 e 26 apresentam a localização dos recursos pesqueiros na área de estudo juntamente com a mancha de óleo no cenário de pior caso tanto no inverno como no verão. Para a definição dessa área foram usadas as informações provenientes do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado para essa atividade, incluindo as informações contidas no diagnóstico de Socioeconomia e na Análise de Vulnerabilidade (Item do PEI) (OGX/AECOM, 2011). De maneira conservadora, foi considerada toda a região oceânica até a batimetria de 2000 m, local de ocorrência de atividades pesqueiras.

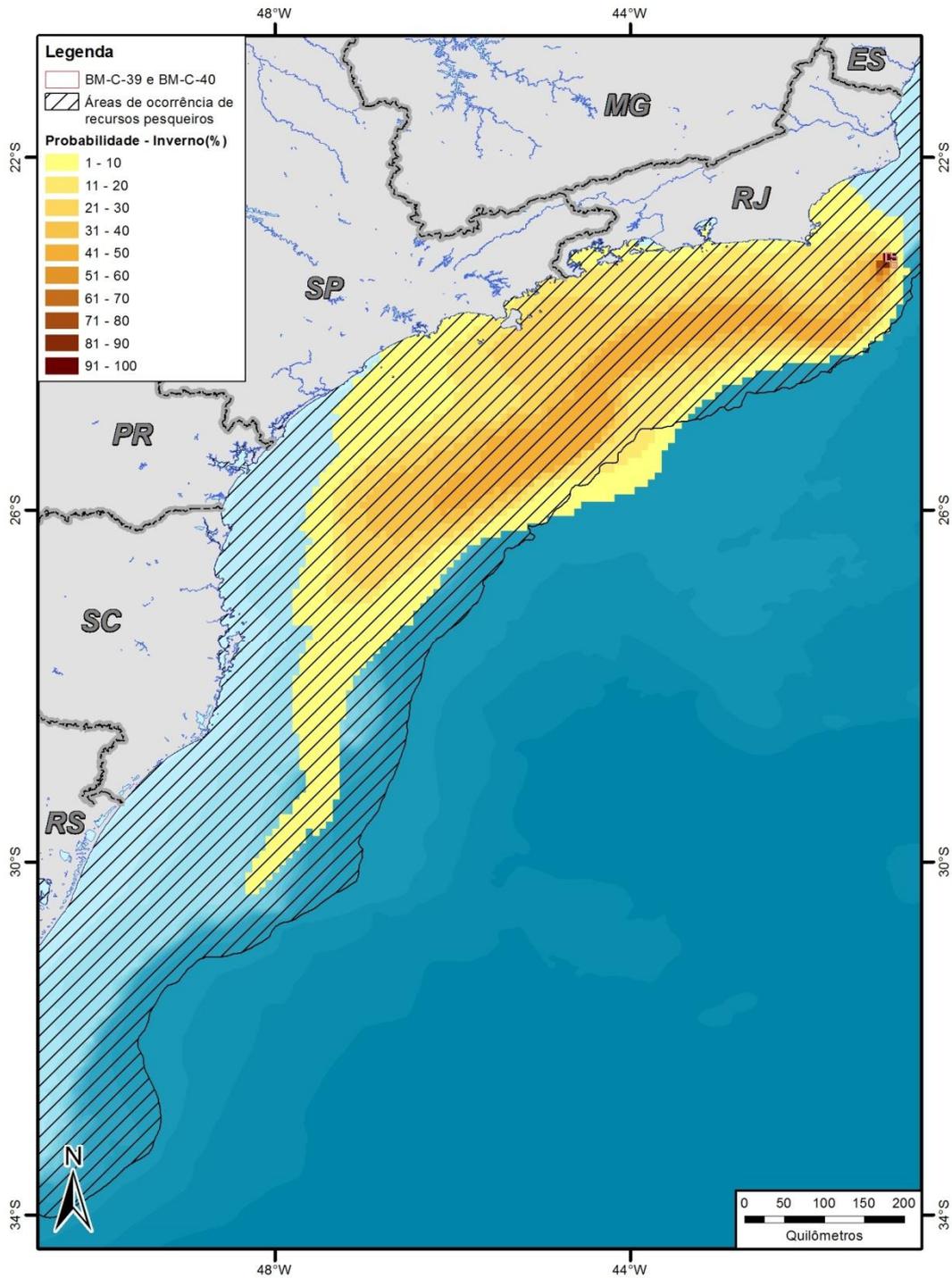


FIGURA 25 – Cruzamento da área de ocorrência de Recursos Pesqueiros e Atividades de Pesca com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso.

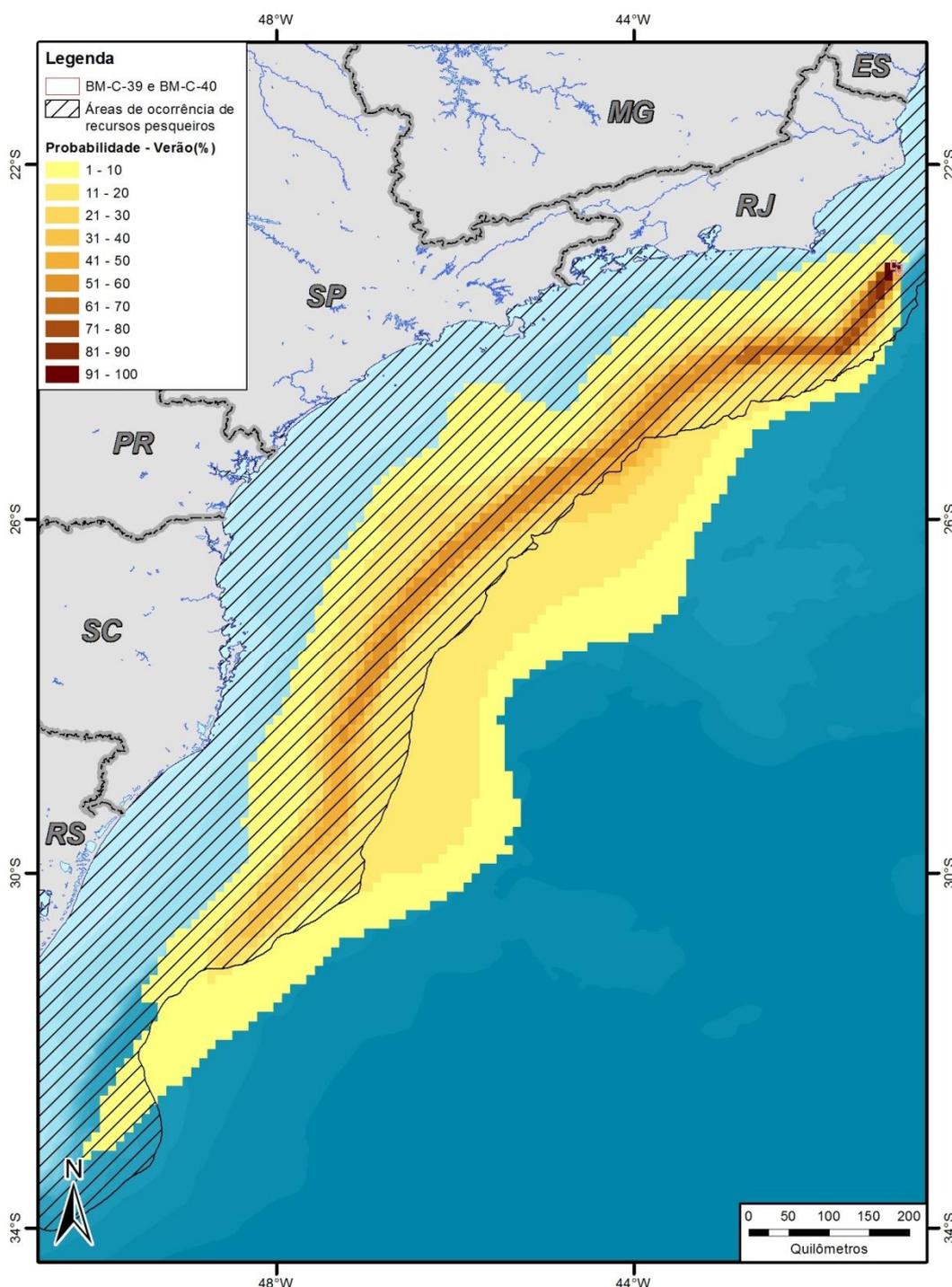


FIGURA 26 – Cruzamento da área de ocorrência de Recursos Pesqueiros e Atividades de Pesca com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso.

Para esse estudo, define-se 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).

Ressalta-se que para esse Componente de Valor Ambiental (CVA) não serão considerados os animais que vivem nos ecossistemas já incluídos como componentes desse estudo, como, por exemplo, os crustáceos e moluscos que habitam os manguezais e os peixes recifais, pois se considera que estes já estão devidamente resguardados dentro desses. Assim, será dada mais ênfase aos recursos pesqueiros oceânicos.

É importante lembrar que a maioria dos peixes teleósteos apresenta ovos e larvas planctônicas, desovando várias vezes num mesmo ciclo reprodutivo, sendo o crescimento contínuo durante toda a vida. Mesmo aqueles que apresentam ovos bentônicos, na fase larvar levam uma vida pelágica, integrando-se à comunidade planctônica. A duração do estágio larval é muito variável entre as espécies, podendo durar desde alguns dias até muitos meses. Os elasmobrânquios (raias e tubarões), por sua vez, possuem fecundação interna e baixa fertilidade, produzindo um pequeno número de ovos relativamente grandes (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002).

B. Impactos causados por óleo

Os efeitos de um vazamento de óleo sobre os recursos pesqueiros em determinada área depende de vários fatores, sendo, em sua maioria, das condições ecológicas e oceanográficas no momento do acidente. A natureza e a extensão do vazamento, as condições do tempo, a época do ano, o tipo de atividade de pesca e 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 esse componente, define-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 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, esse componente abordará as duas primeiras situações, avaliando, principalmente, aqueles que residem na região oceânica.

A seguir, serão detalhados de que forma os recursos pesqueiros e a pesca podem ser impactados no caso de um acidente com vazamento de óleo.

- **Efeitos direto sobre os organismos**

- **Contaminação Física**

O óleo, dependendo da sua concentração e composição, pode causar inúmeros efeitos fisiológicos e histopatológicos nos animais (IPIECA, 2000b; ITOPF, 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 a 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, 2000b).

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).

É importante ressaltar que não existe evidência ou informação de nenhum vazamento de óleo que tenha matado um número suficiente de peixes adultos ou estágios jovens em mar aberto que tenha afetado significativamente as populações adultas (IPIECA, 2000b; ITOPF, 2004). Isso ocorre primariamente porque em mar aberto, as concentrações tóxicas são raramente alcançadas (MOESBECH *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 Cádiz, por exemplo, um número significativo de mexilhões foi morto (IPIECA, 2000b).

Na região de estudo há bancos de moluscos em áreas estuarinas ao longo da costa, contendo, principalmente, a presença de bivalves dos gêneros *Mytella* (Sururu), *Anomalocardia* (Sarnambi) e *Crassostrea* (ostra), que se alimentam através da filtração de matéria orgânica e de plâncton. Esses moluscos são coletados para a alimentação e como fonte de renda de comunidades que as utilizam como recursos pesqueiros (OGX/HABTEC, 2009).

- **Alterações de comportamento**

Em alguns casos o comportamento do peixe 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 vazamento 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, 2000b; MOSBECH *et al.*, 2000).

As lagostas e caranguejos, por sua vez, dependem largamente do seu sentido olfativo para realizar suas atividades e a exposição ao óleo ou seus derivados perturbam essa percepção de odor. Alguns trabalhos demonstraram que isso afeta o comportamento de caça dessas espécies, principalmente no que diz respeito à alimentação e a 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 a curto-prazo tem sido subjetivos em termos de condições reais em que os organismos estão expostos durante um vazamento de óleo (IPIECA, 2000b).

○ **Efeitos no plâncton**

Os ovos e as larvas de peixe são geralmente mais sensíveis à poluição por óleo que os peixes adultos (IPIECA, 2000b; MOSBECH *et al.*, 2000). Embora os ovos e larvas possam sofrer mortalidade causada por vazamentos de óleo, existem, relativamente, poucos casos reportados em que o óleo tenha conclusivamente impactado significativamente 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 entrar em locais que apresentem espécies com desova restrita a poucas áreas ou em áreas fisicamente restritas (p. ex. baías) (IPIECA, 2000b).

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, além de considerável boa sorte, ninguém saberia ou seria capaz de fazer 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 isso não foi 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 anual ou durante o ano todo, espera-se que os impactos sobre o ictioplâncton sejam significativamente reduzidos e, portanto seu tempo de recuperação 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. A mariscagem também é prejudicada, pois a coleta manual não é suficiente para localizar e remover espécies com óleo (ITOPF, 2004).

Normalmente são criadas zonas de exclusão, no qual os pescadores são proibidos de pescar até que as espécies alvo sejam declaradas como livres de contaminação. Nesse caso, haverá perda financeira temporária para o pescador. No caso dos pescadores artesanais, a situação pode ser pior, uma vez que estes também podem sofrer com uma escassez de alimento temporária (IPIECA, 2000b).

Alguns artefatos de pesca são mais sensíveis que outros à contaminação por óleo. A Tabela 41 apresenta alguns dos principais artefatos de pesca utilizados na região e sua sensibilidade ao óleo.

TABELA 41 – 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 41, equipamentos que flutuam como tarrafas e armadilhas que se estendem pela superfície do mar 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.

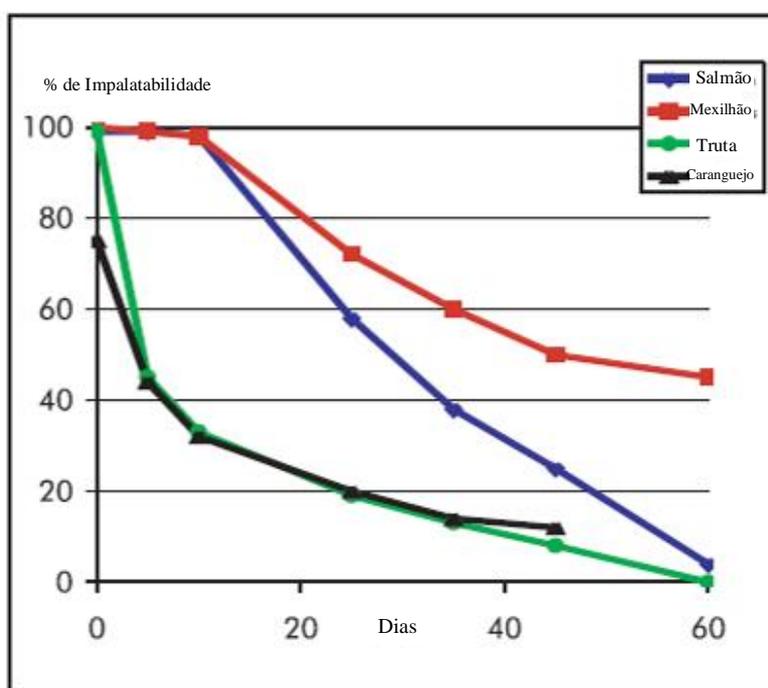
o **Impalatabilidade (*taint*)**

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 impalataáveis e impróprios para a venda (ITOPF, 2004). A concentração de óleo que pode causar a impalatabilidade e a persistência do fenômeno variam com o tipo de óleo, com a espécie impactada, com a extensão da exposição, com as condições hidrográficas e de temperatura (IPIECA, 2000b; ITOPF, 2004).

Os consumidores podem rapidamente perder a confiança nos produtos como um 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. Se o óleo atingir o sedimento, espécies bentônicas de fundo lamoso como a lagosta, podem ter um risco particular de se tornar impalatable 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, de padrões de alimentação, entre outros fatores (IPIECA, 2000b). A Figura 27 abaixo 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 27 – Taxa de depuração de recursos pesqueiros após contaminação por óleo.

O gráfico acima mostra que a maioria das espécies torna-se novamente palatáveis em cerca de 60 dias. Entretanto, os moluscos sésseis tendem a permanecer mais tempo impalatáveis, uma vez que não podem se afastar da fonte de contaminação, mas 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 da zona de exclusão decaíram rapidamente, e três meses após o vazamento, a proibição da pesca foi retirada. Entretanto, um ano após, ainda existiam áreas com níveis elevados de óleo no sedimento. Algumas espécies de moluscos, que estão mais expostas ao óleo no sedimento que os peixes, ainda tinham níveis baixos de contaminação presente. A captura dessas espécies permaneceu proibida (MOSBECH *et al.*, 2000).

○ **Impacto econômico**

Todos os impactos descritos acima para a pesca de subsistência, recreacional ou comercial resultam na perda econômica decorrente da interrupção do negócio, sendo essa uma questão complexa com implicações sociais e econômicas. A relutância dos consumidores em comprar o pescado proveniente de uma região afetada pode resultar em perda de confiança no mercado, levando a reduções de preço ou a rejeição completa da comercialização dos recursos pesqueiros tanto por compradores como por consumidores (ITOPF, 2004).

C. Estudos de Caso

A Tabela 42 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para a pesca e os recursos pesqueiros.

TABELA 42 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre a pesca e os recursos pesqueiros.

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
1969: Blowout do poço Santa Barbara, Califórnia- EUA. Volume de óleo derramado: 4.500-10.500 toneladas de óleo cru.	Efeitos negativos a curto prazo na abundância do bonito e da cavala. Sem efeitos a longo prazo na abundância das espécies pelágicas estudadas.
1976: Argo Merchant, Estados Unidos. Volume de 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 de 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 de óleo derramado: 9.000-13.000 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.

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
<p>1978: Amoco Cadiz. N. Brittany (Bretanha).</p> <p>Volume de óleo derramado: 223.000 toneladas de petróleo do Irã e da Arábia e 4.000 toneladas de combustível.</p>	<p>Muitas toneladas de peixes foram mortas. 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.</p> <p>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.</p>
<p>1979: Betelgeuse, Bantry Bay, Irlanda.</p> <p>Volume de óleo derramado: Óleo leve cru árabe – explosão pós-vazamento de 18 meses</p>	<p>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.</p>
<p>1980: Bahrain</p> <p>Volume de óleo derramado: Estima-se que 3.300 toneladas chegaram a costa.</p>	<p>Inicialmente, alguns indivíduos mortos de garoupas, xereletes e sardinhas, não houve mortalidade massiva.</p>
<p>1983: Castillo de Bellver, África do Sul.</p> <p>Volume de óleo derramado: 160.000 -190.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>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.</p>
<p>1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico.</p> <p>Volume de óleo derramado: 700.000 a 900.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>Entre 1991-92 os estoques de camarão mostraram um declínio total na biomassa de 25% em relação aos níveis pré-guerra. As causas exatas não foram estudadas.</p>
<p>1989: Exxon Valdez, Alasca, EUA.</p> <p>Volume de óleo derramado: 37.000 toneladas de petróleo.</p>	<p>Após o vazamento “Exxon Valdez”, em uma comparação entre peixes de áreas contaminadas e não contaminadas mostrou-se 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.</p>

Vazamento (toneladas)	Efeitos reportados
<p>1993: Braer, Nova Escócia, Canadá</p> <p>Volume de óleo derramado: 84.700 toneladas de petróleo, além de até 1.500 toneladas de combustível.</p>	<p>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 de foram localizados e foram encontrados somente impactos temporários sobre os animais. Considerando o tamanho do derramamento, os impactos ambientais foram surpreendentemente limitados.</p>
<p>1970: Arrow, Baía Chedabucto, Canadá.</p> <p>Cerca de 11.000 toneladas de petróleo</p>	<p>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.</p>

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

Alguns estudos trabalharam especificamente com 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, 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 conseqüências do acidente na atividade pesqueira e notaram que a pesca de subsistência caiu inicialmente 77% em 10 das 15 comunidades estudadas, em comparação com as médias pré-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 antes do vazamento.

Ainda, considerando o acidente do navio Exxon Valdez, CARLS *et al.* (2001) monitoraram entre 1992-1995 a persistência e o intemperismo do óleo em bancos do mexilhão *Mytilus trossulus* em Prince William Sound. Os autores concluíram que durante esse período as concentrações de hidrocarbonetos diminuíram significativamente em alguns indivíduos e no sedimento, mas isso não ocorreu em todos os bancos estudados. Os autores estimaram, portanto, que somente após três décadas é que os níveis retornarão aos de pré-derrame.

D. Conclusão

Assim, a pesca e 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 que algum vazamento de óleo tenha matado um número suficiente de peixes em mar aberto a ponto de afetar a população adulta. O impacto potencial é grande em áreas costeiras com águas abrigadas, particularmente para espécies com áreas de reprodução restritas.

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

5. Tartarugas Marinhas

A. Introdução

A área estudada é de grande relevância para as tartarugas marinhas, onde são encontradas importantes áreas de migração, abrigo e alimentação para diferentes espécies (SANCHES, 1999). Na região de estudo ocorrem as cinco espécies de tartarugas marinhas que desovam no litoral brasileiro, sendo a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) a única espécie que possui ocorrências regulares de desovas na área (TAMAR-ICMBio, 2009; 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, 2011) e nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (MMA, 2008). A Tabela 43 apresenta as espécies encontradas no litoral da área de estudo e seu *status* de conservação (OGX/AECOM, 2011).

TABELA 43 – Lista de espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo.

Família	Espécie	Nome Comum	MMA (2008)			IUCN (2011)
			Brasil	RJ	SP	
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	VU	VU	EN	EN
	<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	VU	VU	EN	EN
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	EN	VU	EN	CR
	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	EN	-	EN	VU
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro	CP	VU	EN	CR

Fonte: MMA (2008) e IUCN (2011).

Categorias segundo MMA (2008) e IUCN (2011):

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 reprodução, quando migram para as praias onde nasceram. Estima-se que, de cada mil filhotes, apenas um ou dois atingem a idade adulta, sendo a maioria servindo 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, 2011a).

As Figuras 28 e 29 apresentam as áreas de concentração de tartarugas marinhas juntamente com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. Para a definição das áreas de ocorrência de tartarugas marinhas foram usadas as 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, 2007a), no diagnóstico ambiental preparado para essa atividade (OGX/AECOM, 2011) 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).

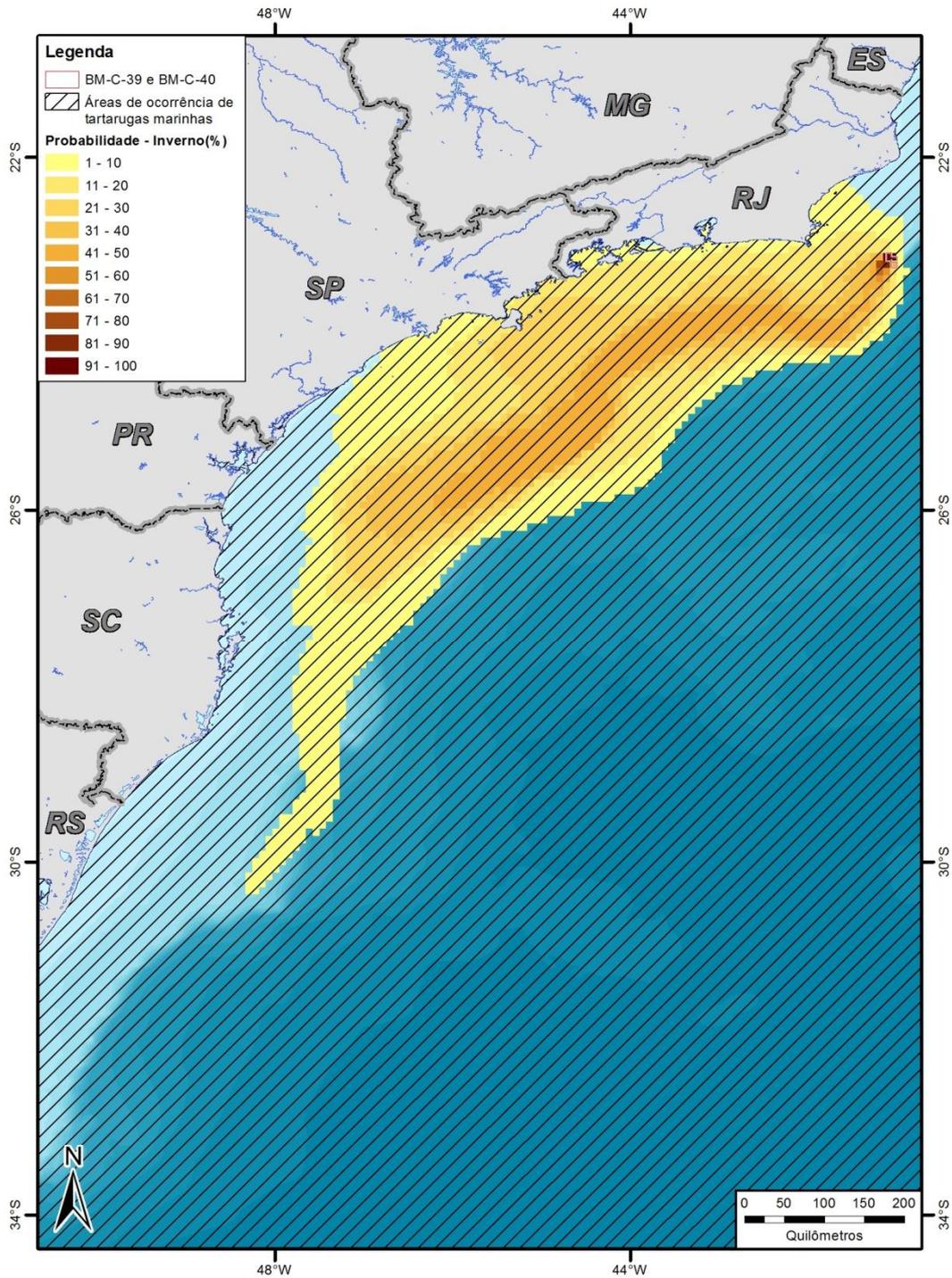


FIGURA 28 – Cruzamento da área de concentração de tartarugas marinhas com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso.

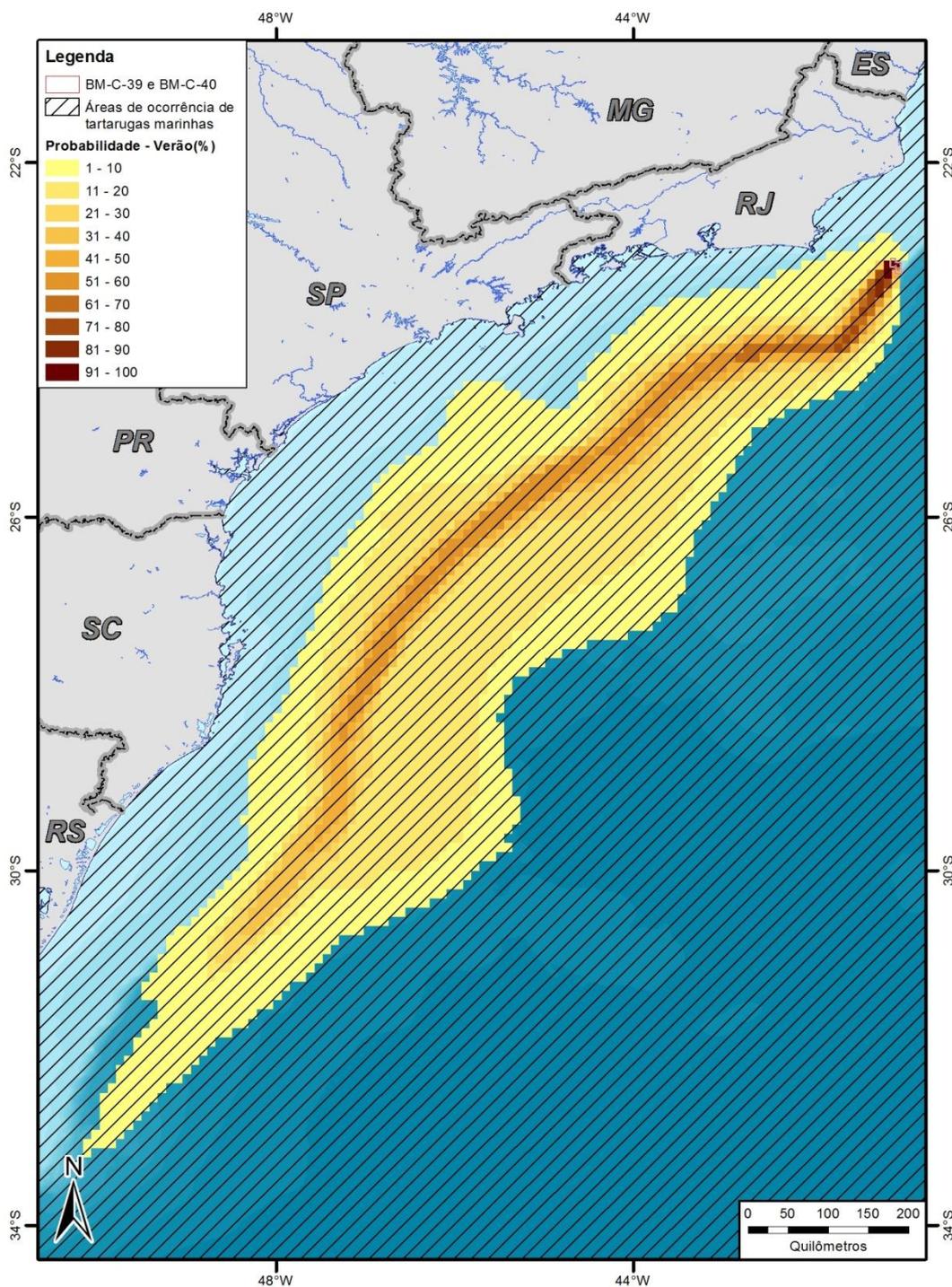


FIGURA 29 – Cruzamento da área de concentração de tartarugas marinhas com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso.

As tartarugas marinhas são particularmente sensíveis à contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas, 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 e os estágios iniciais podem conter mais lipídios em seu corpo, no qual muitos contaminantes como hidrocarbonetos de petróleo se ligam (SHINEGAKA, 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).

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).

B. Impactos causados por óleo

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

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

o 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 que essas espécies detectam e evitam áreas contaminadas ou distinguem o óleo intemperizado (*tarball*³⁰) de um item alimentar (LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Além disso, uma vez que esses animais sobem com frequência à superfície para respirar, em um grande vazamento, esses animais podem ser expostos a químicos voláteis durante a inalação (GRAMMETZ, 1988).

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 rim, resultando em anemia e imunossupressão, ou levar a uma falha reprodutiva e até a morte (SHINEGAKA, 2003).

³⁰ *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).

Vale ressaltar que diferenças na alimentação podem potencialmente diminuir o risco de ingestão de hidrocarbonetos, por exemplo, tartarugas cabeçudas, que se alimentam primariamente sobre crustáceos e moluscos, espécies que bioacumulam hidrocarbonetos de petróleo uma vez que não conseguem retirar os contaminantes dos seus corpos, apresentam mais risco de contaminação que tartarugas de couro, que se alimentam primariamente de celenterados (SHINEGAKA, 2003).

Estudos fisiológicos e clinicopatológicos em tartarugas cabeçudas cronicamente expostas ao óleo mostraram anormalidades nas células epiteliais, alterações nos padrões respiratórios e disfunções nas células sanguíneas. O óleo foi observado agarrado nas narinas, olhos e esôfago superior, e foi 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 a 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).

Existe uma preocupação particular em relação à contaminação dos ninhos e dos recém nascidos em praias de desova. Geralmente os ninhos não seriam impactados, uma vez que as tartarugas desovam bem acima da linha de maré alta. Entretanto, os vazamentos podem estar associados a tempestades e marés excepcionais, que podem depositar óleo acima dos níveis normais. Além disso, as fêmeas que vêm à praia para desovar podem contaminar a região próxima aos ninhos (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; SHINEGAKA, 2003).

Três importantes fatores afetam o sucesso da desova, temperatura do ninho, troca gasosa e umidade, e o óleo pode, potencialmente, impactar todos esses três fatores, seja interferindo na troca de gases (por exemplo, o óleo nas camadas intersticiais de areia pode evitar a troca de oxigênio entre os ovos e a areia), alterando o balanço hídrico (os ovos precisam estar em área nem tão úmida nem tão seca) ou ainda alterando a temperatura do ninho (mudando a cor e a condutividade termal da areia) (SHINEGAKA, 2003).

Falando especificamente do impacto sobre os ovos, pode-se citar o estudo de PHILLOTT & PARMENTER (2001) (citado em SHINEGAKA, 2003) que determinaram que a cobertura por óleo em diferentes porções e diferentes proporções na superfície dos ovos afeta o sucesso de nascimento. Por exemplo, o hemisfério superior do ovo é responsável primariamente pela troca de gases com o meio externo durante o início da incubação, se o óleo cobrir suficientemente essa região, isso impedirá a troca de gases, ocorrendo maior mortalidade de embriões.

Em outro estudo, realizado após o *blowout* do poço Ixtoc 1, em 1979, na Baía de Campeche no México, FRITTS & MCGEHEE (1981) coletaram dados de campo e laboratório sobre o efeito do óleo em ninhos de tartarugas marinhas de uma praia impactada. Nos experimentos de laboratório, onde o óleo cru foi derramado sobre os ninhos durante a última metade do período de incubação, os pesquisadores encontraram um decréscimo significativo na sobrevivência dos embriões. Os ovos sujos de óleo no início da incubação sobreviveram, mas os recém nascidos desenvolveram deformidades no número de placas (escudos) corpóreas. O óleo intemperizado, entretanto, parece ter baixo efeito tóxico nos ovos: a areia oleosa coletada de praias um ano após o vazamento não reduziu a sobrevivência dos recém-nascidos ou alterou sua morfologia. Os dados sugerem que a contaminação por óleo em locais com desova de tartarugas poderiam

ser mais danosas se o óleo cru vazasse durante uma época de desova. Os mesmo autores (FRITTS & MCGEHEE, 1982) citam que, os efeitos mais drásticos de um único evento de vazamento de óleo são provavelmente curtos e causariam danos a apenas um único ano de esforço reprodutivo.

Os recém nascidos, por sua vez, uma vez que alcançam o mar, estão sujeitos aos mesmos impactos apresentados para os adultos. Entretanto, devido a fatores como tamanho reduzido, baixa mobilidade e natação superficial, eles estão mais propensos à contaminação (SHINEGAKA, 2003). Além dos efeitos diretos, pode-se citar também a possibilidade de as praias de desova contaminadas com óleo afetar a capacidade de *imprinting* dos recém-nascidos, que voltariam a essas praias para desovar quando adultos.

Entretanto, vale ressaltar que a região de estudo não é área preferencial de desova para as espécies encontradas, sendo observadas apenas desovas temporárias.

o Efeitos externos

Em relação aos efeitos externos pode-se citar a inscrustação por óleo, entretanto todos os efeitos em tartarugas ainda não são bem conhecidos. 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.

Quando a contaminação é apenas externa, existe a possibilidade de recuperação após a limpeza. SABA & SPOTILA (2003) avaliando a recuperação de tartarugas de água doce contaminadas por óleo verificaram que o tempo de recuperação variou de 5 a 6 meses, quando os animais foram considerados apresentando comportamento normal e foram devolvidos à natureza, sendo que dezoito das 19 tartarugas capturadas sobreviveram (taxa de 95% de reabilitação).

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 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, itens importantes na dieta das tartarugas.

C. Estudos de caso

Apesar de existir um impacto potencial de vazamentos de óleo sobre as tartarugas marinhas, poucos casos de tartarugas e praias de desova contaminadas por óleo foram reportados, sendo a sua maioria na Flórida e no Caribe. Atualmente a maior ameaça às tartarugas não vem do óleo cru, mas de óleo combustível de barcos pesqueiros ancorados ou cargueiros.

A Tabela 44 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para as tartarugas marinhas.

TABELA 44 – 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 desses 3 estavam com óleo e os outros 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).

A seguir será apresentado em detalhes um acidente devido à sua importância em relação ao impacto sobre tartarugas marinhas.

RUSSEL *et al* (1983) analisou tartarugas marinhas encontradas mortas após o massivo vazamento de óleo do poço Ixtoc I atingir a costa do México em 1979. 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 para resíduos de hidrocarbonetos de petróleo.

No total, 7 tartarugas (6 *Chelonia mydas* e 1 *Lepidochelis kempfi*) foram coletadas durante o episódio de vazamento, algumas foram tratadas e uma foi reintroduzida. Três tartarugas (2 verdes e 1 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 apresentou grandes quantidades. Entretanto, mesmo essa grande quantidade de óleo provavelmente não teria evitado um

movimento normal ou sido fatal para as tartarugas. Além disso, algum óleo externo pode ter se acumulado após a morte.

Em todos os tecidos examinados havia a presença de óleo, entretanto não existem evidências de que o óleo tenha causado lesões no trato alimentar ou que tenha havido 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 indicam que a exposição ao óleo foi crônica, as tartarugas evidentemente não encontraram o óleo por um curto período de tempo antes da morte, mas teriam sido 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.

D. Conclusão

Não se conhece muito sobre o impacto do óleo em tartarugas marinhas, mas muitos aspectos da sua biologia fazem com elas tenham risco em potencial (ausência do comportamento de evitação, alimentação indiscriminada em áreas de convergência e grandes inalações antes de mergulhar). Outros comportamentos, entretanto, evitam a sua mortalidade como a incapacidade de limpar oralmente o seu corpo.

As tartarugas marinhas também são vulneráveis em todos os seus estágios de vida (ovos, recém-nascidos, juvenis e adultos), mas o fato da desova das tartarugas marinhas ocorrer bem acima da linha de maré alta, faz com que em condições normais os ninhos não sejam afetados. Os recém-nascidos, por sua vez, podem ser atingidos ao entrarem em contato com a água.

Surpreendentemente existem poucos registros de quelônios e áreas de desova contaminadas por óleo ou machucadas em resposta a um vazamento de óleo. Atualmente a principal ameaça às tartarugas não vem do óleo cru e sim de vazamentos envolvendo combustíveis de barcos pesqueiros ou de carga. É estimado que apenas 1% dos encalhes de quelônios marinhos estejam associados com petróleo (SHIGENAKA, 2003). No entanto, alguns autores reportam a presença de indivíduos mortos após acidentes com vazamentos.

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.

Apesar de não ser considerado esse fator para a avaliação acima, vale ressaltar que há muitos exemplos de tartarugas que depois de recuperadas foram devolvidas ao ambiente com sucesso (SHIGENAKA, 2003).

6. Mamíferos marinhos – cetáceos

A. Introdução

A presença dos cetáceos na região de estudo está associada a várias áreas, como áreas de residência (onde são realizadas as atividades do ciclo de vida) e áreas de ocupação sazonal (em função da disponibilidade de alimento e rotas migratórias).

Em relação à região sudeste, área com maior probabilidade de ser atingida por óleo, são encontradas 32 espécies de cetáceos, o que representa 75% do total das espécies destes mamíferos registrados em águas brasileiras. As espécies conhecidas para a região sudeste do Brasil estão listadas na Tabela 45.

TABELA 45 – Cetáceos com ocorrência provável e confirmada na região sudeste.

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Área de Ocorrência	Sazonalidade / Ocorrência	Status de Conservação	
					IUCN (2011)	MMA (2008)
Odontoceti	Família Pontoporiidae					
	<i>Pontoporia blainvillei</i>	toninha (RS/SC), boto-amarelo (RJ), boto-cachimbo (ES)	águas costeiras entre Itaúnas, ES (19°S) e Rio Grande do Sul	Ano inteiro/OC	VU	EP
	Família Delphinidae					
	<i>Sotalia guianensis</i>	boto, boto-cinza	águas costeiras entre Honduras (Amer. Central) e Florianópolis (SC)	Ano inteiro/OC	DD	-
	<i>Steno bredanensis</i>	golfinho-de-dentes-rugosos	águas tropicais, hábitos costeiros	Ano inteiro/OC	LC	-
	<i>Tursiops truncatus</i>	golfinho-flíper, golfinho-nariz-de-garrafa	águas oceânicas e costeiras	Ano inteiro/OC	LC	-
	<i>Stenella frontalis</i>	golfinho -pintado-do-Atlântico	águas costeiras e ocasionalmente oceânicas	Ano inteiro/OC	DD	-
	<i>Stenella attenuata</i>	golfinho-pintado-pantropical	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	LC	-
	<i>Stenella longirostris</i>	golfinho-rotador	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	DD	-
	<i>Stenella clymene</i>	golfinho-de-clymene	águas oceânicas	Ano inteiro/OP	DD	-
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	golfinho-listrado	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	LC	-
	<i>Delphinus delphis</i>	golfinho-comum-de-bico-curto	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	LC	-
	<i>Delphinus capensis</i>	golfinho-comum-de-bico-longo	águas costeiras	Ano inteiro/OC	DD	-
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Golfinho-de-Fraser	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	LC	-
<i>Peponocephala</i>	golfinho-cabeça-	águas oceânicas	Ano inteiro/OP	LC	-	

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Área de Ocorrência	Sazonalidade / Ocorrência	Status de Conservação	
					IUCN (2011)	MMA (2008)
	<i>electra</i>	de-melão	tropicais			
	<i>Feresa attenuata</i>	orca-pigméia	águas oceânicas	Ano inteiro/OP	DD	-
	<i>Pseudorca crassidens</i>	falsa-orca	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	DD	-
	<i>Orcinus orca</i>	orca	águas costeiras e oceânicas	Ano inteiro, com concentração no verão (Dezembro a Fevereiro)/OC	DD	-
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	baleia-piloto-de-peitorais-curtas	águas oceânicas tropicais	Ano inteiro/OC	DD	-
	<i>Grampus griseus</i>	golfinho-de-Risso	águas oceânicas	Ano inteiro/OC	LC	-
Família Physeteridae						
	<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	águas oceânicas	Provavelmente durante o ano inteiro, mas não está bem estabelecido/OC	VU	VU
Família Kogiae						
	<i>Kogia breviceps</i>	cachalote-pigmeu	águas oceânicas tropicais	Dados insuficientes/OC	DD	-
	<i>Kogia sima</i>	cachalote-anão	águas oceânicas tropicais	Dados insuficientes/OP	DD	-
Família Ziphiidae						
	<i>Berardius arnuxii</i>	baleia-bicuda-de-Arnoux	águas oceânicas	Dados insuficientes/OP	DD	-
	<i>Mesoplodon europaeus</i>	baleias-bicuda-de-Gervais	águas oceânicas tropicais	Dados insuficientes/OP	DD	-
	<i>Mesoplodon mirus</i>	baleias-bicuda-de-True	águas oceânicas	Dados insuficientes/OP	DD	-
Família Balaenidae						
	<i>Eubalaena australis</i>	baleia-franca-austral	águas costeiras durante o período reprodutivo	Junho a Outubro, principalmente em agosto/OC	LC	EP
Família Balaenopteridae						
	<i>Balaenoptera musculus</i>	baleia-azul	águas oceânicas	Sazonal/OC	EN	CR
Misticeti	<i>Balaenoptera physalus</i>	baleia-fin	águas oceânicas	Período migratório entre Jun. e Out. se deslocando de altas latitudes e passando o inverno em baixas latitudes/OC	EN	EP
	<i>Balaenoptera borealis</i>	baleia-sei	águas oceânicas	Sazonal/OC	EN	VU
	<i>Balaenoptera edeni</i>	baleia-de-Bryde	águas costeiras e oceânicas	Ano inteiro/OC	DD	-

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Área de Ocorrência	Sazonalidade / Ocorrência	Status de Conservação	
					IUCN (2011)	MMA (2008)
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	baleia-minke-antártica	águas oceânicas	Julho a setembro/OC	DD	-
	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	baleia-minke-anã	águas costeiras	Observada durante 11 meses do ano, exceto em março, com picos de ocorrência entre junho e setembro/OC	LC	-
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	baleia-jubarte	águas costeiras e oceânicas	Junho a novembro/OC	LC	VU

Fonte: SALVATORE *et al.* (2006)

Categorias segundo IUCN (2011):

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.

Categorias segundo MMA (2008):

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

EP - Em Perigo –Risco muito alto de extinção na natureza.

VL - Vulnerável - Risco alto de extinção na natureza.

Ocorrência:

OC – Ocorrência Confirmada

OP – Ocorrência Possível

Um aspecto relevante da região é o fato de ser rota migratória de baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) em sua migração sazonal para o nordeste do Brasil (OGX/AECOM, 2011). Segundo FERNANDES (2001), destaca-se que a região de Arraial do Cabo é área de passagem da baleia jubarte durante sua migração, apresentando dois picos de passagem em direção ao norte, e área potencial de alimentação para os misticetos, devido à alta produtividade da região. Os golfinhos têm a região como área de forrageamento e, possivelmente, para criação dos filhotes.

A baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*), outro misticeto com hábitos migratórios, também pode ser encontrada na região ocasionalmente e sazonalmente no estado de Santa Catarina. Esses cetáceos migratórios estão presentes na região preferencialmente nos meses de inverno e primavera.

Quanto à biologia dos cetáceos é importante observar que o período de gestação da maioria das espécies é 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).

As Figuras 30 e 31 apresentam as áreas de concentração de cetáceos juntamente com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. Para a definição dessa área foram usadas as informações provenientes do item Diagnóstico Ambiental (Meio Biótico) do Estudo de Impacto Ambiental (OGX/AECOM, 2011), do documento “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha” (MMA, 2002) e da sua atualização (MMA, 2007a), e os

resultados do monitoramento de satélite realizado pelo Projeto Baleias com baleias Jubarte (ZERBINI *et al.*, 2006).

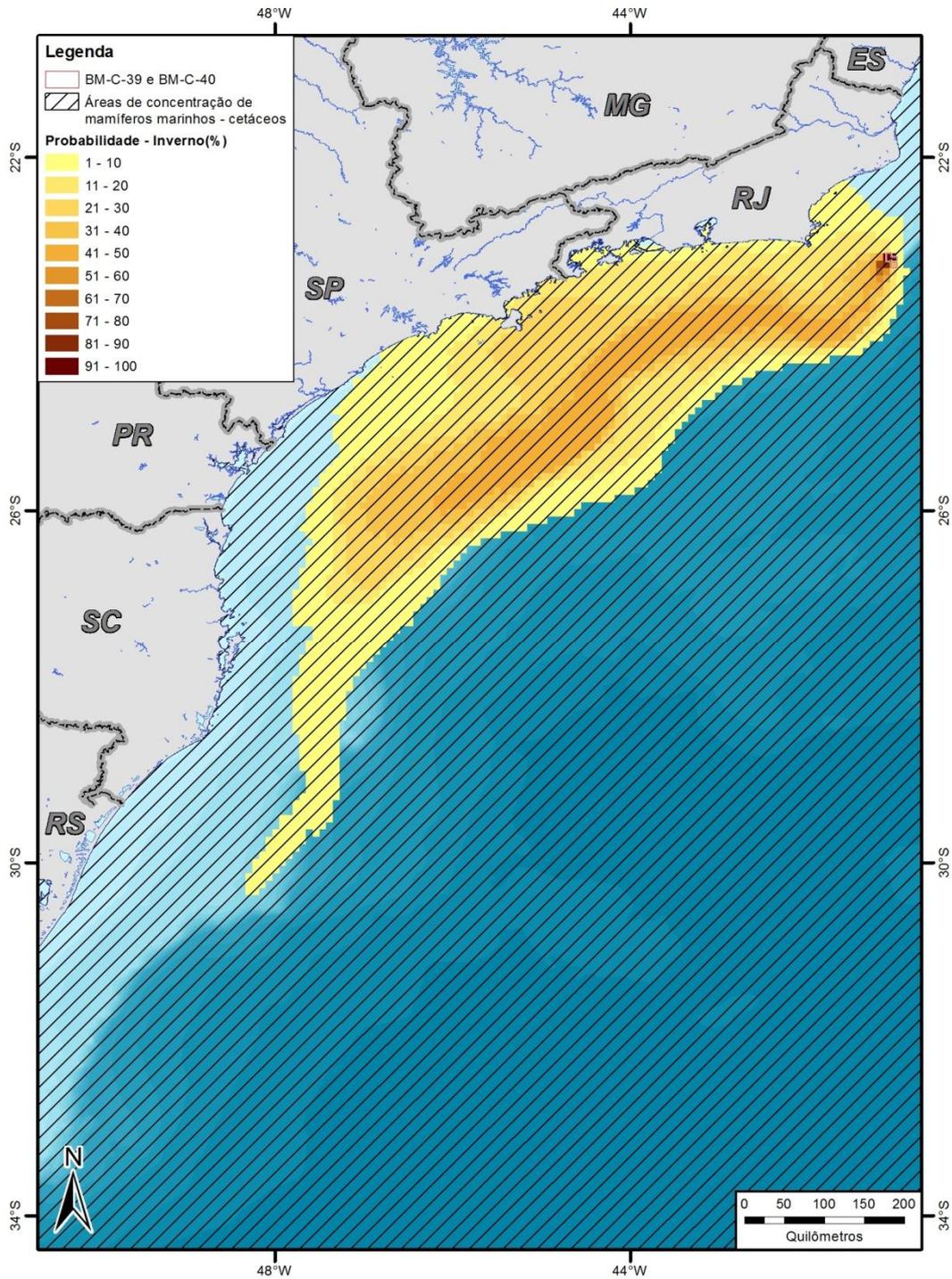


FIGURA 30 – Cruzamento da área de concentração de cetáceos com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso.

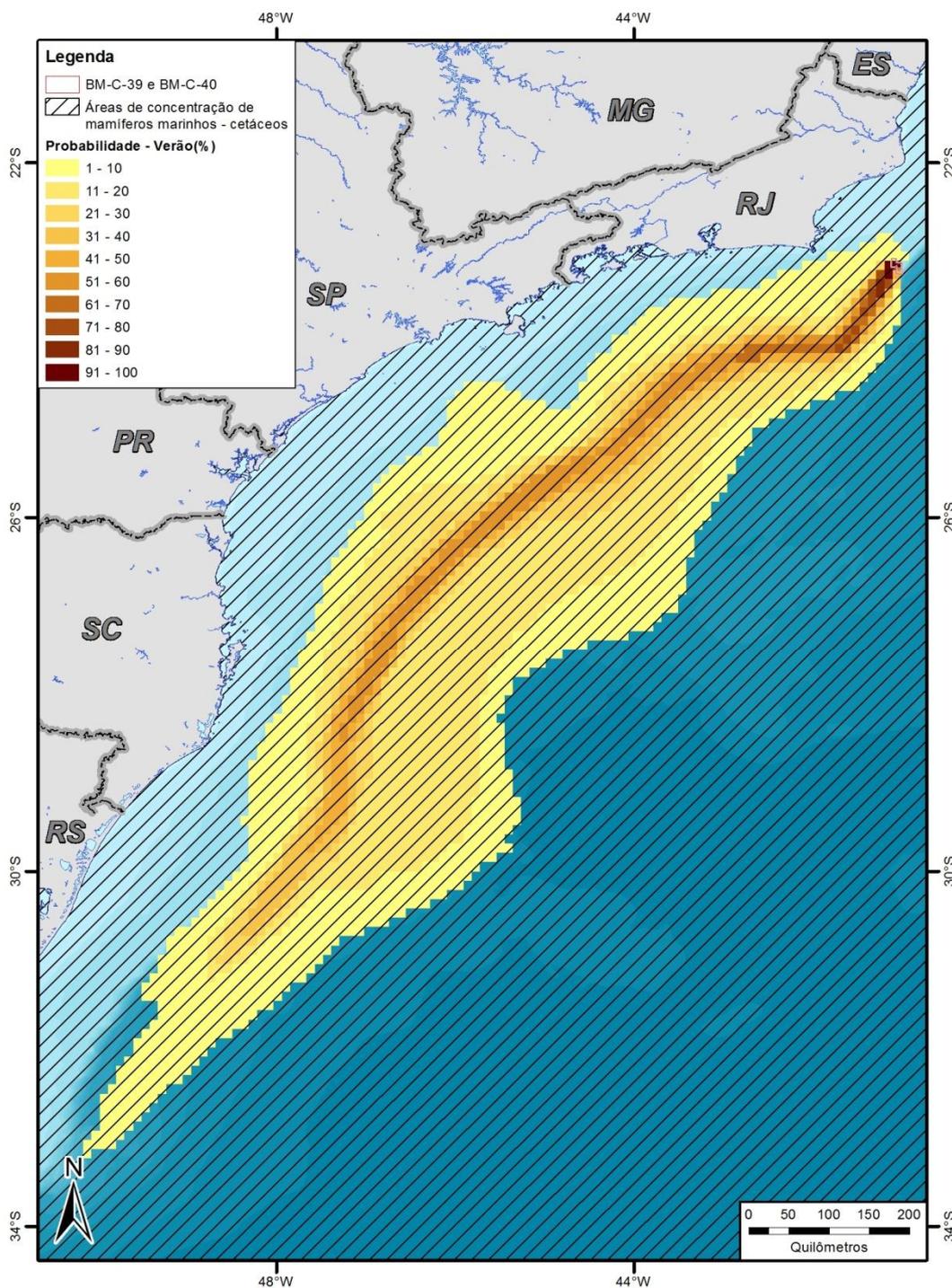


FIGURA 31 – Cruzamento da área de concentração de cetáceos com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso.

B. Impactos causados por óleo

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 em 1989, que será discutido em detalhes no subitem de Estudos de Caso.

Os poucos estudos, em parte podem ser explicados, pois 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, limitando o estudo das outras espécies.

Além disso, as informações são escassas também devido às 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 (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. Indivíduos, por exemplo, atingidos por óleo logo após o vazamento podem ter sido expostos a mais componentes tóxicos pelo contato direto e ingestão que indivíduos que foram 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 e isso pôde ser comprovado pelo estudo apresentado 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 e evitam 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. Por exemplo, o que ocorreu com a população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) residente na Baía de Guanabara, que foi vista deixando a Baía após o incidente com vazamento que ocorreu em 2000. A população foi para mar aberto, retornando antes mesmo que as operações de limpeza estivessem finalizadas (BARCELLOS & SILVA, 2003; SHORT, 2003). Os indivíduos voltaram para as áreas de alimentação e apresentaram comportamentos normais. Vale ressaltar que as áreas de alimentação não foram atingidas por óleo e isso pode justificar as observações feitas (SHORT, 2003).

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, 2010a). Durante o vazamento Mega Borg, no Novo México em 1990, foi reportado que indivíduos de um grupo de *Tursiops*, podiam provavelmente detectar a mancha, mas não evitaram o contato com ela, 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 sobrepor essa estratégia de evitação, causando impactos sobre essas espécies. Ressalta-se que isso ocorre, principalmente, em espécies costeiras,

que possuem fidelidade a determinadas áreas, lembrando que os impactos sobre estas populações residentes afetariam sua reprodução, além de comprometer a disponibilidade/captura de alimento, coesão de grupo e afetar a saúde dos animais. As espécies pelágicas, por sua vez, serão impactadas apenas em suas áreas de reprodução.

Considerando-se que as espécies possam ser atingidas por óleo, espera-se que o impacto sobre os cetáceos 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; BOERTMANN & AASTRUP, 2002). Além disso, a pele dos cetáceos é diferente de qualquer outro mamífero, sendo lisa e com limitadas áreas recobertas com pêlos ou superfícies rugosas devido à presença de cracas (St AUBIN, 1992; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Em mysticetos o óleo tende a aderir nessas partes rugosas, pêlos e calosidades dos animais, entretanto, isso ocorrerá apenas em uma pequena área, não afetando, consideravelmente, a saúde do animal (St AUBIN, 1992). Nos golfinhos, por sua vez, por não apresentarem pêlos 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. Os resultados mostraram alguns efeitos histopatológicos, mas após uma semana, nenhum efeito no crescimento ou nas outras funções celulares pôde ser facilmente detectado. As condições desse experimento excedem a que cetáceos estariam normalmente expostos na natureza, exceto para animais em locais confinados, normalmente na região costeira. Ainda assim, sem pêlo 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.

Os danos causados a pele dos cetáceos parecem ser transitórios, entretanto a região dos olhos pode ser bastante afetada em exposições prolongadas (ENGELHARDT, 1983; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Além disso, eles também podem inalar óleo ou vapores tóxicos ao subirem para respirar, se alimentar de presas contaminadas ou mesmo ficarem cansados devido à ausência de alimentos ou a incapacidade de encontrar comida.

A inalação de porções de óleo, vapores e fumaça é bem provável se os cetáceos subirem à superfície no meio da mancha para respirar, principalmente em indivíduos jovens (RAAYMAKERS, 1994). Exposições ao óleo desta maneira podem danificar as membranas mucosas, as vias aéreas, congestionar os pulmões, causar enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010a; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Orcas, por exemplo, podem gastar de 3 a 10 minutos por vez embaixo da água, 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 causar danos severos e um golfinho estressado pode se mover mais rapidamente e com isso subir mais frequentemente para respirar, aumentando sua exposição (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A intoxicação aguda por petróleo ainda não está bem estabelecida em cetáceos e não existem estudos de laboratório que tenham estabelecido a mínima quantidade necessária para causar toxicidade (St AUBIN, 1992).

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

Além da ingestão direta, existe, ainda, a possibilidade de as espécies ingerirem óleo através das suas presas. Entretanto dados publicados sugerem que uma pequena quantidade de óleo que poderia ser ingerida durante a alimentação não é suficiente para causar danos. Além disso, a maior parte das presas dos cetáceos possui os sistemas enzimáticos necessários para metabolizar hidrocarbonetos de petróleo e não iriam acumular tais frações em seus tecidos, evitando assim a transferência dos componentes tóxicos através da cadeia alimentar (St AUBIN, 1992).

Contudo, a ingestão de óleo representa um diferente tipo de ameaça aos mysticetos, que se alimentam utilizando suas cerdas orais. Durante o seu comportamento de alimentação as baleias imergem, pegam grandes quantidades de água e então as expõem, capturando o plâncton e o krill em suas cerdas (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Estudos de laboratório têm mostrado que o óleo incrustado entre os fios dessas cerdas restringem a passagem de água, entretanto o fluxo constante com água limpa removeu a maior parte do óleo em menos de 24h e após esse tempo não foram notados efeitos residuais. Dependendo da magnitude do vazamento, a alimentação pode ser interrompida por muitos dias causando diminuição da massa corpórea e trazendo conseqüências 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. 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 Alasca, uma vez que se trata de um caso extremo em que populações pequenas e residentes foram afetadas e é o único em que o tema recuperação é tratado.

SHORT (2003) apresentou em seu trabalho dois estudos em que cetáceos foram encontrados mortos após acidentes com vazamentos de óleo, o primeiro foi no canal de Santa Barbara, California, 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 Alasca, EUA em 1989, onde 26 baleias-cinzentas (*Eschrichtius robustus*), 5

botos (*Phocoena phocoena*), 5 baleias minkes (*Balaenoptera bonaerensis*), 1 baleia fin (*Balaenoptera physalus*) e 3 baleias não identificadas foram encontradas mortas nas praias da região (LOUGHLIN, 1994). Além disso, houve grande mortalidade de orcas, mas isso será tratado no trabalho a seguir.

MATKIN *et al.* (2008) apresenta em seu trabalho um estudo realizado com orcas após o vazamento do Exxon Valdez em Prince William Sound, Alaska, em 1989. Esse estudo apresenta dados de 16 anos de monitoramento após ter ocorrido o acidente. Dois grupos foram estudados em detalhes, um grupo residente, chamado de AB, e uma população itinerante, AT1. Ambos os grupos sofreram perdas de 33 a 41%, respectivamente, no ano após o vazamento. O grupo AB 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 é 18 vezes maior que o número esperado para o mesmo período de tempo levando-se em conta a estrutura sexual e etária do grupo. O grupo AT1 perdeu nove animais de um total de 22, sendo importante observar que nesse grupo quatro animais foram vistos nadando no óleo (Figura 32) logo após o vazamento e que nenhum recrutamento foi observado nessa população desde 1984. Os autores ainda não observaram recuperação nos grupos e concluíram que mesmo em condições ótimas, os grupos podem levar décadas para se recuperar, particularmente se fêmeas reprodutivas e/ou fêmeas juvenis tiverem sido perdidas. Além disso, em um grupo pequeno isolado e ameaçado como o AT1 um evento ambiental de grande magnitude pode levá-los à extinção.



Fonte: Matkin *et al.*, 2008

FIGURA 32 – Quatro membros do grupo AT1 próximo ao Exxon Valdez menos de 24h após o vazamento.

Entretanto, é preciso levar em consideração que MATKIN & SAUTILIS (1997) citam que entre 1985-1986, período anterior ao acidente, seis orcas foram perdidas do grupo AB (residentes), uma taxa de mortalidade cinco vezes maior que o esperado. Com isso, pode-se questionar se essa população já não possuía uma tendência a diminuir, e se outros fatores podem estar atrapalhando a sua recuperação, não somente o vazamento de óleo. Outro estudo que mostra que o óleo sozinho pode não ser a causa da ausência de recuperação foi patrocinado pelo Instituto Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council (EVOSTC, 2010) com as

orcas da região, na qual a espécie foi examinada para a presença de contaminantes em seus tecidos. Os resultados encontrados indicaram que os indivíduos da população AT1 (transeuntes) carregavam elevados níveis de PCBs, DDT e metabólitos de DDT nos seus tecidos. Entretanto, a presença desses contaminantes não está relacionada ao vazamento 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 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 à 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 seja 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. Vale ressaltar que a população de orcas que pode ser encontrada na região de estudo se alimenta primariamente de peixes e golfinhos (SALVATORE *et al.*, 2006).

D. 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).

7. Avifauna marinha

A. Introdução

São encontradas diversas espécies de aves marinhas na região de estudo. Dentre as aves marinhas pelágicas, que apresentam principal ocorrência na região de estudo, podem ser citados os albatrozes, as pardelas e os

petréis. Dentre as aves marinhas costeiras destacam-se Atobás, Fragatas, Batuíras, Maçaricos, Narcejas, Gaivotas e Trinta-réis (OGX/AECOM, 2011).

É importante ressaltar que algumas espécies citadas para a região de estudo são consideradas como ameaçadas, de acordo com a IUCN (2011). Podemos citar como “Em Perigo” as espécies Albatroz-de-sobrancelha, Albatroz-de-nariz-amarelo, e Grazina-de-barriga-branca. Outras espécies são consideradas como “Vulneráveis”, como o Albatroz-gigante, Albatroz-real, Albatroz-de-cabeça-cinza e Pardela-preta. Segundo o MMA (2008), seis espécies encontram-se com algum grau de ameaça para o Brasil, sendo elas *Diomedea exulans* (Albatroz-gigante), *Diomedea epomophora* (Albatroz-real), *Thalassarche melanophrys* (Albatroz-de-sobrancelha), *Thalassarche melanophrys* (Albatroz-de-sobrancelha), *Thalassarche chlororhynchos* (Albatroz-de-nariz-amarelo), *Pterodroma incerta* (grazina-de-barriga-branca) *Procellaria aequinoctialis* (pardela-preta).

Vale ressaltar que para a avaliação desse CVA considerou-se principalmente as aves marinhas oceânicas e costeiras que habitam a região litorânea, pois são mais passíveis de serem impactadas por um vazamento de óleo.

As Figuras 33 e 34 apresentam as áreas de concentração de avifauna marinha juntamente com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no inverno como no verão. Para a definição dessa área foram usadas as informações provenientes do Estudo de Impacto Ambiental (item Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico) (OGX/AECOM, 2011), do documento “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha” (MMA, 2002) e sua atualização (MMA, 2007a), e dados fornecidos pela NatureServe com a colaboração de Robert Ridgely, James Zook, The Nature Conservancy - Migratory Bird Program, Conservation International - CABS, World Wildlife Fund - US, e o governo ambiental do Canadá – WILDSPACE (NATURESERVE, 2003).

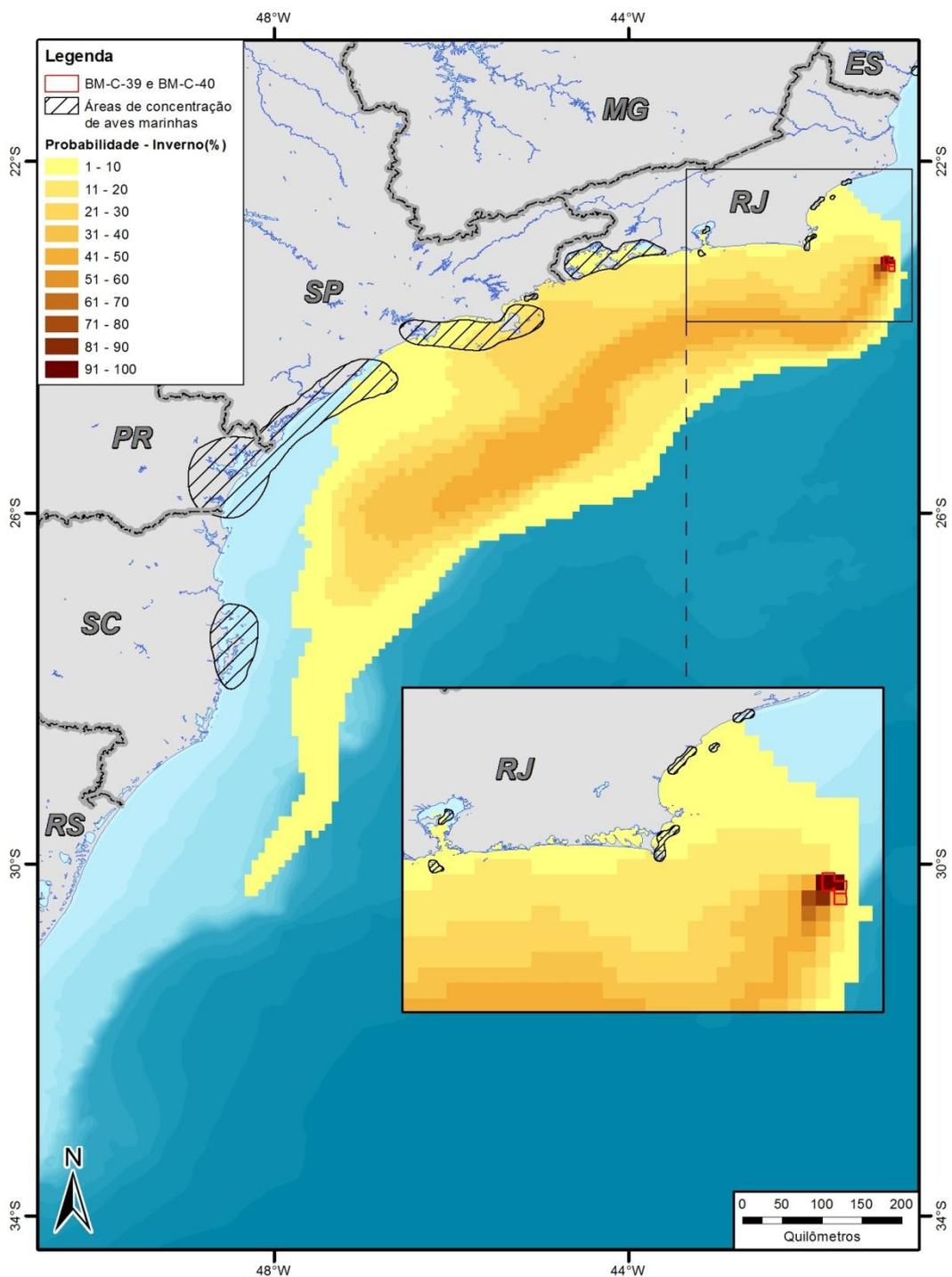


FIGURA 33 – Cruzamento da área de concentração de avifauna marinha com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de inverno, pior caso.

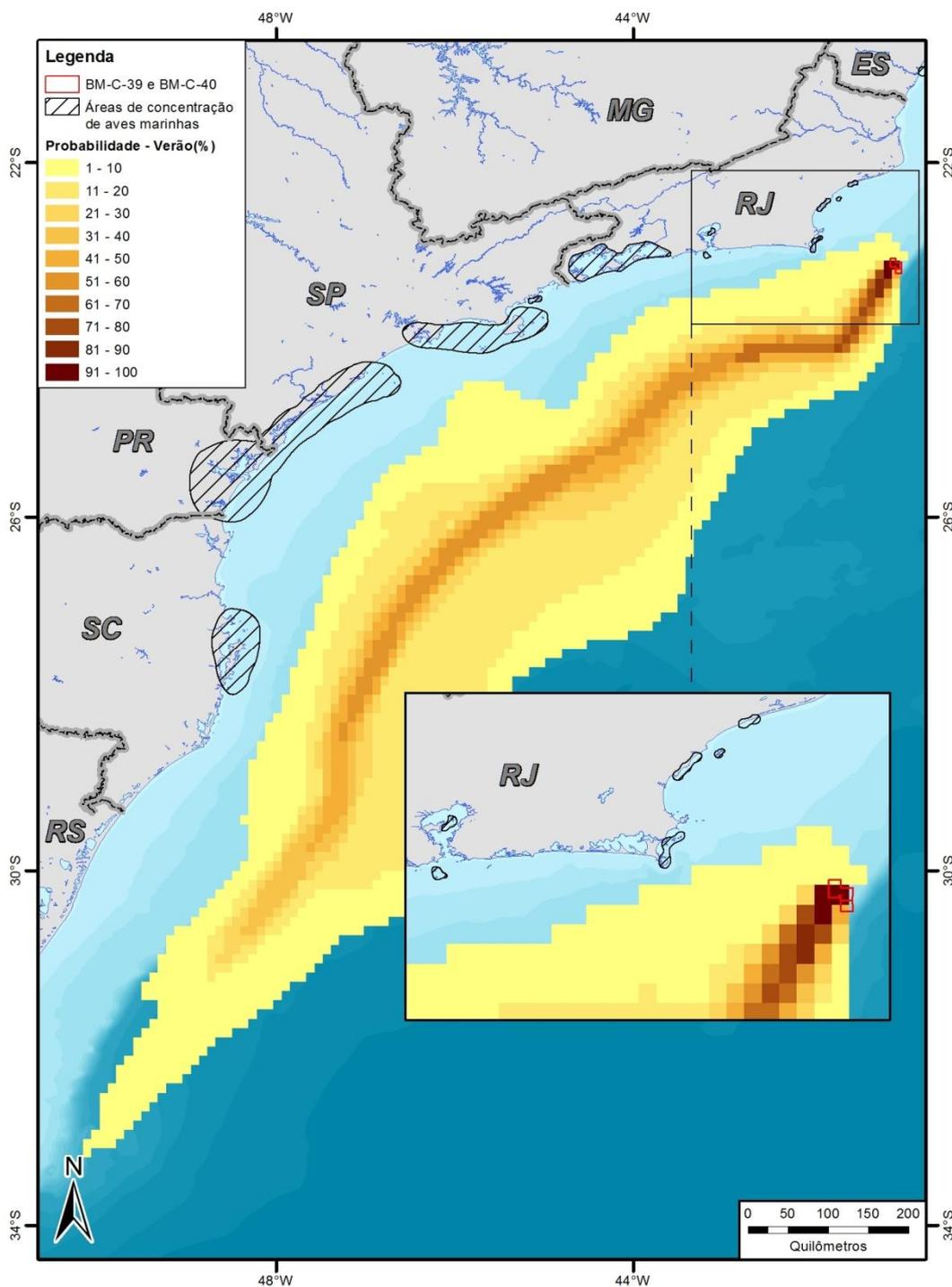


FIGURA 34 – Cruzamento da área de concentração de avifauna marinha com as probabilidades de chegada de óleo, no cenário de verão, pior caso.

De todos os grupos impactados por óleo, as aves provavelmente atraem a maior preocupação do público (KINGSTON, 2002). Grandes vazamentos rotineiramente impactam um grande número de aves, que são muito sensíveis tanto aos efeitos externos quanto internos do óleo cru (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 que elas ficam sobre ou perto da superfície do mar ou em áreas costeiras afetadas, além de possuírem baixas taxas reprodutivas (EPA, 1999; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Adicionalmente, também são bastante afetadas as populações com um pequeno número de indivíduos, distribuição geográfica restrita ou com espécies ameaçadas (EPA, 1999).

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

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 predizer 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 conseqüências ambientais (HEUBECK *et al.*, 2003).

B. Impactos causados por óleo

o 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) (BURGUER, 2003; MOSBECH, 2002). É importante observar que o comportamento das aves marinhas é variável, portanto quanto mais tempo a ave gastar no mar, seja mergulhando para encontrar comida, nadando ou pousada na superfície, mais susceptível ela está para se contaminar de óleo no caso de um vazamento.

As aves sujas de óleo podem sofrer hipotermia, desidratação, afogamento e fome, e se tornarem 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 de voar. A quebra na impermeabilização e no isolamento térmico proporcionado pelas penas pode levar a hipotermia. As penas encharcadas com óleo, por sua vez, causam uma perda de flutuabilidade das aves marinhas, 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; ITOPIF, 2010b; BURGUER, 2003; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

É importante observar que experimentos de campo mostraram que aves adultas mesmo que levemente contaminadas podem transferir óleo para os ovos durante a incubação, desse modo diminuindo o 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*) após um vazamento de óleo na costa atlântica de Nova Jersey, mostrou que o tempo gasto por essas espécies na alimentação diminuiu com o grau de óleo e que as aves contaminadas gastam mais tempo se limpando e ajeitando suas penas que as sem óleo. Essa alteração no 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 de se alimentar, devido à perda de fluabilidade 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, da espécie e da idade do indivíduo (BURGUER, 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 gastrointestinal, 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 na habilidade de se reproduzir e do número de ovos previsto, diminuição da fertilidade dos ovos e da espessura da casca e interrupção do comportamento normal de incubação (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; BURGUER, 2003; MOSBECH, 2002).

A intemperização do óleo no mar pode aumentar a sua toxicidade devido ao aumento das proporções de HPA (Hidrocarbonetos Aromáticos de Petróleo) e de outros hidrocarbonetos de cadeia longa, produtos altamente tóxicos para aves (BURGUER, 2003). Entretanto um estudo apresentado em MOSBECH (2002) mostra que o óleo não afetou significativamente a sobrevivência, o crescimento e a reprodução de indivíduos de pato-real (*Anas platyrhynchos*) que foram alimentados com óleo intemperizado proveniente do acidente Exxon Valdez, em concentrações que excediam aquelas que representavam o máximo provável de ser encontrado no campo em áreas severamente impactadas. 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. 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.

É importante destacar que pouco se conhece sobre o fato de aves marinhas evitarem intencionalmente 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.

- **Efeitos a longo prazo nos indivíduos**

Efeitos a longo prazo são muito difíceis de detectar e monitorar porque as aves podem colocar seus ovos 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 influenciam fortemente no tempo de recuperação de uma população.

Entre os efeitos a longo prazo pode-se citar o atraso na maturação dos ovários em fêmeas, alteração nos níveis hormonais, redução na sobrevivência e crescimento dos embriões e filhotes nos quais os pais tenham sido externamente contaminados por óleo, supressão da imunidade e da resistência à 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 (BURGUER, 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 é importante, pois algumas espécies levam muitos anos de imaturidade antes de atingir sua 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 em relação aos impactos sobre as populações é: podem populações se tornar 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 isso ocorra (RYAN & SIEGFRIED, 1994 *apud* MOSBECH, 2002). Entretanto, são relatados casos de extinção de espécies de aves em algumas regiões, principalmente devido à destruição de habitat e a caça predatória (MOSBECH, 2002).

Um exemplo a ser citado é o caso das populações marginais de papagaios-do-mar na Bretanha. Uma colônia de papagaios-do-mar sofreu grandes perdas devido à combinação de causas naturais e poluição por óleo após o naufrágio do Amoco Cadiz na costa da Bretanha, tendo que ser repovoada com indivíduos de outras colônias (HOPE JONES *et al.* 1978 citado em 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 citado em 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 possuem efeitos mais fortes, como, por exemplo, a densidade de aves na água no momento do acidente, comportamento das aves afetadas, proximidade das colônias e de outras agregações, direção do vento, ação das ondas, temperatura e tipo do óleo. Contudo, pequenos vazamentos de poucas toneladas podem matar milhares de aves se este ocorrer em uma área sensível (BURGUER, 1993).

- **Recuperação de populações**

Alguns autores estudando acidentes com vazamentos de óleo relataram tempos de recuperação para espécies, entretanto as modelagens matemáticas são, atualmente, as ferramentas mais utilizadas, já que dificilmente são encontrados estudos a longo prazo de populações impactadas.

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. Além disso, se um vazamento de óleo matar todas as aves de uma colônia, a recolonização e a recuperação da população dependerá do tamanho e da localização das colônias vizinhas e da distância alcançada para deslocamentos de indivíduos entre as colônias (meta populações), no qual existe uma grande falta de informação (MOSBECH, 2002).

De modo a recuperar uma população, os indivíduos podem usar estratégias que agilizem esse processo, como colocar mais ovos que o habitual, se reproduzir mais frequentemente ou inserir aves jovens para os grupos reprodutivos. Esses processos podem ajudar, mas 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 a curto e médio prazo, existe uma limitada evidência de vazamentos que tenham causado prejuízos a longo prazo nas populações, ou um vazamento que tenha declinado permanentemente 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) observados, pela baixa mortalidade aguda e pela flutuação normal no número de indivíduos dentro das populações, demonstrando a capacidade resiliência das espécies. Em contraste, longos tempos de recuperação têm sido estimados baseando-se nas 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 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).

Dentre as 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 com o Exxon Valdez. 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 habitat. Das 19 espécies que apresentaram impactos negativos, 13 (68%) mostraram evidências de recuperação dentro dos 2,5 anos de monitoramento. Apenas 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 nas adequação de habitat por essas espécies. Entretanto, os impactos persistiram por menos de 2,5 anos para a maioria das espécies afetadas. Essa taxa de recuperação no uso de habitat paralelamente à rápida recuperação (geralmente menor de 2 anos) também foi documentada para outras comunidades afetadas pelo óleo (invertebrados da região entremarés, peixes e aves) que foram estudados no Alaska e em outros locais.

Outro exemplo no qual houve recuperação é o da águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*), espécie residente e abundante da região costeira da área atingida pelo óleo. Após o vazamento do Exxon Valdez, um total de 151 carcassas foram recuperadas 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, os resultados finais mostram que a taxa reprodutiva voltou as taxas pré-vazamento entre 1990 e 1991, e uma vistoria aérea 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 (EVOSTC, 2010). Portanto, essa espécie se recuperou e pode até ter excedido o número inicial de indivíduos 6 anos após o vazamento.

KINGSTON (2002) em seu trabalho acrescenta que estudos após o vazamento com os airos (*Uria aalge*) em sítios reprodutivos atingidos, mostraram 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 das 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 estão sendo repostos por aves jovens que vieram do oceano (BOERSMA *et al.*, 1995) (citado por KINGSTON, 2002).

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. Entretanto, 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), dessa forma o tempo de recuperação provavelmente será menor (MOSBECH, 2002).

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

C. Estudos de caso

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 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, porém, com esse valor representando somente uma pequena porção da mortalidade total de aves, com estimativas indicando que o valor esteja, na realidade, entre 260.000 a 580.000 com a melhor estimativa entre 350.000 e 390.000 mortos durante e imediatamente após o vazamento. Monitoramentos de colônias de aves marinhas foram iniciados em 1989 e continuaram até 1991 e buscavam determinar se o número de aves marinhas diminuiu se comparado 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 em 1989 e 1990. Essa mortalidade é esperada uma vez que as áreas foram atingidas pelo óleo ao mesmo tempo em que os airos adultos estavam se agrupando na água próximo às colônias em antecipação ao seu período reprodutivo.

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 impactadas 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 expostos ao petróleo remanescente através da sua alimentação. Os harlequins (*Histrionicus histrionicus*) foram os mais impactados no vazamento, com cerca de 33% de aves coletadas no inverno de 1989-1990 apresentando más condições corporais e cerca de 40% com os tecidos contaminados. Resultados preliminares indicam que o harlequim podem ter sido impactado nas suas áreas reprodutivas.

KINGSTON (2002) complementa essas informações e acrescenta que estudos após o vazamento com os airos em sítios reprodutivos atingidos mostram 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 das 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 de pares reprodutores repostos por aves jovens que vieram do oceano (BOERSMA *et al.*, 1995) (citado por KINGSTON, 2002).

ESLER *et al.*, 2002 também estudando os impactos do acidente Exxon Valdez, apresentaram estudos de recuperação para a população de harlequins (*Histrionicus histrionicus*) entre 1995 e 1998. 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 harlequins 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, no qual o cormorão (*Phalacrocorax brasilianus*) foi a espécie mais afetada por causa do seu comportamento de mergulho. Entretanto, não foi possível determinar o grau de impacto na população local, pois não existem estudos anteriores sobre a abundância e a distribuição dessas populações. Esse resultado mostra a necessidade de estudos prévios para a correta avaliação do tempo de recuperação das populações.

D. Conclusão

A variação natural e a enorme gama de fatores que influenciam as estatísticas populacionais de aves tornam difícil avaliar o impacto e a recuperação de um único evento como um vazamento de óleo. Entretanto, existe uma pequena evidência concreta que as aves sofrem efeitos a longo prazo em vazamentos.

Grandes vazamentos de óleo têm o potencial de esgotar populações de aves e uma única colônia de aves marinhas pode desaparecer. Entretanto, 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).

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 e recifes) já possuem tempo de recuperação acima de 10 anos.

A literatura científica apresenta alguns estudos sobre recuperação de populações de aves, entretanto a ausência de estudos prévios na região de estudo dificulta qualquer predição sobre o tempo de recuperação das populações de aves na região. Com isso, levando-se em consideração estudos com outras espécies e em locais temperados, adaptando-se à realidade local, considera-se que o tempo de recuperação para a avifauna na região está entre 3 e 10 anos.

- **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 46 apresenta um resumo das informações apresentadas no item 4.2, mostrando em que categorias de tempo de recuperação os CVAs identificados foram classificados.

TABELA 46 – Tempo de recuperação dos componentes ambientais ao óleo.

Componentes	Tempo de Recuperação	Categoria de Consequência
Costões rochosos	3-10 anos	Considerável
Manguezais	>10 anos	Grave
Praias arenosas (expostas e abrigadas)	3-10 anos	Considerável
Recursos Pesqueiros e Pesca	1-3 anos	Moderada
Tartarugas marinhas	3-10 anos	Considerável
Mamíferos marinhos - cetáceos	3-10 anos	Considerável
Avifauna marinha	3-10 anos	Considerável

4.3. Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Considerando-se os resultados da modelagem de óleo e os componentes ambientais identificados, calculou-se a probabilidade dos componentes ambientais serem atingidos por óleo.

Os resultados da modelagem de óleo utilizados nesse estudo foram extraídos de arquivos no formato shapefile, com valores separados por classes, variando de 1 a 100%, em intervalos de 1 em 1%. Por isso, apenas valores inteiros foram contemplados no cálculo das probabilidades.

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 (3 faixas de volume x 2 cenários sazonais), para que a probabilidade ponderada pela área atingida pudesse ser calculada. Conforme apresentado no item Metodologia, para os componentes Costões Rochosos, Manguezais e Praias Arenosas, por serem considerados CVAs sem mobilidade/costeiros utilizou-se a probabilidade máxima encontrada.

Portanto, nos itens a seguir, serão apresentadas as probabilidades de presença de óleo para cada CVA em determinada faixa de volume (8 m³ - pequeno, 200 m³ - médio e 241.675,5 m³ - pior caso) e cenários sazonais (verão e inverno).

• **Costões Rochosos**

Na Figura 35 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Costões Rochosos, para os três cenários onde houve presença de óleo.

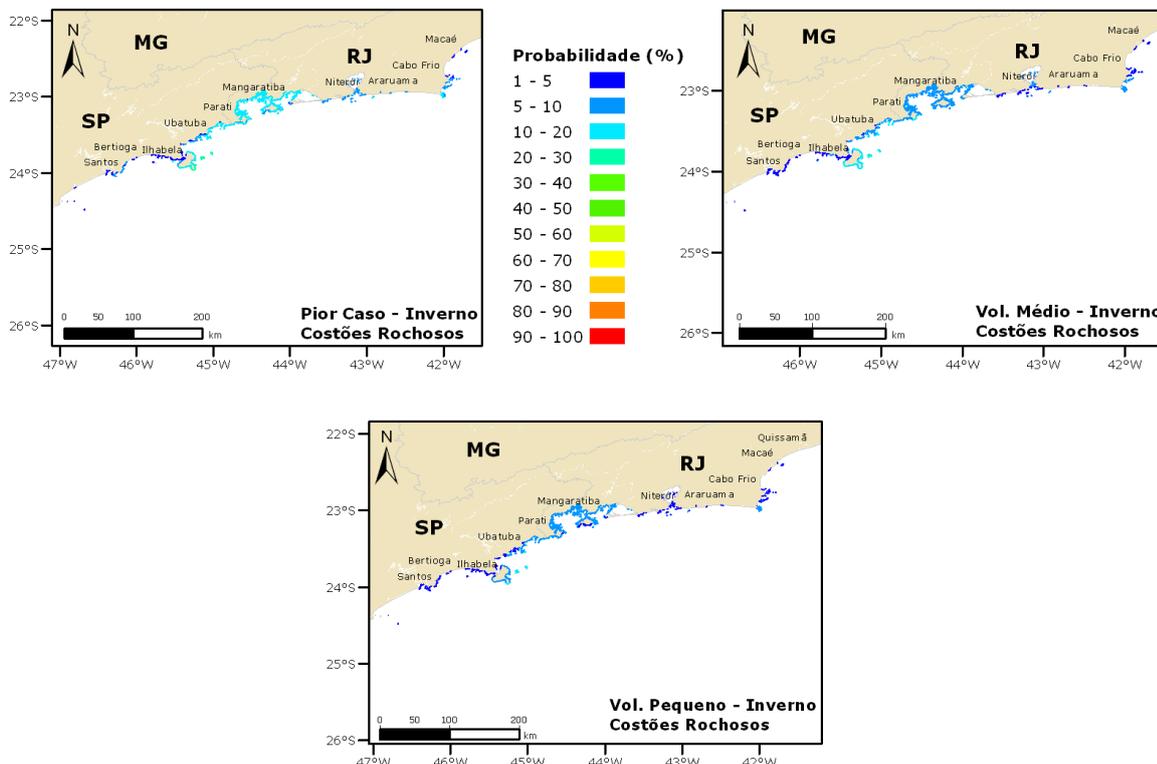


FIGURA 35 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Costões Rochosos, em três cenários simulados (2, 4 e 6).

Na Tabela 47 são apresentados as probabilidades máximas de presença e os tempos mínimos de chegada de óleo encontrados, para cada cenário.

TABELA 47 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Costões Rochosos, em cada cenário.

Costões Rochosos				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	-	-
2	Inverno	8	14	61
3	Verão	200	-	-
4	Inverno	200	21	63
5	Verão	241.675,5	-	-
6	Inverno	241.675,5	25	60

Nos 3 cenários contemplados, percebe-se que a área exposta pela presença de óleo é semelhante, abrangendo a região entre Cabo Frio (RJ) e Peruíbe (SP).

A maior probabilidade e o menor tempo são encontrados no cenário 6 (pior volume, inverno), correspondendo a 25 % e 60 horas, respectivamente.

- **Manguezais**

Na Figura 36 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Manguezais, para os três cenários onde houve presença de óleo.

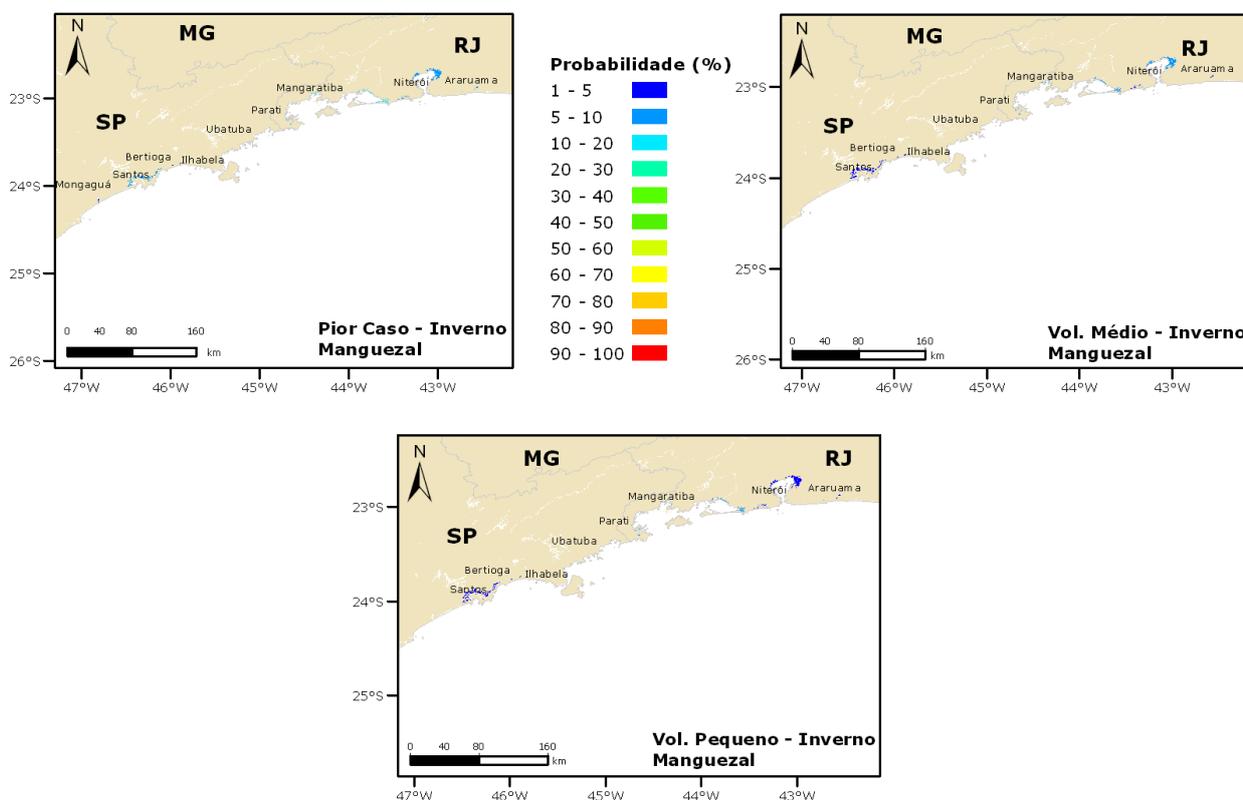


FIGURA 36 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Manguezais, em três cenários simulados (2, 4 e 6).

Na Tabela 48 são apresentados as probabilidades máximas de presença e os tempos mínimos de chegada de óleo encontrados para cada cenário.

TABELA 48 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Manguezais, em cada cenário.

Manguezais				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	-	-

Manguezais				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
2	Inverno	8	10	134
3	Verão	200	-	-
4	Inverno	200	15	133
5	Verão	241.675,5	-	-
6	Inverno	241.675,5	20	129

A área delimitada para o Manguezal compreende regiões estuarinas/de baía, as quais possuem baixas probabilidades de serem atingidas pelo óleo. A máxima probabilidade foi encontrada no cenário 6 (pior caso, inverno), com 20%. Apesar desta probabilidade não ser considerada elevada, deve-se considerar a sensibilidade do ambiente, a qual pode resultar em um valor alto de Tolerabilidade.

O menor tempo de chegada, 129 horas, é encontrado para este mesmo cenário (pior caso, inverno).

- **Praias Arenosas (expostas e abrigadas)**

Na Figura 37 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Praias Arenosas, para os três cenários onde houve presença de óleo.

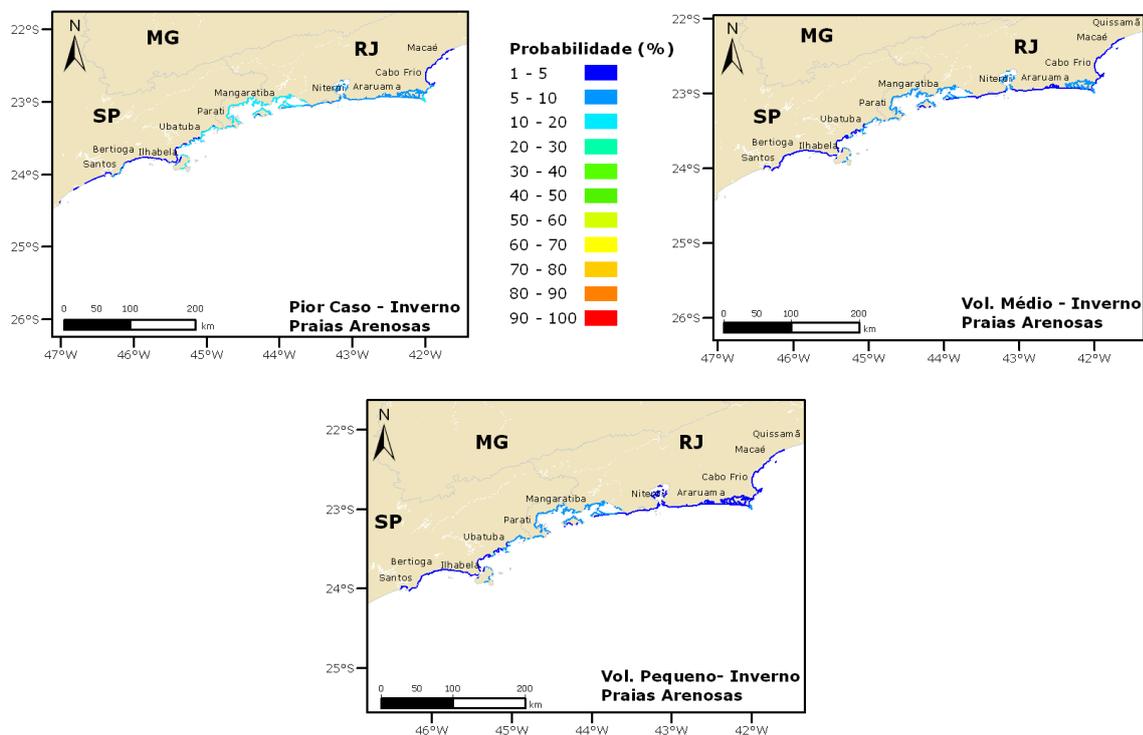


FIGURA 37 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Praias Arenosas, em três cenários simulados (2, 4 e 6).

Na Tabela 49 são apresentados as probabilidades máximas de presença e os tempos mínimos de chegada de óleo encontrados para cada cenário.

TABELA 49 – Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Praias Arenosas, em cada cenário.

Praias Arenosas (expostas e abrigadas)				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	-	-
2	Inverno	8	11	68
3	Verão	200	-	-
4	Inverno	200	18	68
5	Verão	241.675,5	-	-
6	Inverno	241.675,5	23	67

Observa-se uma faixa de probabilidade se estendendo por quase todo o litoral do Rio de Janeiro e São Paulo, com as maiores probabilidades observadas dentro da Baía de Sepetiba e Ilha Grande. A maior dentre as probabilidades máximas foi encontrada no cenário 6 (pior caso, inverno), assim como o menor tempo de chegada de óleo, 23 % e 67 horas, respectivamente.

- **Recursos Pesqueiros e Pesca**

Na Figura 38 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Recursos Pesqueiros e Pesca, para os seis cenários.

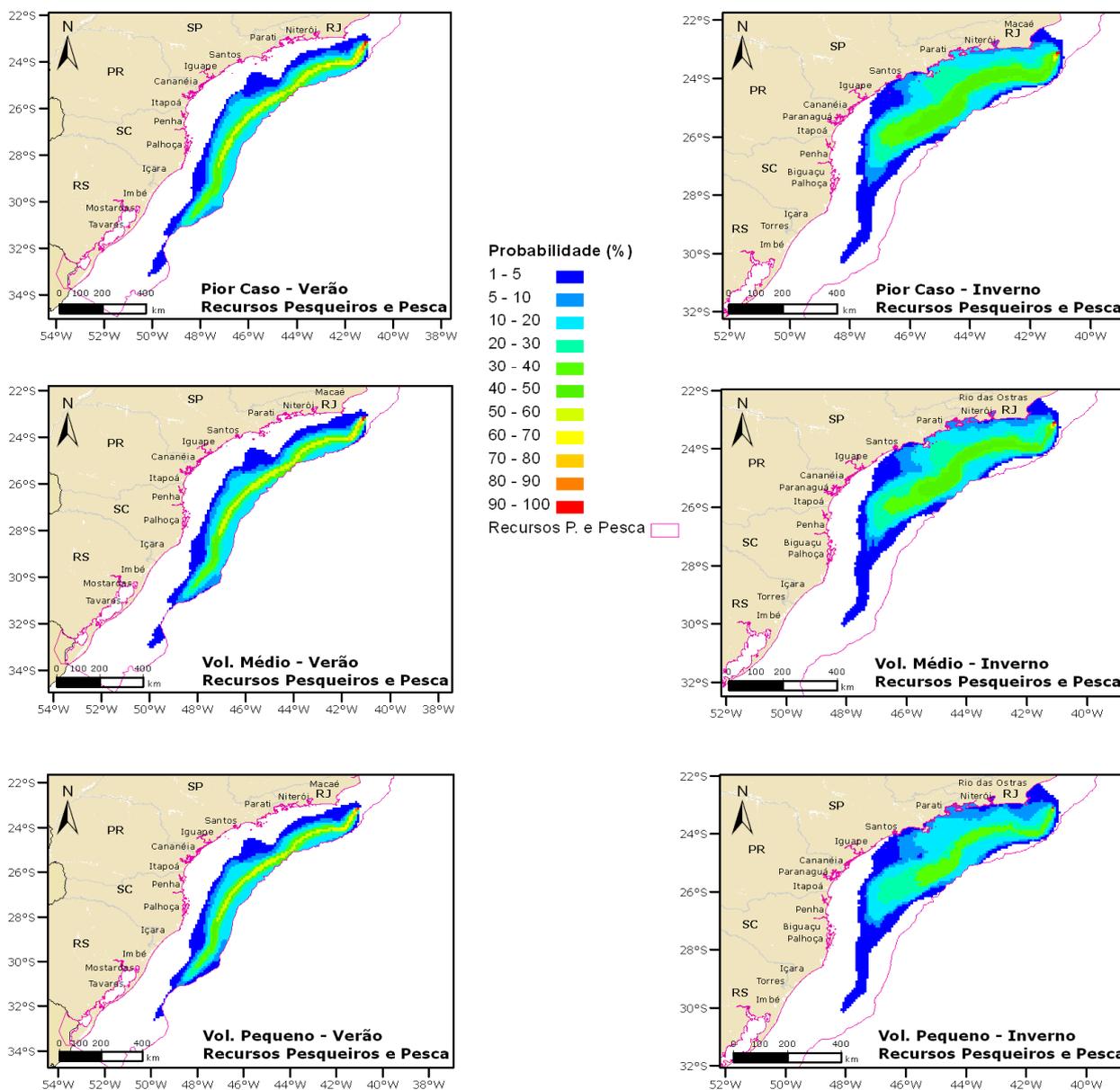


FIGURA 38 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros e Pesca, nos seis cenários simulados.

Na Tabela 50 são apresentados os tempos mínimos de chegada e as probabilidades de presença de óleo, ponderadas pela área atingida, calculada para cada cenário.

TABELA 50 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros e Pesca, em cada cenário.

Recursos Pesqueiros e Pesca				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	18,15	1
2	Inverno	8	13,81	1
3	Verão	200	18,82	1
4	Inverno	200	17,73	1
5	Verão	241.675,5	20,12	1
6	Inverno	241.675,5	19,84	1

A maior probabilidade ponderada é encontrada no cenário 5, com 20,12%. Os tempos mínimos de chegada de óleo encontrados são semelhantes para todos os cenários, 1 hora. Isto ocorre em função do ponto de vazamento, que está localizado dentro do CVA.

Comparando-se os cenários de mesmo volume vazado, observa-se que as maiores probabilidades são encontradas no verão, em decorrência dos cenários de inverno apresentarem uma maior área de baixas probabilidades.

- **Tartarugas Marinhas**

Na Figura 39 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Tartarugas Marinhas, para os seis cenários.

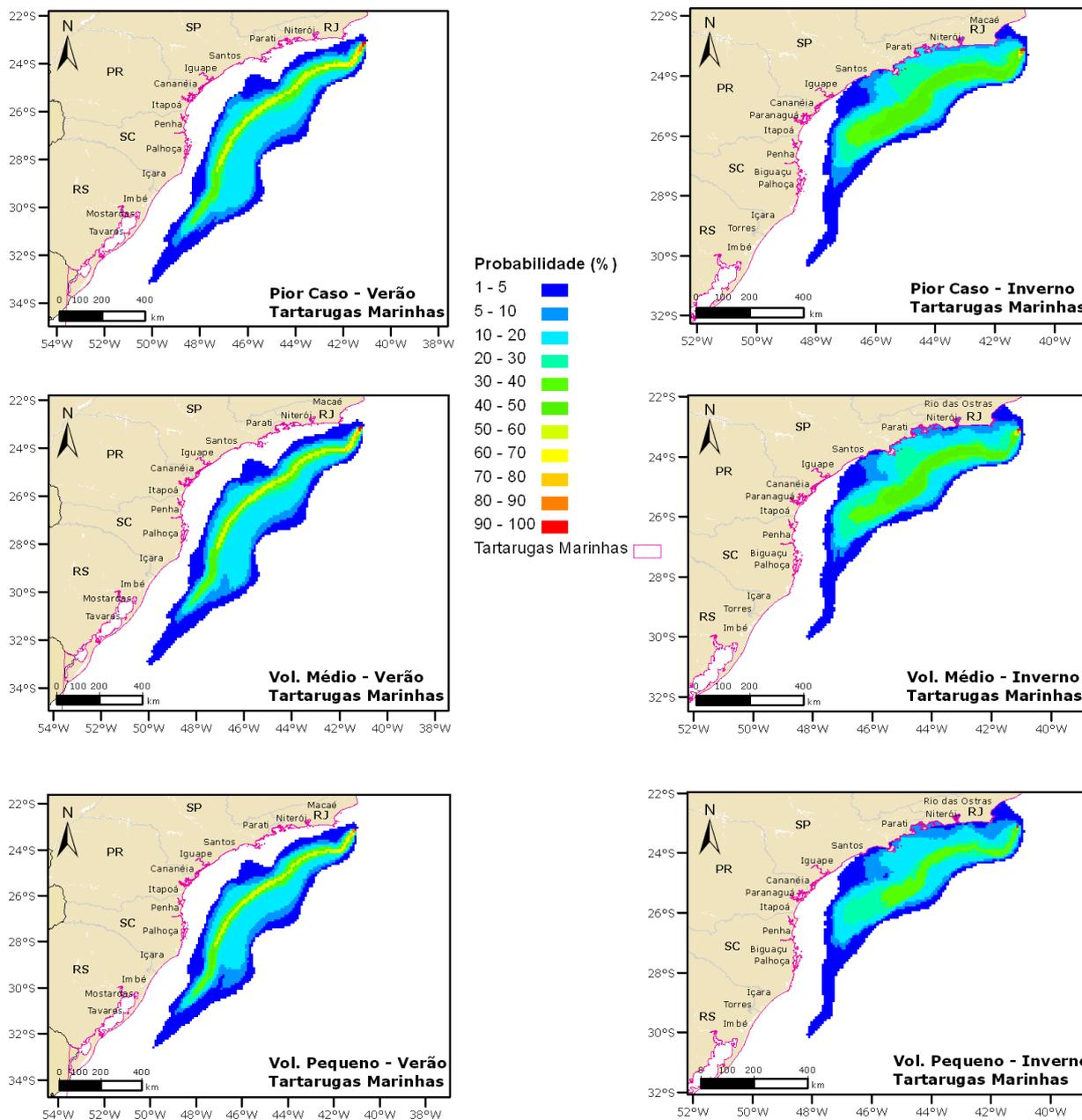


FIGURA 39 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Tartarugas Marinhas, nos seis cenários simulados.

Na Tabela 51 são apresentados os tempos mínimos de chegada e as probabilidades de presença de óleo, ponderada pela área atingida, calculada para cada cenário.

TABELA 51 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Tartarugas Marinhas, em cada cenário.

Tartarugas Marinhas				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	14,31	1
2	Inverno	8	13,55	1
3	Verão	200	14,91	1
4	Inverno	200	17,34	1
5	Verão	241.675,5	16,00	1
6	Inverno	241.675,5	19,42	1

A maior probabilidade ponderada foi calculada para o cenário 6 (piores caso, inverno), com 19,42%.

Assim como observado no CVA de Recursos Pesqueiros e Pesca, o tempo mínimo de chegada de óleo é idêntico em todos os cenários, 1 hora.

- **Mamíferos Marinhos - Cetáceos**

Na Figura 40 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Mamíferos Marinhos – Cetáceos, para os seis cenários.

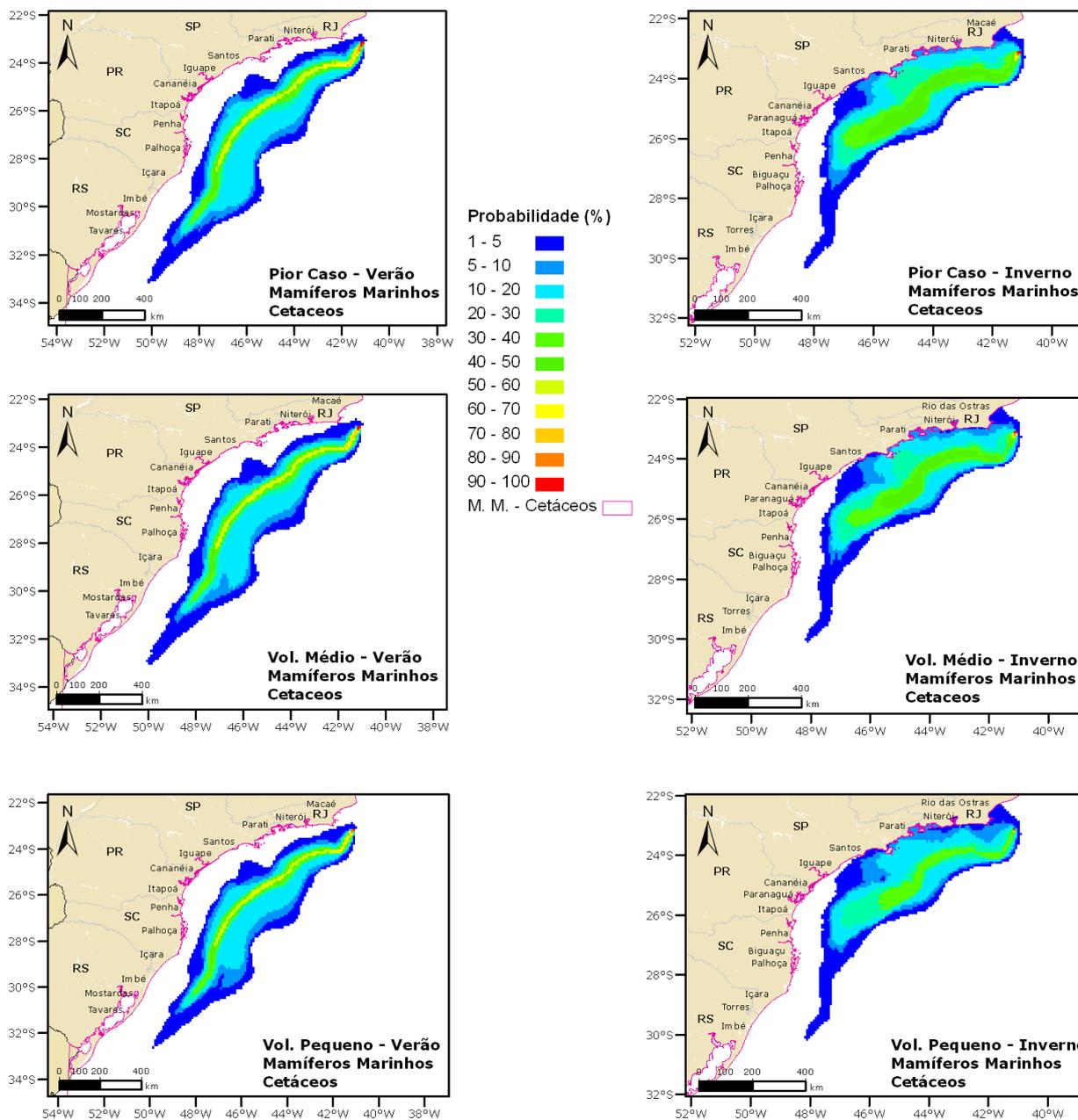


FIGURA 40 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Mamíferos Marinhos – Cetáceos, nos seis cenários simulados.

Na Tabela 52 são apresentados os tempos mínimos de chegada e as probabilidades de presença de óleo, ponderada pela área atingida, calculada para cada cenário.

TABELA 52 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Mamíferos Marinhos – Cetáceos, em cada cenário.

Mamíferos Marinhos - Cetáceos				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	14,31	1
2	Inverno	8	13,55	1
3	Verão	200	14,91	1
4	Inverno	200	17,34	1
5	Verão	241.675,5	16,00	1
6	Inverno	241.675,5	19,42	1

Observa-se que os valores de probabilidade e tempo são iguais aos obtidos para o CVA Tartarugas Marinhas. Sendo justificado pelos CVAs apresentarem uma área comum.

Nota-se que a maior probabilidade de presença de óleo é encontrada para o cenário 6 (pior caso, inverno), com 19,42%. Os tempos mínimos são iguais, de 1 hora, em todos os cenários.

- **Avifauna marinha**

Na Figura 41 são apresentados os resultados referentes ao CVA – Avifauna marinha, para os três cenários onde houve presença de óleo.

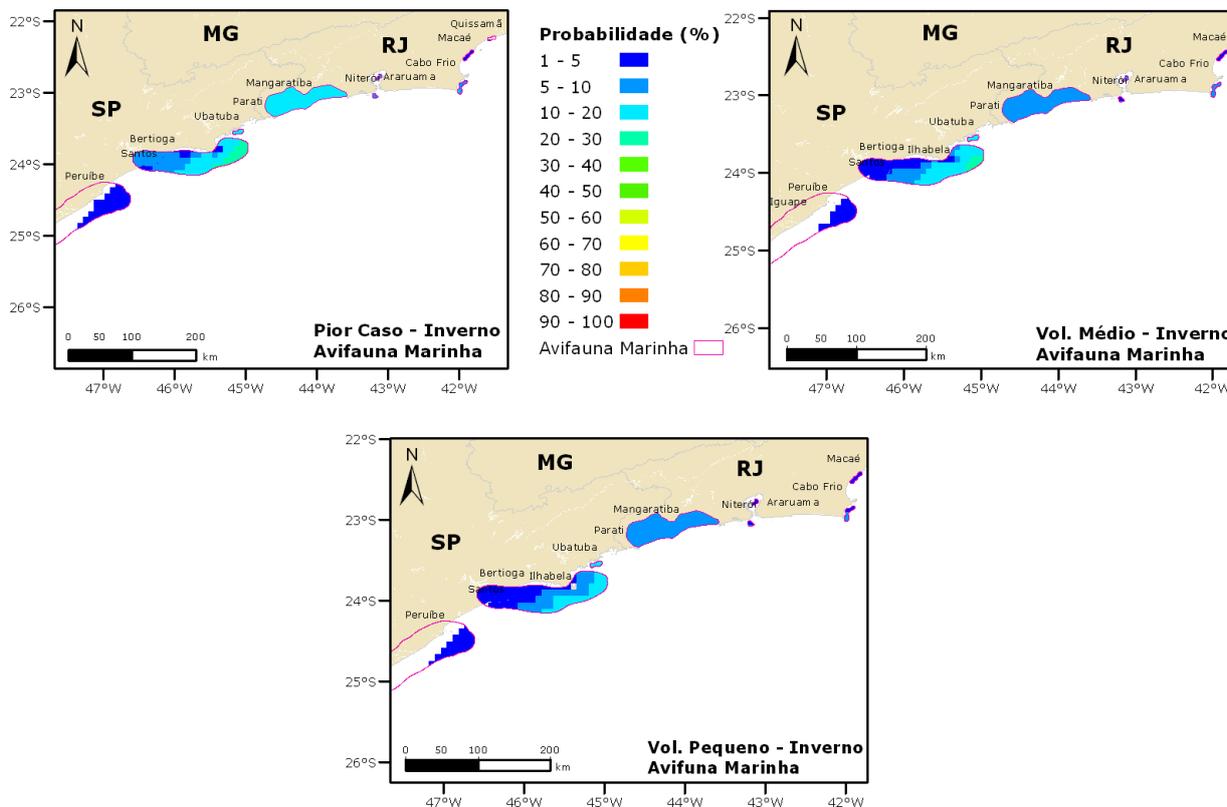


FIGURA 41 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Avifauna marinha, nos três cenários simulados (2, 4 e 6).

Na Tabela 53 são apresentados os tempos mínimos de chegada e as probabilidades de presença de óleo, ponderada pela área atingida, calculada para cada cenário.

TABELA 53 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Avifauna marinha, em cada cenário.

Avifauna marinha				
Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Verão	8	-	-
2	Inverno	8	6,20	61
3	Verão	200	-	-
4	Inverno	200	8,37	63
5	Verão	241.675,5	-	-
6	Inverno	241.675,5	10,53	64

Em todos os cenários onde houve a presença de óleo, as maiores probabilidades são encontradas na região de Ilhabela. A maior probabilidade ponderada foi calculada para o cenário 6 (pior caso, inverno), com 10,53%. O menor tempo de chegada ocorreu no cenário 2 (volume de 8m³, inverno), com 61 horas.

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 as hipóteses acidentais identificadas nas APRs), e nas probabilidades de presença de óleo, em cada CVA, foram calculados, através da fórmula $RA(x) = F_{total-y} \times Prob(x)$, os Riscos Ambientais inerentes a cada CVA, em cada faixa de volume e cenário sazonal, conforme descrito no item Metodologia.

O somatório das frequências encontradas, considerando o volume de óleo vazado, é apresentado na Tabela 54, a seguir. Destaca-se que, tais valores tiveram origem na Tabela 55 (Frequência dos cenários acidentais), item 3.4, mais especificamente na coluna 'Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano-1)'.

TABELA 54 - Somatório das frequências de ocorrência dos cenários acidentais para cada faixa de volume.

Faixa de Volume Vazado (m ³)	≤ 8	>8 - 200	> 200
Somatório da Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	1,23E-02	9,85E-03	4,93E-04

Os valores de Risco Ambiental encontrados por CVA, em cada faixa de volume e cenário sazonal, são apresentados na Tabela xx, a seguir.

TABELA 55 - Risco Ambiental por Componente de Valor Ambiental (CVA), Cenário Sazonal, Volume Vazado e Probabilidade de presença de óleo.

	Cenário	1	2	3	4	5	6
	Cenário Sazonal	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	Volume Vazado (m ³)	8	8	200	200	241.675,5	241.675,5
	Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	1,23E-02	1,23E-02	9,85E-03	9,85E-03	4,93E-04	4,93E-04
Probabilidade de Presença de óleo (%)	Costões Rochosos	0	14	0	21	0	25
	Manguezais	0	10	0	15	0	20
	Praias arenosas (abrigadas e expostas)	0	11	0	18	0	23
	Recursos Pesqueiros e Pesca	18,15	13,81	18,82	17,73	20,12	19,84
	Tartarugas marinhas	14,31	13,55	14,91	17,34	16,00	19,42
	Mamíferos marinhos - Cetáceos	14,31	13,55	14,91	17,34	16,00	19,42
	Avifauna marinha	0	6,20	0	8,37	0	10,53
Risco Ambiental	Costões Rochosos	NA*	1,72E-03	NA*	2,07E-03	NA*	1,23E-04
	Manguezais	NA*	1,23E-03	NA*	1,48E-03	NA*	9,86E-05
	Praias arenosas (abrigadas e expostas)	NA*	1,35E-03	NA*	1,77E-03	NA*	1,13E-04
	Recursos Pesqueiros e Pesca	2,23E-03	1,70E-03	1,85E-03	1,75E-03	9,92E-05	9,78E-05
	Tartarugas marinhas	1,76E-03	1,67E-03	1,47E-03	1,71E-03	7,89E-05	9,58E-05
	Mamíferos marinhos - Cetáceos	1,76E-03	1,67E-03	1,47E-03	1,71E-03	7,89E-05	9,58E-05
	Avifauna marinha	NA*	7,63E-04	NA*	8,25E-04	NA*	5,19E-05

*NA – Não Aplicável, devido à ausência de probabilidade de presença de óleo.

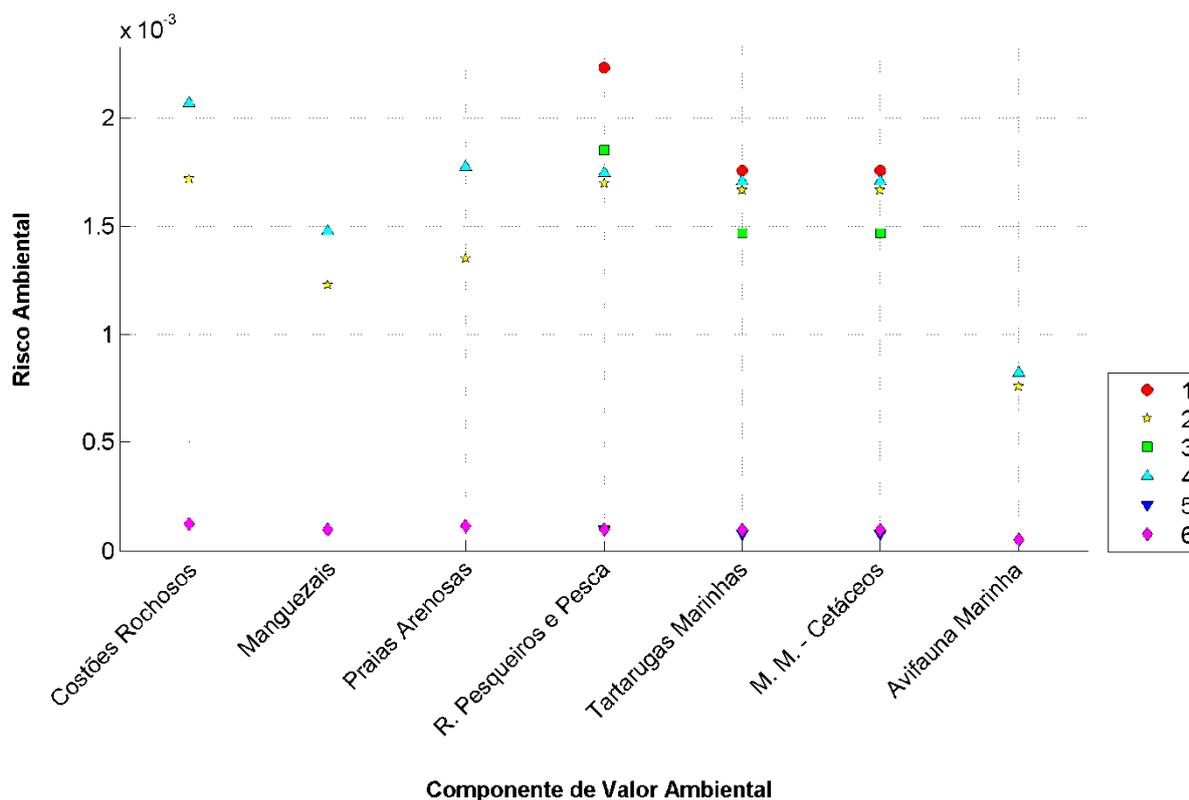
Dentre todos os cenários, o cenário 6 (pior caso, inverno) foi o que apresentou a maior probabilidade, com o máximo de 25% no CVA Costões Rochosos.

Ao se utilizar a probabilidade máxima de presença de óleo nos CVAs considerados sem mobilidade/costeiros, são esperados maiores valores do que os obtidos nas probabilidades ponderadas, o que de fato ocorreu para o CVA de Costões Rochosos. No entanto, nos outros 2 componentes sem mobilidade (Manguezais e Praias Arenosas), observaram-se valores próximos/menores que os CVAs onde foi calculada a probabilidade ponderada.

Os vazamentos de volume pequeno (8 m³), no cenário sazonal de verão, foram os que registraram os maiores valores de Risco Ambiental. No entanto, essa característica só se aplica para os CVAs que apresentaram probabilidade de presença de óleo para esse cenário de vazamento (Recursos Pesqueiros e Pesca, Tartarugas Marinhas e Mamíferos Marinhos - Cetáceos). Nos demais CVAs, o maior valor de Risco Ambiental foi observado no cenário 4 (volume médio, inverno).

O CVA Recursos Pesqueiros e Pesca apresentou o maior valor, $2,23 \times 10^{-3}$, para o cenário de verão, volume pequeno (8m^3), seguido do CVA Costões Rochosos, $2,07 \times 10^{-3}$, para o cenário de inverno, volume médio (200m^3).

Para uma melhor visualização dos resultados, na Figura 42 é apresentado um gráfico do Risco Ambiental por Componente e por cenário de vazamento.



Legenda: Cenários 1 – 8m^3 , verão; 2 - 8m^3 , inverno; 3 - 200m^3 , verão; 4 - 200m^3 , inverno; 5 – $241.675,5 \text{ m}^3$, verão; 6 – $241.675,5 \text{ m}^3$, inverno.

FIGURA 42– Componente de Valor Ambiental, por Risco Ambiental, para cada cenário de vazamento.

A partir da análise da Tabela 55 e da Figura 42 pode-se concluir que os cenários de pequeno (8m^3) e médio (200m^3) volume de óleo, em ambos os cenários sazonais, se destacam dos cenários de pior volume. O CVA Recursos Pesqueiros e Pesca se destaca dos demais pelos maiores valores de Risco, seguido pelo CVA Costões Rochosos. Conforme citado anteriormente o valor máximo de Risco foi observado para Recursos Pesqueiros e Pesca, no cenário 1 ($2,23 \times 10^{-3}$).

Os maiores valores de Risco Ambiental registrados para os vazamentos de 8 m^3 se devem, principalmente, à maior frequência de ocorrência dos cenários acidentais incluídos nesse grupo ($\leq 8 \text{ m}^3$).

6. TOLERABILIDADE DOS RISCOS

A Tolerabilidade dos Riscos Ambientais foi calculada por meio da razão entre o Tempo de Recuperação de cada CVA e o Tempo de Recorrência do dano ambiental (obtido pelo inverso do Risco Ambiental associado a cada faixa de volume vazado em cada cenário sazonal), conforme especificado no item Metodologia. Com esse cálculo é possível estabelecer se o Tempo de Recuperação de um CVA pode ser considerado insignificante quando comparado ao Tempo de Recorrências de vazamentos de determinado volume e cenário sazonal.

Cabe ressaltar que o Termo de Referência nº 021/09 solicita apenas que o Tempo de Recuperação seja classificado em categorias estabelecidas, porém, para o cálculo da Tolerabilidade são necessárias referências numéricas. Sendo assim, foram estabelecidos valores para cada categoria. Para aquelas que possuem definição de extremos, como as de consequência Moderada (1-3 anos) e Considerável (3-10 anos), foi usado o valor médio das faixas estabelecidas. Para a de consequência Grave (> 10 anos) foi considerado o valor de 20 anos.

O resumo com as classes de Tempo de Recuperação determinadas para cada CVA, assim como os valores utilizados nos cálculos de Tolerabilidade são apresentados na Tabela 56.

TABELA 56 - Tempo de Recuperação dos Componentes de Valor Ambiental.

Componente de Valor Ambiental	Classes de Tempo de Recuperação (anos)	Tempo de Recuperação (anos)
Costões Rochosos	> 10	20,0
Manguezais	> 10	20,0
Praias arenosas (expostas e abrigadas)	3 – 10	6,5
Recursos Pesqueiros e Pesca	1 – 3	2,0
Tartarugas marinhas	3 – 10	6,5
Mamíferos marinhos - Cetáceos	3 – 10	6,5
Avifauna marinha	3 – 10	6,5

A Tabela 57 apresenta os resultados referentes à Tolerabilidade aos riscos, para cada CVA, considerando os cenários de vazamento. Apresentam-se também os Tempos de Recorrência de cada evento, por CVA. A Figura 43 apresenta um gráfico da Tolerabilidade por Componente, e por cenário de vazamento.

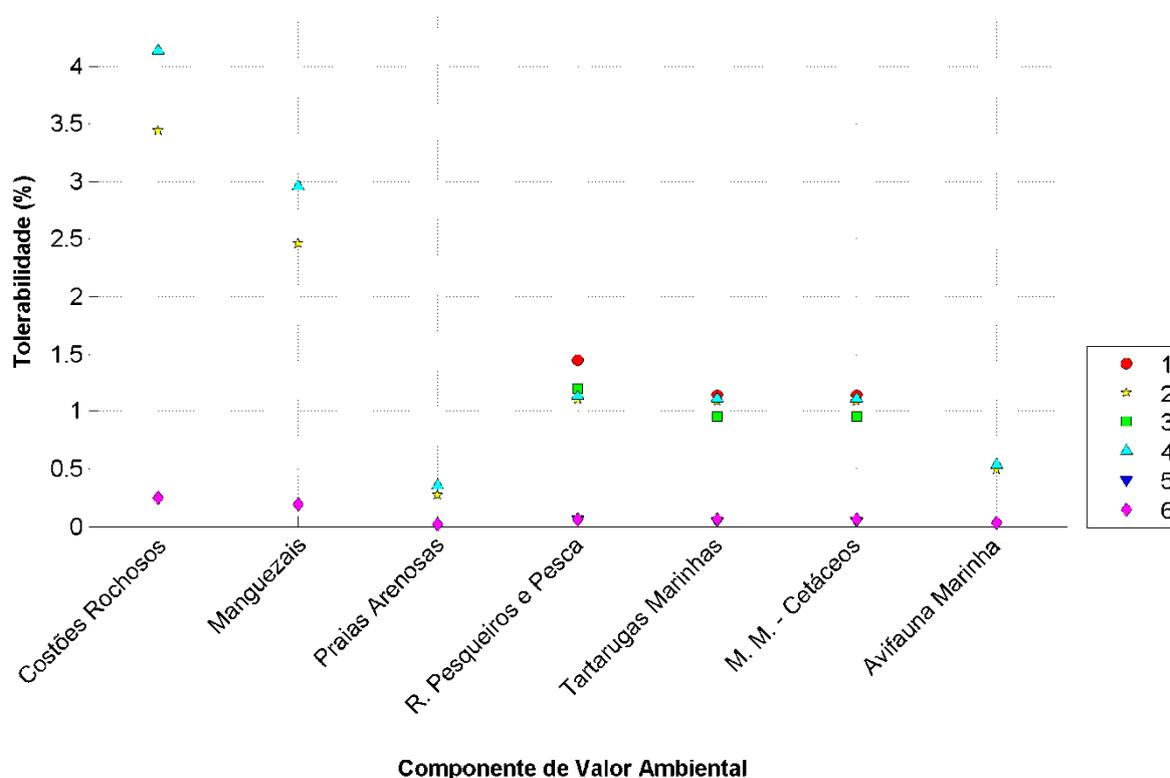
TABELA 57 - Risco Ambiental, Tolerabilidade e Tempo de Recorrência de um evento por Componente de Valor Ambiental (CVA), Cenário Sazonal e Volume vazado.

	Cenário	1	2	3	4	5	6
	Cenário Sazonal	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	Volume Vazado (m ³)	8	8	200	200	241.675,5	241.675,5
	Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	1,23E-02	1,23E-02	9,85E-03	9,85E-03	4,93E-04	4,93E-04
Risco Ambiental	Costões Rochosos	NA*	1,72E-03	NA*	2,07E-03	NA*	1,23E-04
	Manguezais	NA*	1,23E-03	NA*	1,48E-03	NA*	9,86E-05
	Praias arenosas (abrigadas e expostas)	NA*	1,35E-03	NA*	1,77E-03	NA*	1,13E-04
	Recursos Pesqueiros e Pesca	2,23E-03	1,70E-03	1,85E-03	1,75E-03	9,92E-05	9,78E-05
	Tartarugas marinhas	1,76E-03	1,67E-03	1,47E-03	1,71E-03	7,89E-05	9,58E-05
	Mamíferos marinhos - Cetáceos	1,76E-03	1,67E-03	1,47E-03	1,71E-03	7,89E-05	9,58E-05
	Avifauna marinha	NA*	7,63E-04	NA*	8,25E-04	NA*	5,19E-05
Tolerabilidade (%)	Costões Rochosos	NA*	3,45E+00	NA*	4,14E+00	NA*	2,47E-01
	Manguezais	NA*	2,46E+00	NA*	2,96E+00	NA*	1,97E-01
	Praias arenosas (abrigadas e expostas)	NA*	2,71E-01	NA*	3,55E-01	NA*	2,27E-02
	Recursos Pesqueiros e Pesca	1,45E+00	1,10E+00	1,21E+00	1,14E+00	6,45E-02	6,36E-02
	Tartarugas marinhas	1,14E+00	1,08E+00	9,55E-01	1,11E+00	5,13E-02	6,22E-02
	Mamíferos marinhos - Cetáceos	1,14E+00	1,08E+00	9,55E-01	1,11E+00	5,13E-02	6,22E-02
	Avifauna marinha	NA*	4,96E-01	NA*	5,36E-01	NA*	3,37E-02
Tempo de Recorrência (anos)	Costões Rochosos	NA*	580,51	NA*	483,30	NA*	8112,18
	Manguezais	NA*	812,71	NA*	676,62	NA*	10.140,22
	Praias arenosas (abrigadas e expostas)	NA*	738,83	NA*	563,85	NA*	8.817,58
	Recursos Pesqueiros e Pesca	447,77	588,49	539,29	572,44	10.079,74	10.221,99
	Tartarugas marinhas	567,93	599,79	680,71	585,32	12.675,27	10.443,07
	Mamíferos marinhos - Cetáceos	567,93	599,79	680,71	585,32	12.675,27	10.443,07
	Avifauna marinha	NA*	1.310,82	NA*	1.212,59	NA*	19.259,68

*NA – Não Aplicável, devido à ausência de probabilidade de presença de óleo.

Para a definição do Tempo de Recorrência utilizou-se o espaço de tempo entre eventos de vazamento de óleo no mar que, potencialmente, causariam danos a um determinado CVA. Ele é apresentado em anos e corresponde ao inverso do valor do Risco Ambiental.

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.



Legenda: Cenários 1 – 8m³, verão; 2 - 8m³, inverno; 3 - 200m³, verão; 4 - 200m³, inverno; 5 – 241.675,5 m³, verão; 6 – 241.675,5 m³, inverno.

FIGURA 43 – Componente de Valor Ambiental, por Tolerabilidade (%), para cada cenário de vazamento.

Dentre os cenários e CVAs avaliados, observa-se que os maiores valores percentuais de Tolerabilidade referem-se aos vazamentos de pequeno (8m³) e médio (200 m³) volume, no inverno, com o valor máximo sendo registrado para o CVA Costões Rochosos, 4,14%, no cenário 4. A menor Tolerabilidade, 0,023%, foi calculada para o CVA Praias Arenosas, no vazamento de pior caso, inverno. De forma geral, os percentuais de Tolerabilidade concentraram-se abaixo de 1,5%.

O cenário que apresentou o maior valor de Tolerabilidade (Costões Rochosos, 200 m³, no inverno) admite um Tempo de Recorrência de 483,3 anos, sendo 24 vezes maior que o Tempo de Recuperação do CVA envolvido. No entanto, o menor Tempo de Recorrência foi encontrado para o CVA Recursos Pesqueiros e Pesca, 447,77 anos, para um volume pequeno (8m³), cenário de verão. Este valor foi obtido em decorrência do Risco Ambiental observado para este CVA.

Dessa forma, entende-se que o empreendimento e os seus procedimentos de segurança operacional sejam toleráveis ao meio ambiente, mesmo se considerado um vazamento de 200 m³, no inverno.

7. REVISÃO DO ESTUDO E 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.

8. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

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 Análise Preliminar de Riscos fazendo com que os níveis de risco se mantenham toleráveis. Considerando-se que o risco é uma combinação da frequência de ocorrência das hipóteses acidentais e suas respectivas consequências, os procedimentos e medidas que constam num PGR têm 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 SMS, que contemple em seus elementos a identificação e análise de riscos como ferramenta para o planejamento de SMS de uma organização.

8.1. Riscos que estão sendo Gerenciados

Os riscos que estão sendo gerenciados são aqueles inerentes ao projeto e que foram levantados na Análise Preliminar de Riscos. A Tabela 58 relaciona cada uma das hipóteses acidentais com seus respectivos riscos avaliados e medidas preventivas/mitigadoras associadas.

8.1. Riscos que estão sendo Gerenciados

Os riscos que estão sendo gerenciados são aqueles inerentes ao projeto e que foram levantados na Análise Preliminar de Riscos. A Tabela 58 relaciona cada uma das hipóteses acidentais com seus respectivos riscos avaliados e medidas preventivas/mitigadoras associadas.

TABELA 58 – Riscos avaliados e recomendações associadas

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO		
HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
01	Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R5) Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
02	Risco médio de ocorrência de média liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R5) Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
03	Risco médio de ocorrência de grande liberação de óleo cru na alimentação do FPSO OSX-3 devido a vazamentos em <i>riser</i> , tubulações, flanges, conexões ou válvulas.	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R5) Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
04	<p>Risco médio de ocorrência de pequena liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
05	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
06	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de óleo cru devido a vazamentos em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas no sistema de processamento de óleo cru.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
07	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de água de produção devido à ruptura do tanque.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O2) O tanque <i>offspec</i> está localizado em área onde não há operações com embarcações.</p>
08	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPOTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
09	<p>Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
10	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de óleo cru a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
11	<p>Risco médio de ocorrência de pequena liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (R6) Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. (R7) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru. (R8) Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite. (R9) Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPOTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
12	<p>Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R6) Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>(R7) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru.</p> <p>(R8) Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite.</p> <p>(R9) Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.</p>
13	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de óleo cru durante a transferência para o navio aliviador devido a vazamento em mangotes, conexões, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R6) Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>(R7) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru.</p> <p>(R8) Não iniciar a transferência óleo cru durante a noite.</p> <p>(R9) Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas.</p>
14	<p>Risco médio de ocorrência de pequena liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O3) O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPOTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
15	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O3) O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.</p>
16	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O3) O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.</p>
17	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
18	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de condensado devido a vazamento em vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
19	<p>Risco médio de ocorrência de pequena liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
20	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
21	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de gás combustível devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
22	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na Injeção de gás / <i>gas-lift</i>.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
23	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i></p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
24	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de gás devido a vazamento em compressores, vasos, permutadores, tubulações, flanges, conexões ou válvulas na injeção de gás / <i>gas-lift</i>.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
25	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de <i>flare</i>.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R10) Seguir procedimento operacional específico para gerenciamento de emergência envolvendo cenários de vazamentos de H₂S.</p>
26	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de gás ácido devido a vazamento em tubulações, vasos, válvulas, flanges ou acessórios do sistema de <i>flare</i>.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R10) Seguir procedimento operacional específico para gerenciamento de emergência envolvendo cenários de vazamentos de H₂S.</p>
27	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO		
HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
28	Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de efluente oleoso devido a vazamento em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.
29	Risco baixo de ocorrência de grande liberação de efluente oleoso à ruptura em tanque do Sistema de Drenagem do FPSO OSX-3.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.
30	Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do sistema de injeção de produtos químicos.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
31	Risco baixo de ocorrência de média liberação de fluido inflamável, tóxico e corrosivo em tanques, bombas, tubulações, válvulas ou acessórios do sistema de utilidades.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
32	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
33	<p>Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
34	<p>Risco baixo de ocorrência de grande liberação de óleo diesel a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
35	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
36	<p>Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo lubrificante a partir dos tanques de estocagem do FPSO OSX-3 devido a vazamento em tanques, tubulações, válvulas ou acessórios.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
37	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de óleo (cru, diesel e lubrificante) devido ao afundamento do FPSO.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
38	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
39	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do Poço devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
40	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do poço satélite devido a vazamento em riser, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
41	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de óleo cru na alimentação das WHP-2 e WHP-4 a partir do poço satélite devido a vazamento em <i>riser</i>, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
42	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
43	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de óleo cru devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas do <i>Manifold</i> de Teste / <i>Manifold</i> de Produção / Lançadores de <i>Pig</i> das WHPs.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(O1) Todas as áreas críticas das unidades são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.</p>
44	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em tubulações, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O4) O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
45	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de gás do sistema de <i>gas-lift</i> devido a vazamento em <i>riser</i>, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O4) O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.</p>
46	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de gás do sistema de <i>gas lift</i> devido a vazamento em <i>riser</i>, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(O4) O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.</p>
47	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i>, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
48	<p>Risco médio de ocorrência de média liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i>, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>
49	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de gás de injeção devido a vazamento em <i>riser</i>, tubulações, flanges, conexões ou válvulas.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO		
HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
50	Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.
51	Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo diesel devido a vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas do Sistema de Estocagem e Circulação de óleo diesel das WHPs.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. (O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.
52	Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de produtos químicos devido à ruptura em tanques de estocagem.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
53	Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
54	Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
55	<p>Risco médio de ocorrência de grande liberação de óleo cru associada à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante as operações de <i>workover</i> no poço.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
56	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo diesel durante a sua transferência do barco de apoio para o FPSO OSX-3, WHP-2 e WHP-4.</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>(R11) Durante operação de transferência de óleo diesel, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do barco de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>(R12) Seguir procedimento operacional para transferência de óleo diesel.</p> <p>(R13) Não transferir óleo diesel durante à noite, ou em condições de mar adversas.</p>
57	<p>Risco baixo de ocorrência de pequena liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>
58	<p>Risco baixo de ocorrência de média liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO).</p>	<p>(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</p> <p>(R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).</p> <p>(R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>(R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO		
HIPÓTESE ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
59	Risco baixo de ocorrência de grande liberação de óleo diesel durante o seu transporte no barco de apoio até as unidades de produção (WHPs e FPSO)	(R1) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. (R2) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.). (R3) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. (R4) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.

Apresenta-se a seguir na Tabela 59 o item do Programa de Gerenciamento de Riscos relacionado a cada uma das medidas de gerenciamento de riscos, as quais correspondem às recomendações oriundas da APR.

Tabela 59 – Medidas de gerenciamento de riscos/item relacionado

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
R1	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.	Inspeção Periódica/Manutenção
R2	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, etc.).	Inspeção Periódica/Manutenção
R3	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	Capacitação Técnica
R4	Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	Capacitação Técnica
R5	Seguir procedimento operacional de comparação de vazão de produção da WHP com vazão de recebimento do FPSO.	Capacitação Técnica
R6	Durante operação de transferência de óleo cru, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do Navio Aliviador, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.	Capacitação Técnica
R7	Seguir procedimento operacional para transferência de óleo cru.	Capacitação Técnica
R8	Não transferir óleo cru durante a noite.	Capacitação Técnica
R9	Não efetuar atracação do navio aliviador à noite ou em condições de mar adversas	Capacitação Técnica
R10	Seguir procedimento operacional específico para gerenciamento de emergência envolvendo cenários de vazamentos de H ₂ S.	Capacitação Técnica
R11	Durante operação de transferência de óleo diesel, manter comunicação com rádio entre o operador da Unidade e do barco de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.	Capacitação Técnica
R12	Seguir procedimento operacional para transferência de óleo diesel.	Capacitação Técnica
R13	Não transferir óleo diesel durante à noite, ou em condições de mar adversas.	Capacitação Técnica

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
O1	(O1) Todas as áreas críticas das unidades de produção são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.	-
O2	O tanque <i>offspec</i> está localizado em área onde não há operações com embarcações.	-
O3	O sistema de <i>flare</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás.	-
O4	O sistema de <i>vent</i> da unidade é dimensionado para aliviar todo o inventário de gás contido na WHP.	-

8.2. Procedimentos e Ações Necessárias para o Correto Gerenciamento

Os procedimentos e ações necessárias para o correto gerenciamento dos riscos fazem parte dos elementos de gestão de HSE (*Health, Safety e Environment*) da atividade e apresentam como objetivo a redução dos riscos levantados na APR.

Os itens a seguir descrevem os procedimentos e ações adotadas nesta atividade, visando o controle contínuo dos riscos previamente identificados para a atividade de produção de petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40.

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 OSX para a unidade de produção WHP-2 e WHP-4 e FPSO OSX-3:

8.3. Plano de Gerenciamento de Riscos da OSX

A seguir apresentam-se as linhas de Gestão a serem implementadas pela OSX em seu Sistema de Gestão da Segurança Operacional (SGSO), diretamente relacionados com o Plano de Gerenciamento de Riscos – PGR da OGX.

➤ **Cultura de Segurança, Compromisso e Responsabilidade Gerencial**

O Operador da Instalação deverá estabelecer e divulgar os valores e a política de Segurança Operacional para o pessoal envolvido nas atividades da Instalação, além de estabelecer a estrutura organizacional de gerenciamento da instalação no que concerne a Segurança Operacional.

Definirá também o sistema de comunicação para a força de trabalho visando informá-la sobre a política, valores, metas e planos para alcançar o desempenho estabelecido para a segurança operacional da instalação, estabelecendo mecanismos de comunicação recíproca e contínua entre a Gerência da Instalação e a força de trabalho.

O Operador da Instalação deverá planejar e prover os recursos necessários para a implementação e o funcionamento do sistema de gerenciamento da segurança operacional e para atendimento dos demais requisitos estabelecidos neste Regulamento Técnico.

➤ **Envolvimento do Pessoal**

O Operador da Instalação será responsável por estabelecer condições para que haja participação da força de trabalho no desenvolvimento, implementação e revisão periódica do sistema de gerenciamento da segurança operacional de maneira abrangente.

Promover atividades de conscientização e informação relacionadas com a segurança operacional, bem como propiciar oportunidades para participação de toda a força de trabalho na medida de seu envolvimento.

➤ **Qualificação, Treinamento e Desempenho do Pessoal**

O Operador definirá a estrutura organizacional da Instalação, estabelecendo a classificação de funções e as tarefas afetas ao cargo ocupado. Baseado na classificação de funções estabelecida para a Instalação, o Operador identificará os níveis de treinamento, competência, habilidade e conhecimento específicos para a função, que habilitam o empregado a executar as tarefas afetas ao cargo por ele ocupado. Deverão ser enfatizadas as funções e tarefas consideradas perigosas ou que possam gerar impacto na Segurança Operacional e nos Elementos Críticos de Segurança Operacional.

O Operador da Instalação será responsável por estabelecer os requisitos de treinamento para que seus empregados estejam aptos a realizar as tarefas afetas ao cargo ocupado, além de dimensionar o programa de treinamento de acordo com a classificação de funções e as tarefas afetas ao cargo, garantindo que as contratadas estabeleçam os requisitos de treinamento e dimensionem os respectivos programas conforme estabelecido pelo plano de treinamentos necessários.

Estabelecer a qualificação e o treinamento necessários à realização das atividades previstas nos procedimentos operacionais, através da implementação de treinamentos modulares:

➤ **Treinamento de Conscientização**

Necessário para toda a força de trabalho, bem como para visitantes, sempre que houver ingresso em instalações cobertas por este Regulamento Técnico. Necessário para toda a força de trabalho, bem como para visitantes, sempre que houver ingresso em instalações cobertas por este Regulamento Técnico.

➤ **Treinamento Geral**

Necessário para a força de trabalho designada para realizar operações, inspeções, manutenções e atividades de engenharia de forma rotineira. Esse treinamento deverá ser conduzido como parte da implantação do sistema de gerenciamento de segurança operacional e com reciclagem periódica.

➤ **Treinamento Especializado**

Necessário para a força de trabalho designada para realizar atividades específicas relacionadas a este Regulamento Técnico. Esse treinamento deverá ser conduzido como parte da implantação do sistema de gerenciamento de segurança operacional e com reciclagem periódica.

➤ **Registro e Verificação dos Treinamentos**

O operador deverá manter evidência de que a força de trabalho tenha recebido treinamento adequado ao exercício de suas funções, e criará meios para verificar, periodicamente, o cumprimento desse requisito.

➤ **Ambiente de Trabalho e Fatores Humanos**

Analisar os aspectos de ambiente de trabalho considerando os fatores humanos em todas as fases do ciclo de vida da Instalação e de seus sistemas, estruturas e equipamentos. Nas fases de projeto, construção, instalação e desativação, deverão ser identificados e considerados códigos e padrões relativos aos aspectos de ambiente de trabalho e de fatores humanos.

Durante a fase de operação, deverá ser promovida a conscientização da força de trabalho envolvida na operação e na manutenção, relativa às situações e condições que possam provocar incidentes.

➤ **Seleção, Controle e Gerenciamento de Contratadas**

O Operador da Instalação deverá estabelecer critérios para seleção e avaliação de desempenho de contratadas, de acordo com o risco das atividades a serem realizadas, que considerem aspectos de segurança operacional, além de estabelecer as responsabilidades das contratadas relativas à Segurança Operacional.

Para isso deverá garantir que todas as contratadas que prestam serviços à Instalação:

- Tenham empregados capacitados quanto às Práticas de Trabalho Seguro da Instalação;
- Tenham empregados periodicamente instruídos a respeito dos perigos existentes na Instalação relacionados com os trabalhos por eles executados, principalmente incêndios, explosões e liberação de substâncias tóxicas;
- Tenham empregados capacitados a exercer suas responsabilidades a respeito do Plano de Emergência da Instalação; e
- Comuniquem ao Operador da Instalação qualquer perigo identificado na Instalação.

Deverão ser mantidas evidências de que os empregados da contratada tenham recebido treinamento adequado ao exercício de suas funções de maneira segura.

➤ **Monitoramento e Melhoria Contínua do Desempenho**

O Operador da Instalação terá como atribuição estabelecer os objetivos e metas da Segurança Operacional para verificar o seu desempenho, definindo um conjunto de indicadores de desempenho, pró-ativos (que

permitam avaliar as condições que possam dar início ou contribuir para ocorrência de acidentes operacionais) e reativos, da Segurança Operacional.

Cabe a ele também estabelecer revisões regulares do desempenho estabelecido para a Segurança Operacional, além de um sistema de ações corretivas e preventivas quando constatado desempenho insuficiente. O Operador da Instalação será responsável por estabelecer e manter procedimentos documentados para monitorar e medir, regularmente, as características principais de suas operações e atividades que possam causar incidentes. Tais procedimentos devem incluir o registro de informações para acompanhar o desempenho, controles operacionais pertinentes e a conformidade com as metas de segurança das instalações, além de estabelecer meios para avaliação periódica do atendimento à legislação e regulamentos de segurança pertinentes.

➤ **Sistema de Auditorias**

O Operador da Instalação se responsabilizará pela elaboração de planos de auditoria, aplicáveis às especificidades das diferentes fases do Ciclo de Vida da Instalação e definirá as equipes de auditoria. Os planos das Auditorias deverão ser elaborados de forma a considerar as práticas de gestão aplicáveis à fase do ciclo de vida em que se encontra a Instalação durante uma determinada auditoria.

O plano de auditoria deverá apresentar as áreas e atividades a serem auditadas, e poderá considerar a execução em apenas parte das instalações de um Operador, desde que, ao final de um ciclo de auditorias, todas as instalações deste operador tenham sido consideradas. Informações sobre auditorias anteriores, avaliações de desempenho, investigações de acidentes e o risco de acidentes serão consideradas na elaboração dos planos de auditoria e poderão ser utilizadas na definição do ciclo de auditorias.

A composição da equipe de auditoria será especificada, considerando:

- O Plano de Auditoria;
- O tamanho e complexidade da Instalação;
- Os elementos críticos para a segurança operacional;
- A designação de um auditor líder, que seja independente do objeto da auditoria.

O Operador da Instalação se responsabilizará pela execução das auditorias, utilizando métodos apropriados (revisão de documentos de bordo, listas de verificação, observações de campo e entrevistas), observando os prazos estabelecidos para execução e as informações que deverão constar dos relatórios a serem elaborados pela equipe de auditores.

O Operador da Instalação deverá elaborar o plano de ação para o tratamento das não-conformidades apontadas no relatório de auditoria, que deverá conter as ações corretivas e preventivas, bem como os prazos e a designação do(s) setor(es) ou funcionário(s) responsável(is) pela implementação das mesmas. As ações e respectivos prazos deverão ser compatíveis com os riscos envolvidos. O plano de ação para o tratamento das não-conformidades apontadas pelo relatório de auditoria, a implementação das ações e o acompanhamento são de responsabilidade do Operador da Instalação, que divulgará as ações em andamento à força de trabalho envolvida na atividade ou prática de gestão auditada.

➤ **Gestão da Informação e da Documentação**

Cabe ao Operador da Instalação desenvolver um sistema de controle de documentação que considere o desenvolvimento, atualização, distribuição, controle e integridade das informações e de toda documentação necessária ao atendimento deste Regulamento Técnico. O Operador da Instalação terá como atribuição garantir o acesso adequado do pessoal às informações e à documentação da Instalação que sejam afetas a este Regulamento Técnico, considerando as necessidades de trabalho e de treinamento de cada um.

➤ **Investigação de Incidentes**

O Operador da Instalação elaborará um procedimento para condução da investigação de incidentes com conseqüências adversas para a Segurança Operacional.

Os procedimentos de investigação deverão incluir:

- Dimensionamento e composição da equipe de investigação;
- Critérios para condução da investigação no local do incidente, observando a necessidade de preservar as evidências físicas, a programação e execução de entrevistas e a necessidade de coletar e identificar os documentos, dados e registros apropriados.

A investigação de incidentes deverá ser conduzida com estrita observância das imposições legais.

O Operador da Instalação será o responsável pela execução das investigações de incidentes, de acordo com os procedimentos previamente estabelecidos conforme descrito acima, mobilizando prontamente a equipe, estabelecendo a metodologia e responsabilizando-se pelo conteúdo do relatório a ser emitido pela equipe de investigação.

A equipe de investigadores deverá elaborar o relatório de investigação do incidente, que deverá conter, além do disposto na legislação pertinente, as informações consideradas relevantes para posterior implementação de ações que visem impedir ou minimizar a possibilidade de recorrência do mesmo.

O Operador da Instalação será responsável por estabelecer, documentar e implementar as ações preventivas e corretivas necessárias, com base nas medidas apontadas no relatório de investigação. Os prazos para implementação deverão ser compatíveis com a complexidade das ações e riscos envolvidos.

➤ **Projeto, Construção, Instalação e Desativação**

O Operador da Instalação deverá atender aos critérios de projeto e considerar as normas, os padrões da indústria e boas práticas de engenharia no planejamento do projeto e de Segurança Operacional, construção, instalação e desativação da Instalação.

O Operador da Instalação deverá estabelecer um sistema de forma que:

- Todos os aspectos que possam introduzir riscos à Segurança Operacional sejam devidamente considerados no projeto da Instalação e em suas revisões subseqüentes nas fases de projeto, construção, instalação e desativação;
- Fatores humanos e relativos ao ambiente de trabalho sejam levados em consideração na fase de projeto da Instalação e em suas revisões subseqüentes nas fases de projeto, construção, instalação e desativação;
- Sejam estabelecidos meios de alteração de projeto quando da identificação, durante as fases de construção e instalação, de aspectos que possam introduzir riscos à Segurança Operacional.

➤ **Elementos Críticos de Segurança Operacional**

O Operador da Instalação identificará e descreverá as características essenciais e as funções dos Elementos Críticos de Segurança Operacional, os quais são classificados em três categorias:

- Equipamentos Críticos de Segurança Operacional;
- Sistemas Críticos de Segurança Operacional; e
- Procedimentos Críticos de Segurança Operacional.

Os elementos são considerados críticos quando essenciais para a prevenção ou mitigação ou que, em caso de falha, possam provocar um acidente operacional. O Operador da Instalação estabelecerá procedimentos de contingência e definirá um sistema de aprovação e de controle dos mesmos, a ser utilizado quando Equipamentos ou Sistemas Críticos de Segurança Operacional estejam em condições degradadas ou fora de operação.

Tais procedimentos estabelecerão medidas temporárias que possam suprir a falta de Equipamentos ou Sistemas Críticos de Segurança Operacional, devido à falha, degradação ou fora de operação. Tais medidas deverão incluir, quando aplicável:

- Implantação de controles alternativos equivalentes;
- Redução e limitação da produção; e
- Isolamento e parada de equipamentos, sistemas, instalações.

➤ **Identificação e Análise de Riscos.**

O Operador da Instalação se responsabilizará pela identificação e análise qualitativa ou quantitativa dos riscos, conforme aplicável, com o propósito de recomendar ações para controlar e reduzir incidentes que comprometam a segurança operacional.

A metodologia para identificação e análise de riscos deve:

- Ser definida em seu escopo;

- Considerar os Elementos Críticos de Segurança Operacional;
- Considerar outras análises de riscos na Instalação ou em outras Instalações similares;
- Considerar a análise histórica de incidentes ocorridos na Instalação ou em outras Instalações similares;
- Considerar layout, fatores humanos e causas externas, conforme aplicável;
- Classificar os riscos identificados; e
- Identificar as ações necessárias para mitigação e prevenção dos riscos.

A identificação e análise de riscos devem ser desempenhadas por uma equipe multidisciplinar. O número de pessoas envolvidas e as características de experiência destas pessoas devem ser determinados pela dimensão e complexidade da atividade, instalação, operação ou empreendimento a ser analisado.

Os relatórios de identificação e análise de riscos deverão estar disponíveis para consulta durante a realização de auditorias, inspeções ou verificações da Instalação. O Operador da Instalação será responsável pela implementação das ações corretivas referentes às recomendações contidas nas análises de riscos. Quando aplicável, deve indicar a necessidade de revisão da lista de Elementos Críticos de Segurança Operacional.

➤ **Integridade Mecânica**

O Operador da Instalação terá como atribuição estabelecer planos e procedimentos para inspeção, teste e manutenção, a fim de buscar a integridade mecânica dos seus sistemas, estruturas, Equipamentos e Sistemas Críticos de Segurança Operacional. Tal documentação deverá estar alinhada com recomendações dos fabricantes, normas, padrões e boas práticas de engenharia.

Estabelecer procedimentos de inspeção, teste e manutenção que contenham instruções claras para condução segura das atividades, documentando todas as atividades relacionadas com integridade mecânica desenvolvidas a bordo. Deverá também, assegurar que os procedimentos operacionais, manuais ou qualquer outro documento referente à Instalação, aos seus sistemas, estruturas e equipamentos estejam acessíveis ao pessoal de manutenção (empregados ou contratados), quando aplicáveis.

O controle das atividades deverá criar procedimentos visando garantir que todos os Equipamentos e Sistemas Críticos de Segurança Operacional estejam cobertos pelos planos de inspeção, teste e manutenção, sendo que qualquer desvio das especificações de projeto deve ser abordada através dos requisitos da prática de gestão de Gerenciamento de Mudanças.

O monitoramento e Avaliação de Resultados deverá ser realizado pelo operador da Instalação através do gerenciamento dos resultados das inspeções e testes.

➤ **Planejamento e Gerenciamento de Grandes Emergências;**

O Operador da Instalação será responsável por preparar, documentar e estabelecer o Plano de Emergência da Instalação, que deverá conter os procedimentos de preparação e de resposta a emergências. O Plano de Emergência da Instalação poderá ser complementado com recursos e estrutura de resposta disponível em

outra locação. O plano deverá indicar como estruturas e recursos compartilhados serão acionados, independentemente de pertencerem ao próprio operador ou a terceiros.

Estabelecer um programa de treinamento que contemple os membros da equipe de resposta à emergência. Todas as demais pessoas expostas aos cenários acidentais deverão receber, no mínimo, treinamento quanto aos procedimentos de alarme e evacuação. Deverão ser considerados requisitos de códigos e normas internacionais de resposta à emergência, bem como as práticas adotadas por outras regulamentações aplicáveis no Brasil.

O Plano deve também contemplar:

- Identificação da Instalação e responsável legal;
- Descrição dos acessos à Instalação;
- Cenários acidentais;
- Sistemas de alerta;
- Comunicação do acidente;
- Estrutura organizacional de resposta;
- Procedimentos para resposta;
- Equipamentos e materiais de resposta; e
- Procedimento para acionamento de recursos e estruturas de resposta complementares, quando aplicável.

Os Cenários acidentais decorrentes da hipótese acidental “vazamento de óleo” poderão ser tratados somente em plano de emergência específico, tais como o “SOPEP - *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan*” e/ou outro Plano de Emergência definido por outro regulamento específico.

O Operador da Instalação será responsável por identificar todos os recursos de resposta, incluindo os sistemas e equipamentos de emergência, bem como as empresas contratadas prestadoras de serviços de apoio na resposta a emergência, certificando-se de sua adequação e disponibilidade. Também deverá estabelecer sistemas confiáveis e eficazes de comunicação e alarme, bem como procedimentos de comunicação interna e externa, incluindo agências reguladoras e demais autoridades governamentais competentes.

O Operador da Instalação será responsável por realizar exercícios simulados periódicos abrangendo todos os cenários previstos no Plano de Emergência. Os exercícios simulados devem ser:

- Coordenados com todas as organizações e autoridades reguladoras, quando aplicável;
- Analisados de forma a verificar a necessidade de revisão do Plano de Emergência;
- Devidamente documentados;
- Programados de forma a todos os cenários previstos no Plano de Emergência da Instalação sejam contemplados.

O Plano de Emergência deve ser reavaliado nas seguintes situações:

- Sempre que uma análise de risco assim o indicar;
- Quando a avaliação do desempenho do Plano de Emergência, decorrente do seu acionamento por incidente ou exercício simulado, recomendar;
- Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais que afetem seus procedimentos ou a sua capacidade de resposta; ou
- Em outras situações a critério da ANP e ou do IBAMA.

➤ **Procedimentos Operacionais**

O Operador da Instalação terá como atribuição elaborar, documentar e controlar os procedimentos operacionais para as operações que são realizadas na Instalação, com instruções claras e específicas para execução das atividades com segurança, levando em consideração as especificidades operacionais e a complexidade das atividades e assegurando que os procedimentos operacionais estejam atualizados e disponíveis a bordo, para todo o pessoal envolvido.

O Operador da Instalação estabelecerá e implementará procedimentos para operações de partida e desativação. Deverão ser assegurados mecanismos de atualização das informações relativas à pré-operação, quando aplicável.

O Operador da Instalação especificará as várias categorias e tipos de Operações Simultâneas, onde existam interfaces operacionais consideráveis e, em particular, quando as Operações Simultâneas:

- Introduzem perigos novos que não foram considerados de uma forma específica na avaliação de riscos;
- Requerem logísticas especiais, medidas de apoio ou procedimentos de trabalho seguro que não estão considerados especificamente nas outras Práticas de Gestão deste Regulamento Técnico; e
- Comprometem a disponibilidade / funcionalidade dos Elementos Críticos de Segurança Operacional.

O Operador da Instalação estabelecerá e implementará procedimentos, para gerenciar Operações Simultâneas. Os procedimentos de controle deverão abordar os seguintes aspectos:

- Identificação de novos perigos introduzidos pelas Operações Simultâneas e verificação da existência de medidas de prevenção e/ou mitigação adequadas para estes perigos;
- Definição das responsabilidades, de modo a assegurar uma adequada coordenação entre todas as organizações envolvidas, incluindo resposta à emergência.

➤ **Gerenciamento de Mudanças**

As mudanças nas operações, procedimentos, padrões, instalações ou pessoal devem ser avaliadas e gerenciadas de forma que os riscos advindos destas alterações permaneçam em níveis aceitáveis. O Operador da Instalação estabelecerá e implementará um procedimento para gerenciar mudanças que possam afetar a Segurança Operacional. O procedimento deve considerar a descrição da mudança proposta, incluindo a justificativa para a alteração e a especificação de projeto, quando aplicável.

O processo de gerenciamento de mudanças deve ser documentado, arquivado e estar disponível para consulta a bordo, por um período mínimo de 2 (dois) anos. Após este prazo, a documentação gerada pelo processo de gerenciamento de mudanças deverá ser mantida em local definido pelo operador, por um período mínimo de 5 (cinco) anos.

➤ **Práticas de Trabalho Seguro e Procedimentos de Controle em Atividades Especiais;**

O Operador da Instalação deverá estabelecer um sistema de permissão de trabalho e outros meios de controle para gerenciar atividades em áreas de risco. Na elaboração deste sistema deverá considerar:

Que o Operador da Instalação deverá estabelecer os tipos de atividade que possam constituir riscos para a Segurança Operacional e que requerem Permissão de Trabalho.

Que a Permissão de Trabalho deve incluir medidas adicionais de precaução e mitigação que possam ser requeridas para a realização da tarefa com segurança.

A necessidade da análise prévia das condições de segurança para execução de tarefas, bem como dos perigos existentes no ambiente de trabalho.

O Operador da Instalação deverá assegurar que o sistema de permissão de trabalho:

- Seja documentado e que as instruções e os formulários de autorizações sejam claros e concisos; e
- Estabeleça que os controles e as permissões de trabalho sejam aprovados em nível apropriado de gerência / supervisão da Instalação.

O Operador da Instalação será responsável por monitorar o desempenho das atividades em conformidade com os requisitos estabelecidos em procedimentos aprovados, nas permissões de trabalho e nas informações e documentação correlata, garantindo que permissões de trabalho e controles sejam utilizados até a conclusão dos trabalhos.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cálculos dos valores de Risco Ambiental, em todo o estudo, foram realizados a partir de uma abordagem conservadora. Para todos os vazamentos analisados, por exemplo, considerou-se que 100% do volume vazado atingiriam o mar, ou seja, não foi levada em consideração a existência de bacias de contenção, bem como a localização dos tanques, a qual, dependendo do volume vazado, pode resultar em vazamento contido na unidade sem que o mesmo atinja o mar.

No caso da modelagem numérica de vazamento de óleo no mar, a deriva do óleo foi acompanhada por 31 dias, considerando-se um *blowout* de 12 horas, sem a adoção de nenhum tipo de medida de contenção conforme preconizado pelo CGPEG/IBAMA. Além disso, as probabilidades de chegada de óleo nos CVAs localizados no interior de algumas regiões estuarinas foram aquelas registradas para a entrada dos rios e baías, sendo que, para os CVAs classificados como sem mobilidade/costeiros (Costões Rochosos, Manguezais e Praias arenosas), considerou-se a maior probabilidade de presença de óleo. Em relação aos CVAs propriamente ditos, particularmente os que apresentam mobilidade, a carência de dados espaciais a respeito dos mesmos, conforme descrito no item 4.2 - Identificação dos Componentes com Valor Ambiental conduziu a um mapeamento bastante abrangente.

Em termos de resultados, as frequências de risco, de forma geral, foram menores para os cenários de vazamento de pior caso, seguida dos vazamentos de 200 e 8 m³. Ressalta-se que a maior Tolerabilidade observada (4,14%), para o CVA Costões Rochosos, em vazamento de médio volume, cenário de inverno, mesmo não relacionada com o menor Tempo de Recorrência, é o fator determinante para a avaliação do empreendimento. O Tempo de Recorrência de eventos de derrame de óleo no mar associado a esse cenário de vazamento (483,3 anos) foi considerado aceitável para o empreendimento em questão (24 vezes maior que o Tempo de Recuperação do CVA). Todos os demais componentes de valor ambiental apresentaram valores percentuais de Tolerabilidade inferiores, variando de 0,023%, para o CVA Praias Arenosas, no cenário de vazamento de pior caso, inverno, até 3,45%, para o CVA Costões Rochosos, cenário de volume pequeno, inverno.

A análise dos resultados relacionados aos valores de Risco Ambiental e Tolerabilidade, associados aos procedimentos de segurança operacional adotados; e à abordagem conservadora adotada no estudo, faz com que o empreendimento seja considerado tolerável no que diz respeito aos Riscos Ambientais.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (aguardando engenharia)

- ALMEIDA, A. P., SANTOS, A. J. B., THOMÉ, J. C. A., BELINI, C. BAPTISTOTTE, C. MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S & LOPES, M. 2011a. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, Ano I (1):12-19.
- ALMEIDA, A. P., THOMÉ, J. C. A., BAPTISTOTTE, C., MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S. E LOPEZ, M. 2011b. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, Ano I (1): 37-44.
- ASA/OGX. Modelagem de Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para os Blocos BM-C-39 e BM-C-40, Bacia de Campos. Agosto/2011.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010. Marine Environment Protection. Disponível em: www.amsa.gov.au. Acessado em agosto de 2011.
- BARCELLOS, L. & SILVA FO, R. P. 2003. Petrobras wildlife rehabilitation response at Guanabara bay oil spill. In International Oil Spill Conference. 4p.
- BARTH, H. J. 2002. The coastal ecosystems 10 years after the 1991 Gulf War Oil Spill. Disponível em http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_III/Geographie/phygeo/downloads/barthcoast.pdf. Acessado em junho de 2011.
- BARTH, H. J. 2008. Rapid assessment indicators of oil spill recovery in salt marsh ecosystems. In: Protecting the gulf's marine ecosystems from pollution. P. 255-264.
- BARTH, H-J. 2001. The coastal ecosystems 10 years after the 1991 Gulf War oil spill. Relatório preliminar. Disponível em http://www.uniregensburg.de/Fakultaeten/phil_Fak_III/Geographie/phygeo/downloads/barthcoast.pdf. Acessado em setembro de 2011.
- BOERTMANN, D. & AASTRUP, P. 2002. Impacts on mammals. In Mosbech, A. (ed.) 2002: Potential Environmental impacts of oil spills in Greenland. An assessment of information status and research needs. National Environmental Research Institute, Denmark. 118 pp. – NERI Technical Report No. 415. <http://technical-reports.dmu.dk>.
- BOYD, J. N., SCHOLZ, D., WALKER, A. H. 2001. Effects of oil and chemically dispersed oil in the environment. International Oil Spill Conference. Disponível em <http://www.iosc.org/papers/00633.pdf>. Acessado em maio de 2011.
- BURGUER, A. E., 2003. Summary of Presentation to the Royal Society Expert Panel on Oil and Gas Activities Offshore Bc. 10p.
- CARLS, M. G., BABCOCK, M. M., HARRIS, P. M., IRVINE, G. V., CUSICK, J. A. & RICE, S. D. 2001. Persistence of oiling in mussel beds after the Exxon Valdez oil spill. Mar. Env. Research, 51(2): 167-190.

- CASTILHOS, J.C., COELHO, C. A., ARGOLO, J. F., SANTOS, E. A. P., MARCOVALDI, M. A., SANTOS, A. S. & LOPEZ, M. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, Ano I (1): 28-36.
- CEDRE, 2011. Spills. Disponível em <http://www.cedre.fr/en/spill/alphabetical-classification.php>. Acessado em maio de 2011.
- CETESB. 2007. Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – Manual de orientação. 120p.
- CHAVES, L. C. T. 2006. Estrutura das comunidades de peixes recifais em três localidades no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense. 68p.
- DAY, R. H.; MURPHY, S. M.; WIENS, J. A.; HAYWARD, G. D.; HARNER, E. & SMITH, L. N. 1996. Effects of the Exxon Valdez Oil Spill on Habitat Use by Birds in Prince William Sound, Alaska. *Ecological Applications* 7:593–613.
- DICKS, B. 1998. The environmental impact of marine oil spills. International Seminar on Tanker Safety, Pollution Prevention, Spill Response and Compensation, Rio de Janeiro, Brasil.
- EDWARDS, R.; WHITE, I. The Sea Empress Oil Spill: Environmental Impact and Recovery. Disponível em: <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/case-histories/documents/seaemp.pdf>. Acessado em junho de 2010.
- EKEN, G., BENNUN, L.; BROOKS, T. M.; DARWALL, D.; FISHPOOL, L. D. C.; FOSTER, M.; KNOX, D.; LANGHAMMER, P.; MATIKU, P.; RADFORD, E.; SALAMAN, P.; SECHERST, W.; SMITH, M. L.; SPECTOR, S.; TORDOFF, A., 2004. Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets. *BioScience* 54: 1110-1118.
- ENGELHARDT, F. R. 1983. Petroleum effects on marine mammals. *Aquatic Toxicology*, 4 (3):199-217.
- EPA, 1999. Wild life and Oil Spill. In: Understanding Oil Spills and Oil Spill Response. Office of Emergency and Remedial Response. 6p.
- ESLER, D., BOWMAN, T. D., TRUST, K. A., BALLACHEY, B. E., DEAN, T. A., JEWETT, S. C., O'CLAIR, C. E. 2002. Harlequin duck population recovery following the 'Exxon Valdez' oil spill: progress, process and constraints. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 241:271-286.
- EVOSEC (Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council), 2010. 2010 Update injured resources and services. Exxon Valdez Oil Spill Restoration Plan. 45 p.
- FALL, J. A. & FIELD, L.I., 1993. Subsistence uses of fish and wildlife before and after the Exxon Valdez oil spill. PROCEEDINGS OF THE EXXON VALDEZ OIL SPILL SYMPOSIUM. pp. 819-836. American Fisheries Society Symposium. Vol. 18.

- FERNANDES, T. 2001. Ocorrência e monitoramento de cetáceos na região de Arraial do Cabo - RJ / Brasil. Monografia apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- FERREIRA, C. E. L., GONÇALVES, J. E. A. & COUTINHO, R., 2001. Community structure of fishes and habitat complexity on tropical rocky shores. *Environmental Biology of Fishes* 61: 353-369.
- FRITTS, T. H. & MCGEHEE, M. A. 1982. Effects of petroleum on the Development and Survival of Marine Turtle Embryos. A final report by the US Fish and Wildlife Service for the U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Office, New Orleans, LA. NTIS No PB82-263773. FWS/OBS-82/37. Contract nº 14-12-0001-29096. 41p.
- GERTLER, P. E. 1992. Effects of the Exxon Valdez oil spill on birds and marine mammals. In MMS (Minerals Management Service) – AOCS Region Information Transfer Meeting. Disponível em: http://www.mms.gov/alaska/reports/1990rpts/92_0046.pdf#page=81. Acessado em junho de 2011.
- GRAMMETZ, D. 1988. Involvement of loggerhead turtles with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.* 19(1): 11-13.
- GUBBAY, S. & EARLL, R., 1999. Proposed Guidelines for Dealing with Cetaceans in the Event of an Oil Spill the Moray Firth, Scotland. 15p.
- HAIMOVICI, M. & KLIPPEL, S. 1999. Diagnóstico da Biodiversidade dos Peixes Teleósteos Demersais Marinhos e Estuários do Brasil. Trabalho realizado para o Programa Nacional da Diversidade Biológica – PRONABIO, Subprojeto “Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha”, área temática “Peixes Demersais”, FURG, Rio Grande, RS. 79p.
- HEUBECK, M. CAMPHUYSEN, C.J., BAO, R., HUMPLE, D.; REY, A. S., CADIOU, B., BRAGER, S. & THOMAS, T. 2003. Assessing the impact of major oil spills on seabird populations. *Mar. Pol. Bull.*, 46: 900-902.
- HJERMANN, D.O, MELSOM, A., DINGSOR, G. E., DURANT, J. M., EIKESET, A. M., ROED, L. P., OTTERSEN, G., STROVIK, G., STENSETH, N. C., 2007. Fish and oil in Lofoten-Barents Sea System: synoptic review of the effect of oil spills on fish populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 339: 283-299.
- IPIECA, 2000b. Biological Impacts of Oil Pollution: Fisheries. Ipieca Report Series, V.8. 28 p.
- IPIECA. 1993. Biological Impacts of Oil Pollution: Mangroves. Ipieca Report Series. V.4.
- IPIECA. 1996. Biological Impacts of Oil Pollution: Rocky Shores. Ipieca Report Series. V.7.
- IPIECA. 2000a. Biological Impacts of Oil Pollution: Sedimentary Shores. Ipieca Report Series. V.9.
- ITOPF, 2004. Oil Spill Effects on Fisheries. Technical Information Paper Nº 3. 8p.

- ITOPF, 2010a. Case Histories. Disponível em <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/case-histories>. Acessado em maio de 2011.
- ITOPF, 2010b. Handbook 2010/2011. 52 p. Disponível em www.itopf.com. Acessado em agosto de 2011.
- IUCN, 2011. The World Conservation Union Red List of Threatened Species. The World Conservation Union. Versão 2010.4. <<http://www.iucnredlist.org>>. Acessado em agosto de 2011.
- JACOBI, C. M. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1990. Oil spill in mangroves: a conceptual model based on long-term field observations. *Ecological Modelling*, 52: 53-59.
- JEFFERSON, T. A., WEBBER, M. A. & PITMAN, R. L. 2008. Marine Mammals of the World – A comprehensive guide to their identification. 5ª edição. Editora Elsevier. 573p.
- KELLER, C. E. & ADAMS, J. K. 1983. Proceedings of a workshop on cetaceans and sea turtles in the Gulf of Mexico: study planning for effects of Outer Continental Shelf Development. Prepared by the U.S. Fish and Wildlife Service for the Minerals Management Service, Metairie, LA. 42pp.
- KINGSTON, P. F. 2002. Long-term Environmental Impact of Oil Spills. *Spill Science & Technology Bulletin*, Vol. 7 (1-2): 53-61.
- KINGSTON, P.F.; RUNCIMAN, D.; McDOUGALL, J. Oil contamination of sedimentary shores of the Galápagos Islands following the wreck of the Jessica. Pp. 95 – 106. In: LOUGHEED, L.W.; EDGARD, G.J.; SNELL, H.L. eds. 2002. Biological Impacts of Jessica Oil Spill on the Galápagos Environment. Final Report V.1.10. Charles Darwin Foundation, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- LANCE, B. K., IRONS, D. B., KENDALL, S. J. & MCDONALD, L. L. 2001. An Evaluation of Marine Bird Population Trends Following the Exxon Valdez Oil Spill, Prince William Sound, Alaska. *Marine Pollution Bulletin*, 42(4):298-309.
- LE HIR, M.; HILY, C. 2002. First observations in a high rocky-shore community after the Erika oil spill (December 1999, Brittany, France). *Marine Pollution Bulletin*, volume 44, 11a edição. Editora Elsevier. 1243 – 1252pp.
- LOPES, C. F. 1997. Monitoramento das populações de *Chthamalus* spp. (Crustacea – Cirripedia) de costões da área do Canal de São Sebastião – SP: Instrumento para a avaliação dos efeitos biológicos provocados por um derrame de petróleo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 87p.
- LOPES, C. F. MILANELLI, J. C. C., PROSPERI, V. A., ZANARDI, E. & TRUZZI, A. C. 1997. Coastal monitoring program of São Sebastião Channel: Assessing the effects of TEBAR V oil spill on rocky shore populations. *Marine Pollution Bulletin*, 34(11): 923 – 927.

- LUTZ & LUTCAVAGE, 2010. The effects of petroleum on sea turtles: applicability to Kemp's ridley. Disponível em <http://md1.csa.com>. Acessado em junho de 2010.
- MARCOVALDI, M. A., LOPEZ, G. G., SANTOS, A. J. B., BELLINI, C., SANTOS, A. S. & LOPEZ, M. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 20-27.
- MARTÍNE-GOMEZ, C., FERNÁNDEZ, B., VALDÉS, J., CAMPILLO, J. A., BENEDICTO, J., SÁNCHEZ, F., 2009. Evaluation of three-year monitoring with biomarkers in fish following the Prestige oil spill (N Spain). *Chemosphere*, 74: 613-620.
- MATKIN, C. O., SAUTILIS, E. L., ELLIS, G. M., OLESIUK, P. & RICE, S. D. 2008. Ongoing population-level impacts on killer whales *Orcinus orca* following the 'Exxon Valdez' oil spill in Prince William Sound, Alaska. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 356: 269-281.
- MATKIN, C.O. & SAULITIS, E. 1997. KillerWhale - *Orcinus Orca*. Restoration Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council. 12 pp.
- MILANELLI, J. C. C. & LOPES, C. F. 2001. Recuperação de praias atingidas por derrames de óleo – procedimentos emergenciais adotados pela CETESB. Anais da XIV Semana Nacional de Oceanografia – Oceanografia e Sociedade: Um desafio à Teoria e Prática. Rio Grande, RS.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2001. Especificação e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derrames de Óleo. 20p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2001. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derrames de Óleo.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2002. Biodiversidade Brasileira. Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. 404p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007a. Áreas Prioritárias para Conservação, uso sustentável e repartição da biodiversidade brasileira. Atualização: Portaria MMA Nº 9 de 23 de janeiro de 2001. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 301p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007b. Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos, 2007. Douglas, F. M. Gherardi, Alexandre, P. Cabral – Coordenadores. – Brasília: MMA, SMCQ, 2007.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Editores Angelo Barbosa Monteiro Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia. - 1.ed. - Brasília, DF : MMA; Belo Horizonte, MG : Fundação Biodiversitas, 2008.

- MONTEIRO, A. G. 2003. Metodologia de avaliação de custos de ambientais provocados por vazamento de óleo – O estudo de caso do Complexo REDUC-DTSE. COPPE/UFRJ. 271pp.
- MOSBECH, A., ANTHOSEN, K. L., BLYTH, A., BOERTMAN, D., BUCH, E., CAKE, D., GRØNDAHL, L., HANSEN, K. Q., KAPEL, H., NIELSEN, S., NIELSEN, N., VON PLATEN F., POTER S. e RASCH, M. 2000. Environmental oil spill sensitivity atlas for the West Greenland coastal zone. Internet-version. The Danish Energy Agency, Ministry of Environment and Energy, 341 p mais apêndice 155 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003. Committee on Oil in the sea: Inputs, Fates and Effects. The National Academic Press. 280p.
- NATURESERVE, 2003. Aves Segundo a NatureServe. Disponível em <http://map.on.ec.gc.ca/wildspace/hemi-ims.html>. Acessado em agosto de 2011.
- NOAA, 2002. Oil spill in mangroves. Planning and response considerations. Disponível em <http://www.response.restoration.noaa.gov>. Acessado em junho de 2011.
- NOAA, 2010a. Impacts of Oil on Marine Mammals and Sea Turtles. US Department of Commerce. National Marine Fisheries Service. Disponível em: www.noaa.gov. Acessado em agosto de 2011.
- NOAA, 2010b. Tarballs. NOAA's National Ocean Service – Office of Response and Restoration. Disponível em <http://response.restoration.noaa.gov>. Acessado em junho de 2011.
- NOAA. 2005. An introduction to coastal habitats and biological resources for oil spill response. Report No HMRAD 92-4. 42p.
- OGX/AECOM, 2011. Estudo de Impacto Ambiental para o desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, Bacia de Campos. Setembro, 2011.
- PEREIRA, C. P. & SOARES-GOMES, A., 2002. Biologia Marinha. Interciência, Rio de Janeiro, RJ. 382p.
- PROJETO TAMAR, 2011. Comportamento. Disponível em <http://www.tamar.org.br/interna.php?cod=89>. Acessado em agosto de 2011.
- RAAYMAKERS, S. 1994. Marine Pollution & Cetaceans – implication for Management. ENCOUNTERS WITH WHALES '93: A CONFERENCE TO FURTHER EXPLORE THE MANAGEMENT ISSUES RELATING TO HUMAN-WHALE INTERACTIONS. pp. 82-87. Workshop series. Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- RODRIGUES, F. O., MOURA, D. O., LAMPARELLI, C.C. 1989. Efeitos do óleo nas folhas de mangue. Ambiente, 3: 36-45.

- SABA, V. S. & SPOTILA, J. R. 2003. Survival and behaviour of freshwater turtles after rehabilitation from an oil spill. *Environmental Pollution*, 126:213-223.
- SALE, P.F., 1989. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanographic Marine Biology Annual Review*, 18: 367-421.
- SALVATORE, S.; MORENO, I. B.; SILVA, E. D.; ALVES, V. C. 2006. Baleias, botos e golfinhos na Bacia de Campos. *Série Guias de Campo: Fauna Marinha da Bacia de Campos*. Rio de Janeiro: ENSP/FIOCRUZ, 100p.
- SANCHES, T. M., 1999. *Tartarugas marinhas. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha*. Base de Dados Tropicais. Campinas, São Paulo.
- SANTOS, A. S., SOARES, L. S., MARCOVALDI, M. A., MONTEIRO, D. S., GIFFONI, B. & ALMEIDA, A. P. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 3-11.
- SCHULER, P. A.; BACA, B. 2007. Net environmental benefit analysis (NEBA) of dispersed oil versus non-dispersed oil on coastal ecosystems & wildlife utilizing data derived from 20-year TROPICS study.
- SHIGENAKA, G. 2003. Oil and Sea Turtles – Biology, Planning and Response. NOAA National Ocean Service. 116p.
- SHORT, M. K. J., 2003. Guanabara Bay Oil Spill 2000, Brazil – Cetacean Response. *In International Oil Spill Conference*. 3p.
- SMITH, S.D.A.; SIMPSON, R.D. 1998. Recovery of benthic communities at Macquarie Island (sub-Antarctic) following a small oil spill. *Marine Biology*, volume 131, 3a edição, 567 – 581 pp.
- SMITH, T. R., GERACI, J. R., St AUBIN, D. J. 1983. Reaction of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, to a controlled oil spill. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 1522-1525.
- SOARES, M. L. G. 2003. Vulnerabilidade e sensibilidade do ecossistema manguezal à contaminação por petróleo ou derivados. *Anais: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*. Recife – PE, 12 a 19 de outubro de 2003.
- SOARES, M. L. G.; JUNIOR, C. M. G. S.; CAVALCANTI, V. F.; ALMEIDA, P. M. M., MONTEIRO, A. S., CHAVES, F. O.; ESTRADA, G. C. D.; BARBOSA, B. 2006. Regeneração de floresta de mangue atingida por óleo na Baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil): Resultados de 5 anos de monitoramento. *Geochemica brasiliensis*, 20 (1) 038 – 061.
- St AUBIN, D. J. 1992. Overview of the effects of oil on marine mammals. 1992 MMS (Minerals Management Service) – AOCS Region Information Transfer Meeting. Disponível em: http://www.mms.gov/alaska/reports/1990rpts/92_0046.pdf#page=81. Acessado em agosto de 2011.

- TAMAR-ICMBio, 2009. Histórico metodológico e mapas (arquivos shape) fornecidos pelo TAMAR ICMBio após comunicação pessoal com o órgão. Arquivos recebidos em outubro/2009. Ressalta-se que o TAMAR-ICMBio não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações e conclusões manifestadas pela AECOM ou por terceiros, com base nas informações e mapas cedidos.
- TAYLOR, M. & B. PLATER. 2001. Population viability analysis for the southern resident population of the killer whale (*Orcinus orca*). Center for Biological Diversity, Tuscon, Arizona.
- TEAL, J. M. & HOWARTH, R. W. 1984. Oil spill studies: a review of ecological effects. *Environmental Management*, 8 (1): 27-44.
- WASSERMAN, J. C., CRAPEZ, M. A., FILGUEIRAS, C. M., & BISPO, M. G. S. 2002. Efeitos da poluição por óleo em sedimentos da Área de Proteção Ambiental de Guapimirim, Rio de Janeiro. IBAMA. Brasília, DF. 2002.
- WURSIG, B. & SMULTEA, M. A. 1991. Bottlenose dolphin reactions to the Mega Borg oil spill. Marine Mammal Research Program. Texas A&M University, Galveston.
- ZAFONTE, M. & HAMPTON, S. 2005. Lost bird-years: quantifying bird injuries in natural resource damage assessments for oil spill. IOOSC 2005 Proceedings.
- ZERBINI, A. N.; ANDRIOLO, A.; HEIDE-JORGENSEN, M. P.; PIZZORNO, J. L.; MAIA, Y. G.; VANBLARICOM, G. R.; DEMASTER, D. P.; SIMÕES-LOPES, P. C.; MOREIRA, S. & BETHLEM, C. 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 313: 295-304.